



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE AMBIENTE

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Folios: 74 Anexos: 0

Proc. # 6285345 Radicado # 2024IE203623 Fecha: 2024-09-30

Tercero: 899999061-9 126 - SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Dep.: SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO Y DEL SUELO

Tipo Doc.: Informe tecnico

Clase Doc.: Interno

SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE DIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL SUBDIRECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELO

Informe Técnico No. 04615, 30 de septiembre del 2024

AVANCE INFORME DEL ESTADO AMBIENTAL DE LOS ACUÍFEROS CON INFLUENCIA EN EL PERÍMETRO URBANO DEL DISTRITO CAPITAL- JULIO 2024

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.
2. OBJETIVOS.
 - 2.1. Objetivo General.
 - 2.2. Objetivos específicos.
3. MARCO METODOLÓGICO.
4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO CAPITAL.
 - 4.1. Contexto Modelo Hidrogeológico Conceptual.
 - 4.2. Características de la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas.
 - 4.3. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica de 26 pozos de monitoreo.
5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS BRIGADAS DE NIVELES REALIZADAS EN EL DISTRITO CAPITAL.
 - 5.1. *Interpretación del nivel piezométrico - Zona Norte.*
 - 5.2. *Interpretación del nivel piezométrico - Zona Sur.*
6. Conclusiones y Recomendaciones.

1. INTRODUCCIÓN.

En la ciudad de Bogotá, es necesario contar con un programa de monitoreo que permita evaluar el estado y la evolución de los acuíferos en el Distrito Capital con el fin de garantizar la sostenibilidad y calidad del recurso hídrico subterráneo en un sistema hidrogeológico estratégico para el desarrollo socio-económico del Distrito Capital, donde según los escenarios de cambio climático para el departamento de Cundinamarca al año 2100 (IDEAM, 2015), reflejan que la temperatura presentara elevaciones de promedio de 2.3°C adicionales a los valores actuales y la precipitación presentaran disminuciones en la provincia de medina con valores de hasta un 20 % menos sobre el valor actual de referencia, no obstante, en el escenario de aumentos en la precipitación, se podrán presentar en las provincias de Sabana Centro, Sabana Occidente, Norte de Bogotá, Ubaté y Almeidas, valores de entre 10 % y 30 % adicionales a los valores actuales.

Actualmente, la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS conformada por 27 puntos, se ajusta anualmente teniendo en cuenta aspectos como la solicitud de concesión de aguas subterráneas o las condiciones tanto físicas como de transmisión de los dispositivos. En este sentido, al 31 de mayo de 2024 esta Autoridad mediante el control trimestral que realiza a los dispositivos determina lo siguiente: Los equipos ubicados en los pozos pz-01-001 (Parmalat), pz-11-0101 (Unicervantes), pz-01-0100 (La Aguadura) y pz-01-0105 (Aldea Proyectos) presentan avería en las baterías. Los equipos ubicados en los pozos pz-01-0070 (Club Millonarios) y pz-16-0029 (Textrama) presentan fallas en la transmisión de datos. Adicionalmente, el equipo ubicado en el pozo pz-11-0023 (MEALS) debe ser trasladado debido a que el plan de datos no funciona en esta zona del Distrito Capital; se propone que el traslado del equipo se realice al piezómetro PA06 ubicado en el Servicio Geológico Colombiano-SGC con una profundidad de 40 m o al nuevo pozo perforado en el Club el Country con una profundidad de 220 m.

De otra parte, es relevante mencionar, que actualmente la SDA está recopilando información para tomar la decisión de que puntos de agua como humedales, manantiales, piezómetros, fuentes superficiales, pozos concesionados y aljibes, pueden complementar la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS, ya que, el sistema hidrogeológico está representado por otras condiciones de frontera y su dinámica en superficie es totalmente diferente a la profunda.

Finalmente, con el objetivo de identificar si el fenómeno del niño afecta las aguas subterráneas, se adelantaron las brigadas de niveles de julio a abril de 2024, identificando a partir de la medición del nivel piezométrico de 84 pozos que no se presentó un cambio drástico en los niveles así el consumo al norte del Distrito Capital haya amentado. Esta consideración también aplica para la RMAS, ya que, no se presentaron cambios drásticos, sin embargo, los dispositivos que captan del acuífero Labor-Tierra de forma libre en la zona de recarga, si presentan descensos debido a la disminución en la frecuencia e intensidad de la precipitación durante el segundo semestre de 2023 y primer semestre de 2024.

En síntesis, las actividades que realiza esta Autoridad en el marco de la RMAS y las brigadas de Niveles, permiten un monitoreo continuo de las unidades hidrogeológicas objeto de aprovechamiento en el Distrito Capital, facilitando de

esta manera la toma de decisiones y herramientas enfocadas al estudio, gestión y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Analizar la hidrodinámica del agua subterránea como una herramienta de conocimiento, administración y gestión en la toma de decisiones sobre el recurso hídrico subterráneo en el Distrito Capital.

2.2 Objetivos Específicos.

- Caracterizar el comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica de las unidades hidrogeológicas Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuífero Formación Regadera, Acuífero Formación Labor-Tierna y Acuitardo Formación Plaeners.
- Evaluar para el segundo semestre del 2024 como complemento a este informe de avance, el comportamiento de las isopiezas con base en la información recopilada en las brigadas de niveles.
- Generar alertas tempranas sobre la oferta, demanda y calidad del recurso hídrico subterráneo para la toma de decisiones frente a los procesos de concesión, prorroga y manejo del agua subterránea.

3. MARCO METODOLÓGICO.

El presente informe se estructura a partir del análisis de la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS, cuyo objetivo es recopilar y analizar la información relacionada con el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica registrada en los transductores de presión ubicados en pozos que presentan un estado de sellamiento temporal. Para este informe se tiene en cuenta los datos descargados de marzo a abril de 2024.

Igualmente, se complementa el Informe Técnico No. 02772 del 31 mayor de 2024 (Radicado 2024IE117354 del 31 mayor de 2024) "INFORME DE AVANCE BRIGADA DE MEDICIÓN DE NIVELES ESTÁTICOS AÑO 2024 PRIMER SEMESTRE", donde se analizan las brigadas de niveles que ejecuta la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, para el primer semestre del año 2024 a 84 pozos. Esta actividad consiste en suspender el bombeo de agua subterránea durante 4 días seguidos, para obtener condiciones estables de los acuíferos explotados y definir si se presentan cambios drásticos en la dinámica hídrica subterránea.

Es importante mencionar que durante el registro de las variables en los 27 pozos, la SDA realiza mediciones in-situ para verificar si los dispositivos están calibrados; esta actividad es realizada por el Grupo de Aguas Subterráneas con una sonda que mide temperatura, conductividad eléctrica y nivel. Así las cosas, la SDA determina las siguientes condiciones de alertas:

1. Si el nivel piezométrico supera los 2 m de diferencia entre el nivel freático inicial y el nivel freático actual.

2. Si la conductividad eléctrica supera los 50 us/cm de diferencia entre el valor inicial y el valor medido actualmente.
3. Si la temperatura supera 1 grado centígrado de diferencia entre el valor inicial y la temperatura actual.

Lo anterior es configurado teniendo en cuenta los errores de medición humanos debido a las diferentes configuraciones en la estructura el diseño superficial del pozo o fallas en la calibración de los equipos.

4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA RED DE MONITOREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO CAPITAL.

Antes de analizar la información recopilada en la Red de Monitoreo de Aguas Subterráneas (RMAS) y las brigadas de niveles, es fundamental establecer un contexto hidrogeológico que proporcione una base fundamental para interpretar los datos obtenidos y formular estrategias de gestión adecuadas para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo. La ciudad de Bogotá se encuentra en una región caracterizada por una compleja estructura geológica que influye directamente en la disponibilidad y calidad del agua subterránea. La interacción entre los diferentes estratos rocosos, las variaciones en la permeabilidad del suelo y las condiciones climáticas locales determinan el comportamiento de los acuíferos, afectando tanto el nivel piezométrico como los parámetros de calidad del agua.

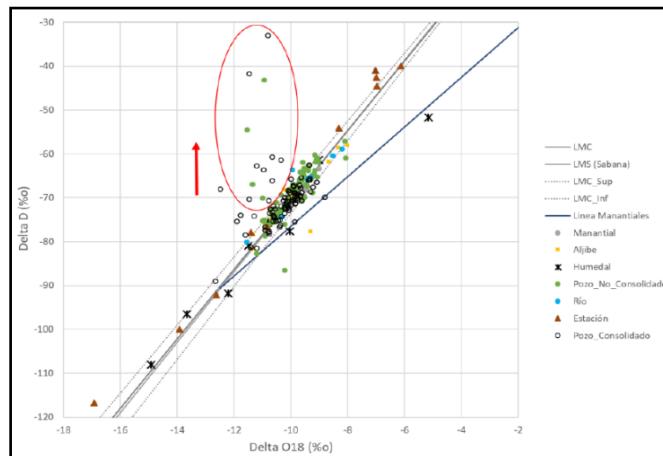
4.1. Contexto del Modelo Hidrogeológico Conceptual.

Como primera premisa, es importante mencionar que las principales zonas de recarga están conformadas por las unidades hidrogeológicas que afloran (Grupo Guadalupe y la Formación Regadera) en los cerros ubicados al oriente, sur y sector Conejera en la localidad de Suba, las cuales se conectan y recargan por contacto los paquetes conformados por arenas y gravas que hacen parte de la Formación Sabana y Tilatá. De forma alterna el acuífero Formación Sabana, se recarga con flujos que provienen de la superficie (precipitación o fugas del acueducto), los cuales, descienden atravesando una capa de arcillas de aproximadamente 40 m de espesor. Sobre esta capa de arcillas y la superficie existe agua subterránea almacenada en un acuífero donde la capacidad de drenar y transmitir el agua es baja.

En síntesis, la Formación Sabana que presenta la mayor demanda de agua subterránea en el Distrito Capital con un 71.42 % de las concesiones al 31 de mayo de 2024, se recarga principalmente a partir de flujos laterales y verticales provenientes de otras unidades hidrogeológicas, esto debido a que la ciudad actúa como una zona impermeable que evita en gran parte la recarga por precipitación o condiciones de frontera como fuentes superficiales que en su mayoría están canalizadas.

Como complemento a lo anterior, esta Autoridad realiza un análisis isotópico en el informe “Modelo Hidrogeológico Conceptual del Acuífero Subsuperficial o Somero en el Perímetro Urbano del Distrito Capital (SDA, 2018)”, donde se evidencia que el contenido isotópico de los pozos muestreados tanto para Oxígeno O18 como para Deuterio H2 se encuentran cerca o sobre la línea meteórica local, como se observa a continuación.

Figura 1. Relación entre las variaciones del 2H y el 18º.

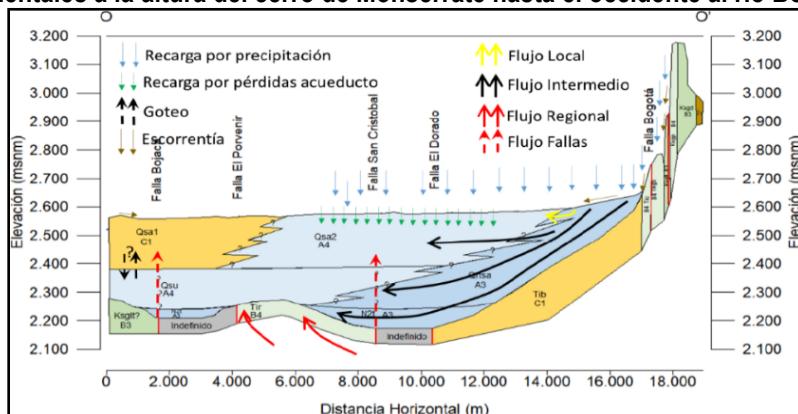


Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital.
Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

Se cuenta con un total de 286 registros de mediciones de Oxígeno 18 (O18) y Deuterio (D), entre pozos, aljibes, manantiales, estaciones pluviométricas y ríos. Cabe aclarar que la anterior información recoge todos los muestreos que se han realizado en diferentes estudios (EAAB-JICA, 2003; Ingeominas, 2001; SDA, 2013).

En resumen, la siguiente representación gráfica esquematiza las hipótesis mencionadas con anterioridad frente al sistema de recarga de las unidades hidrogeológicas, valorando como principal flujo de agua la recarga lateral y vertical que ingresa a los acuíferos en contacto con el Grupo Guadalupe.

Figura 2. Perfil que relaciona las condiciones de flujo de las unidades hidrogeológicas que atraviesan desde los cerros orientales a la altura del cerro de Monserrate hasta el occidente al río Bogotá en Bosa.



Fuente: Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del Distrito Capital.
Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Noviembre de 2018.

Es de resaltar que el modelo hidrogeológico conceptual siempre está en constante actualización, ya que, constantemente se presentan nuevas perforaciones que exploran el subsuelo en el marco de la concesión de aguas subterráneas.

4.2. Características de la Red de Monitoreo De Aguas Subterráneas.

Los pozos captan de las unidades hidrogeológicas Acuífero Formación Sabana, Acuífero Formación Tilatá, Acuitardo Formación Usme, Acuitardo Formación Bogotá, Acuitardo Formación Subachoque, Acuífero Formación Regadera y Acuífero Formación Labor Tierna del Grupo Guadalupe. En la siguiente tabla, se resumen las principales características de los 27 pozos que hacen parte de la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS, de los cuales 12 captan de los paquetes arenosos ubicados en la Formación Sabana, 4 de la Formación Labor-Tierna, 3 de las formaciones Labor-Tierna y Plaeners, 1 de la Formación Usme y Regadera, 3 solo de la Formación Tilatá, 1 de las formaciones Sabana y Labor-Tierna, 1 de las formaciones Subachoque y Tilatá y 2 de las formaciones Sabana y Tilatá.

Cabe aclarar que la red de monitoreo es dinámica en el tiempo y es objeto de mejoras constantes, ya que, depende de la solicitud de concesión de aguas subterráneas, cuidado de los propietarios donde están instalados los equipos, funcionamiento de los dispositivos (batería, alta humedad y descalibración) y del permiso para el ingreso a la toma de niveles y descarga de datos cuya temporalidad es trimestral

Es fundamental indicar que los dispositivos deben presentar como mínimo un mantenimiento correctivo con una temporalidad trimestral, donde se realicen actividades que garanticen transmisión correcta de los datos, estas actividades evitan interrupción en la transmisión de la información y aseguran la vida útil de los equipos. En la Tabla se describen las características de los pozos y los dispositivos a corte del 31 de mayo de 2024, en la Tabla 3 se detalla la ubicación de los 27 puntos de monitoreo que hace parte de la RMAS. Es de resaltar que el grupo de aguas subterráneas realizó en diciembre de 2023 un mantenimiento preventivo que consistió en la limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo.

Tabla 1. Características de los puntos que hacen parte de la RMAS.

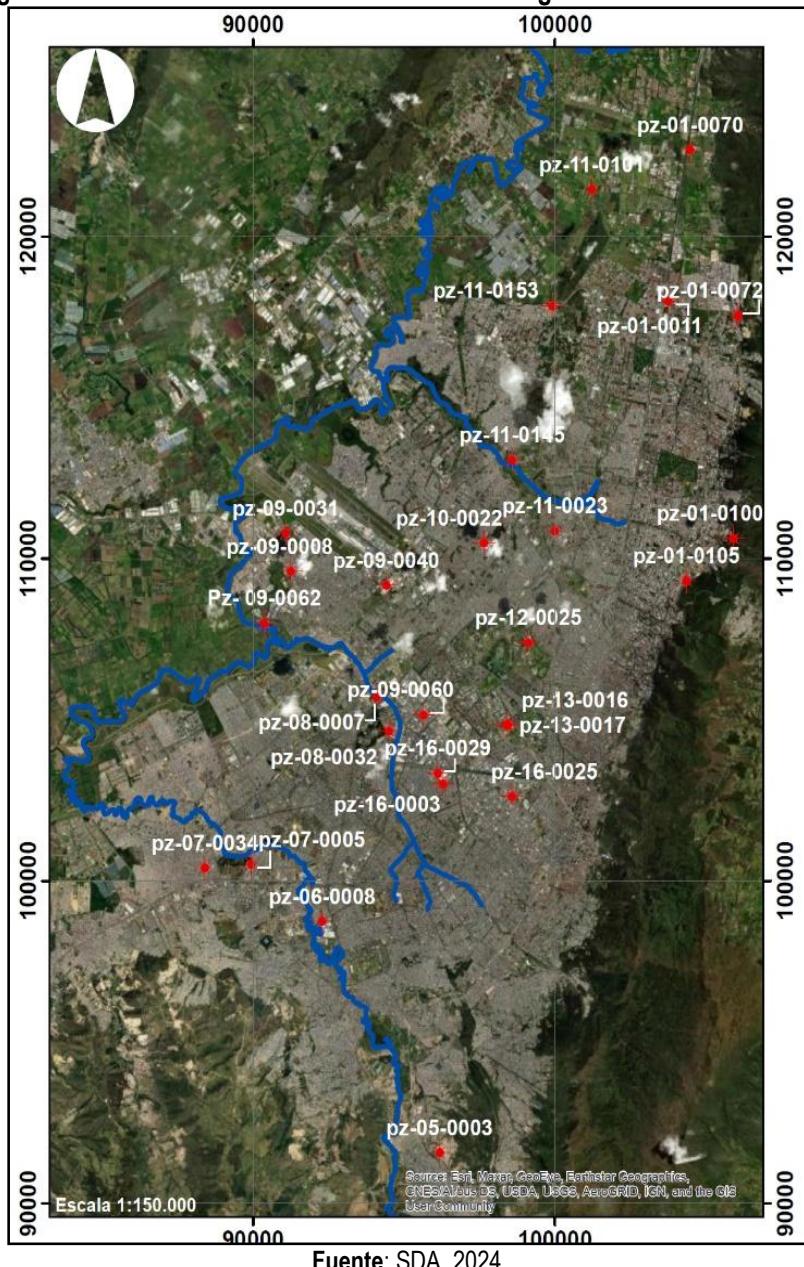
No.	Código	Captación	Prof. (m)	Acuífero	Prof. de instalación (m)	Prof. nivel (m)	OBSERVACIONES
1	pz-01-0011	PARMALAT	80	FM. LABOR TIERRA	8.90	4.05	Falla de transmisión por corto en batería desde el 22-05-2022.
2	pz-01-0072	LA SALLE - EAAB	266	FM. LABOR TIERRA-FM. PLAENERS	10.60	5.16	-
3	pz-01-0100	LA AGUADORA - EAAB	300	FM. LABOR TIERRA-FM. PLAENERS	12.78	8.00	Registro de datos continuos de conductividad y temperatura hasta el 14-12-2023, y niveles hasta el día 15-02-2024. Esto puede estar asociado al bajo porcentaje de carga en la batería.
4	pz-05-0003	LADRILLERA HELIOS S.A	113	FM. USME-FM. REGADERA	4.50	0.00	Saltante
5	pz-06-0008	GENERAL MOTORS	255	FM. TILATÁ	17.00	11.50	-
6	pz-01-0070	CLUB MILLONARIOS	110	FM. LABOR TIERRA-	25.50	20.64	Presenta el registro de los datos de niveles hasta el 18-10-2023. Los de conductividad y temperatura no presentan novedad.
7	pz-08-0007	AUTO BOYACA	454	FM. SABANA-FM. TILATA	60.00	53.95	-

No.	Código	Captación	Prof. (m)	Acuífero	Prof. de instalación (m)	Prof. nivel (m)	OBSERVACIONES
8	pz-08-0032	CLINICA NUESTRA SEÑORA DE LA PAZ No. 1	126	FM. SABANA	28.92	23.92	No es posible realizar medición de nivel estático ni parámetros in-situ (conductividad eléctrica y temperatura), ya que, no cuenta con tubería de niveles o espacio para introducir la sonda. Lo anterior para obtener datos de observación y calibrar el dispositivo.
9	pz-09-0008	SERVICENTRO EL TESORO	126	FM. SABANA	21.00	16.00	-
10	pz-09-0031	IMAL	483	FM. SABANA- FM. TILATÁ	24.80	24.50	-
11	pz-09-0040	INDEGA PANAMCO PLANTA NORTE	532	FM. SUBACHOQUE- FM. TILATÁ	40.00	35.50	-
12	pz-09-0060	MANUFACTURAS ELIOT No. 3	391	FM. TILATÁ	42.64	37.55	-
13	Pz-09-0062	ZONA FRANCA	417	FM. TILATÁ	60.00	54.00	-
14	pz-10-0022	AUTOLAVADO BETO	102	FM. SABANA	21.00	16.00	-
15	pz-11-0023	MEALS	173	FM. SABANA- FM. LABOR TIerna	16.50	11.5	Se debe instalar el dispositivo en otro pozo debido a la mala transmisión de los datos por el tipo de operador de la SIM CARD desde el año 2021. Se desistán la los equipos y se mantiene en las bodegas la SDA.
16	pz-11-0101	UNICERVANTES	144.6	FM. LABOR TIerna	22.30	17.3	Falla de transmisión por corto en batería desde el 21-06-2022.
17	pz-11-0145	CLUB LOS LAGARTOS No. 4	60	FM. LABOR TIerna	4.50	0.00	Saltante
18	pz-11-0153	SUBA - EAAB	411	FM. LABOR TIerna- FM. PLAENERS	24.30	19.30	-
19	pz-12-0025	ARTESANÍAS DE COLOMBIA	200	FM. SABANA	24.00	19.00	Registro de datos continuos de nivel, conductividad eléctrica y temperatura hasta el 19-04-2023, y luego del mantenimiento realizado el 14-12-2023 nuevamente registra datos de nivel, conductividad eléctrica y temperatura. No se pueden tomar registró de datos in-situ, ya que la tubería de medición de niveles esta obstruida.
20	pz-13-0017	INGEOMINAS No 2	100	FM. SABANA	22.25	18.50	-
21	pz-13-0016	INGEOMINAS No 1	102.5	FM. SABANA	17.70	14.30	-
22	pz-16-0003	GASEOSAS LUX No. 1	193	FM. SABANA FM. TILATÁ	35.50	30.50	-
23	pz-16-0025	SCHERING COLOMBIANA S.A.	167	FM. SABANA	40.10	35.10	-
24	pz-16-0029	COLORTEX- TEXRAMA	276	FM. SABANA	34.55	29.55	No permite la lectura de datos.
25	PZ-01-0105	ALDEA PROYECTOS	120	FM. LABOR TIerna	15.00	9.8	No cuenta con carga de batería, por ende, no registra datos.
26	pz-07-0005	CARBOQUIMICA	110	FM. SABANA	29.16	24.16	-
27	pz-07-0034	ARROZAL	150	FM. SABANA	21.00	15.89	El cambio de administración no permite el ingreso para realizar la descarga de los datos.

Fuente: SDA, 2024.

Página 7 de 74

Figura 3. Localización Pozos Red de Monitoreo Agua Subterráneas – RMAS.



Fuente: SDA, 2024.

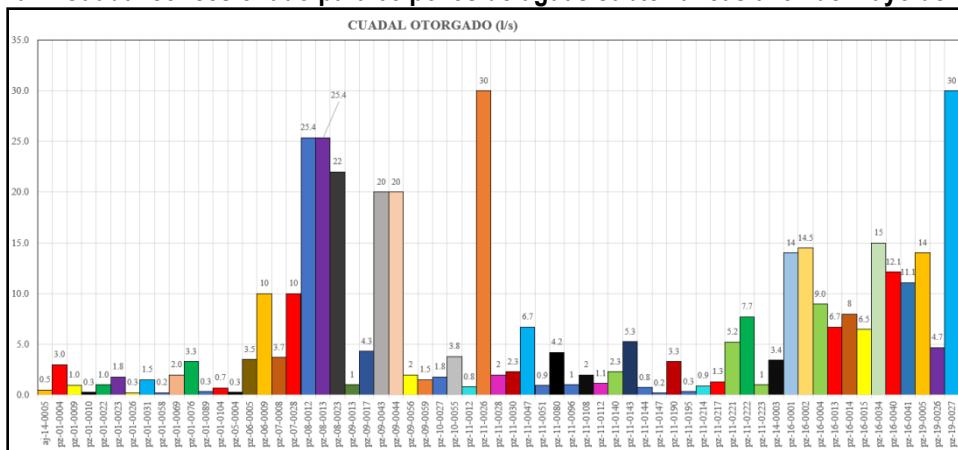
Cabe aclarar, que el registro de datos con mayor trayectoria inicia desde septiembre de 2020 con información de presión, temperatura y conductividad eléctrica cada hora. Así mismo, es importante resaltar que el límite de registro de datos para el análisis de información es hasta el 31 de mayo de 2024.

4.3. Caracterización de los consumos de agua subterránea en el Distrito Capital.

Para interpretar los datos de la RMAS se toma la información de consumos y pruebas de bombeo que se ejecutaron durante el año 2023 y primer semestre del año 2024 en los diferentes pozos concesionados y por concesionar; esta información permite determinar si presentan cambios en las variables analizadas y cuál es el origen de su cambio.

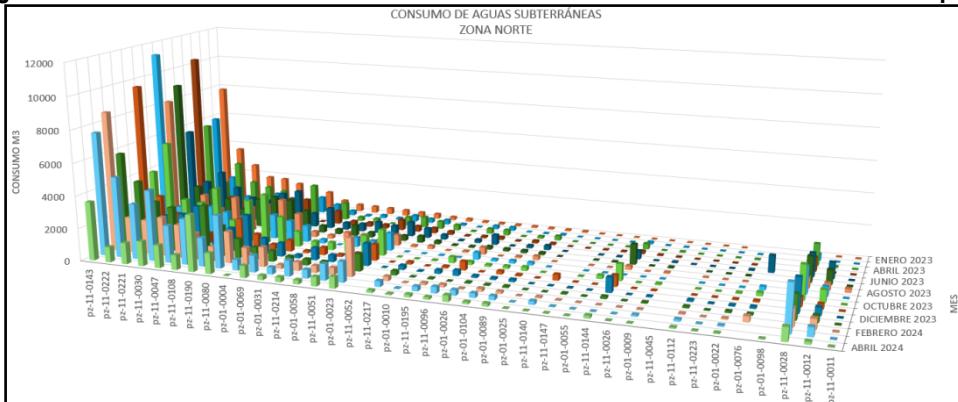
Así las cosas, a continuación, se observan los caudales concesionados para los 63 pozos y la distribución de los consumos desde el año 2023 a abril de 2024.

Figura 4. Caudal concesionado para 63 pozos de aguas subterráneas al 31 de mayo de 2024.



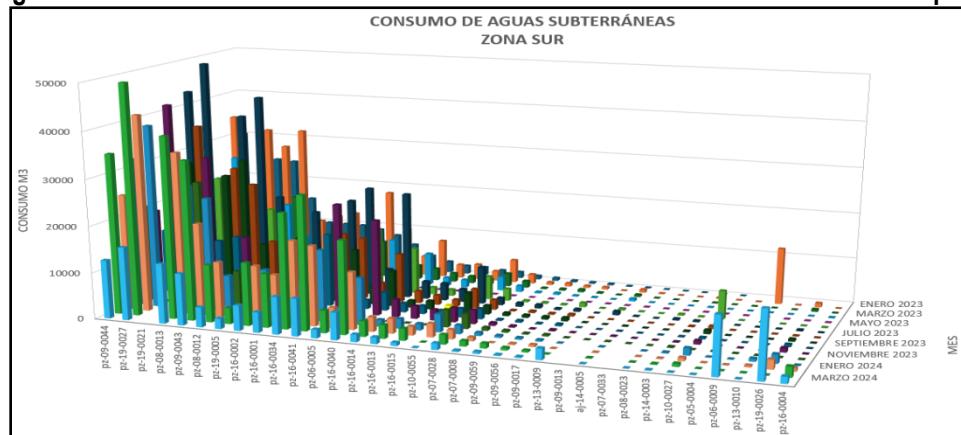
Fuente: SDA, 2024.

Figura 5. Consumos de enero de 2023 a abril de 2024 en la zona norte del Distrito Capital.



Fuente: SDA, 2024.

Figura 6. Consumos de enero de 2023 a abril de 2024 en la zona sur del Distrito Capital.



Fuente: SDA, 2024.

De lo anterior se destaca, que no necesariamente los pozos con mayor caudal otorgado son los que más consumen agua subterránea; este es el caso del pozo pz-11-0026 que tiene un caudal concesionado de 30 l/s, sin embargo, los consumos no superan los 100 m3/mes en comparación con los otros pozos. Ahora bien, los puntos de agua que consumen un valor mayor o igual a 4000 m3 son: pz-11-0143 (Club los Lagartos), pz-11-0222 (Club Guaymaral) y pz-11-0030 (Tennis Club).

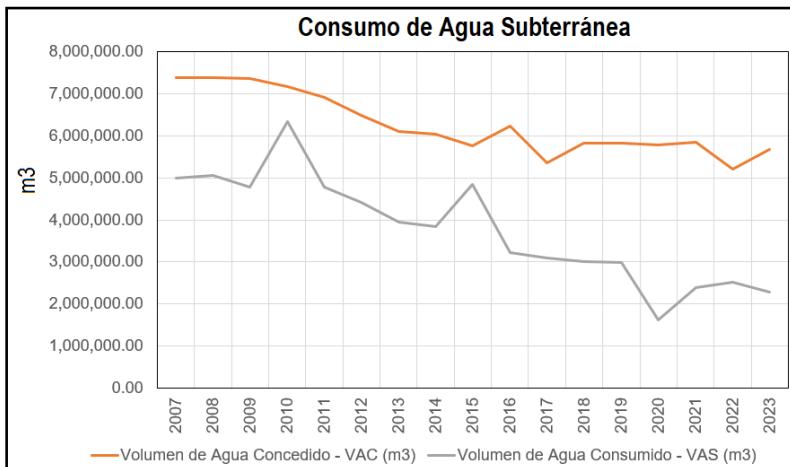
Otro aspecto importante a mencionar, es que los pozos con mayor caudal concesionado se encuentran en la zona sur, donde los caudales que superan un valor mayor o igual a 20 l/s son:

1. pz-08-0012 (Gaseosas Colombianas No. 2).
2. pz-08-0013 (Gaseosas Colombianas No. 3).
3. pz-09-0043 (ELIOT 1).
4. pz-09-0044 (ELIOT 2).
5. pz-08-0023 (Lafayette).
6. pz-19-0027 (Frigorífico Guadalupe No. 3).

Al igual que en el análisis realizado en la zona norte, se determina que los pozos que consumen un valor mayor o igual a 30.000 m3 son: pz-09-0044 (Eliot), pz-19-0027 (Frigorífico Guadalupe), pz-08-0013 (Gaseosas Colombianas) y pz-09-0043 (Eliot).

Cabe aclarar que los usuarios no consumen el total del caudal concesionado, ya que, generalmente los consumos no son contantes en el tiempo como se evidencia en la siguiente figura, donde se observa el volumen total anual tanto concedido como consumido.

Figura 7. Volumen de agua concedido versus volumen de agua consumido.



Fuente: SDA, 2024.

En conclusión, la demanda en el Distrito Capital es mayor en la zona sur donde las unidades hidrogeológicas más explotadas son el acuífero asociado al Río Tunjuelo (Fm. Chía 2) en las localidades de Tunjuelito y Kennedy, y el Acuífero Formación Tilatá en la localidad de Fontibón.

En la zona norte los acuíferos mas explotados en relación con el volumen son la Formación Labor Tierna y Formación Sabana que presenta una granulometría con mayor porcentaje de arenas en comparación con la zona sur del Distrito Capital.

Finalmente, como se indica con anterioridad la recarga se realiza principalmente en el Grupo Guadalupe, por este motivo, se incluye la precipitación de las estaciones ubicadas en los cerros orientales, sur y Conejera para correlacionar los datos registrados en los dispositivos. Los valores de precipitación diario son obtenidos a partir de las estaciones monitoreadas por el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático-IDIGER ubicadas cerca o en las zonas donde aflora el Grupo Guadalupe.

4.4 Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica de 26 pozos de monitoreo.

Pozo pz-01-0011. PARMALAT. Este punto de monitoreo con una profundidad de 80 m capta en los últimos 5 m el acuífero Formación Labor-Tierna. La batería de este equipo no ha sido remplazada, motivo por el cual los datos de nivel, temperatura y conductividad eléctrica son los registrados hasta el 31 de mayo de 2022 como se describe en el “Informe del estado ambiental de los acuíferos con influencia en el perímetro urbano del Distrito Capital del año 2022”.

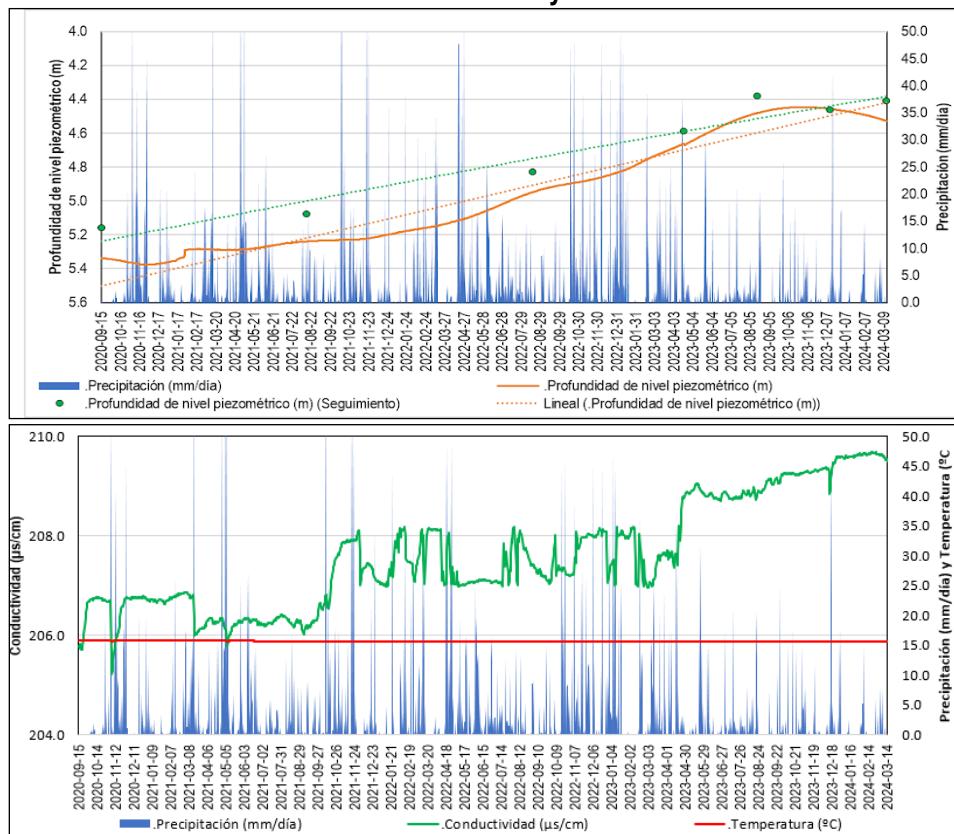
Pozo pz-01-0072. La Salle EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad de 266 m capta la Formación Labor-Tierna y Plaenners (zona de recarga), donde el dispositivo desde su instalación registra un ascenso total del nivel freático de 0.81 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.86 m), una temperatura constante promedio de 15.74 °C y una conductividad eléctrica promedio de 207.60 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que varía en menos de 5 órdenes de magnitud según los cambios de precipitación. Esta última variable aumenta con la disminución de las precipitaciones en esta Zona del distrito Capital.

Página 12 de 74

Frente al nivel piezométrico, se observa una tendencia ascendente, no obstante, se evidencia que este cambia su comportamiento, y desciende a 0.08 m desde octubre de 2023 al 13 de marzo de 2024. Este cambio en la tendencia puede ser atribuible a la disminución en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones.

Cabe resaltar que se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.2 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables registradas en el pozo pz-01-0072.

Figura 8. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0072- Acuífero Labor-Tierna y Plaeners.



Fuente: SDA, 2024.

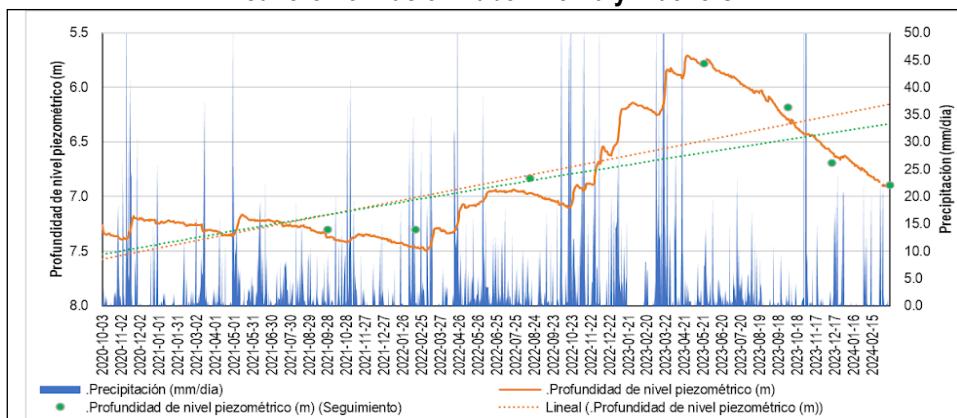
La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica de este punto de monitoreo es “Colegio Friedrich Naumann”, la cual está ubicada 593 m de longitud al sur del pozo de monitoreo.

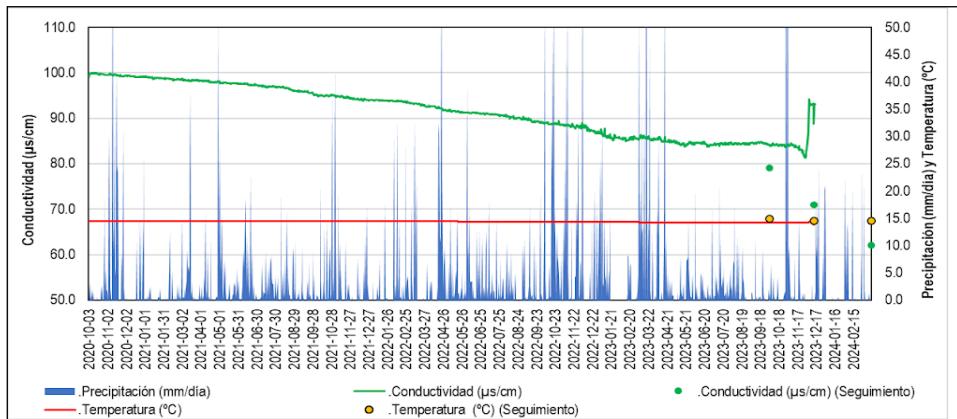
Pozo pz-01-0100. La Aguadora EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad de 300 m capta la Formación Labor-Tierna y Plaeners, donde el dispositivo instalado registra un ascenso del nivel piezométrico de 0.35 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.21 m), una temperatura constante promedio de 14.37 °C y una conductividad eléctrica promedio de 91.62 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que decae a 81.27 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y finaliza con un cambio drástico donde asciende la conductividad eléctrica, el cual, puede estar asociado al bajo porcentaje de la batería (3 %). Es de resaltar que en esta zona del Distrito Capital no existen pozos a menos de 1 km de distancia que puedan alterar la dinámica del nivel freático monitoreado en este pozo.

Frente al nivel piezométrico se observa un ascenso máximo hasta 5.73 m al 1 de mayo de 2023, el cual, decae a 6.91 m el 14 de marzo de 2024. Este cambio puede estar asociado a la disminución en la intensidad de las precipitaciones, no obstante, la tendencia se mantiene ascendente. Cabe mencionar que el registro de los niveles inicia a ser intermitente durante el mes de febrero y abril de 2024 debido a las condiciones de la batería.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables registradas en el pozo pz-01-0100.

**Figura 9. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0100-
Acuífero Formación Labor-Tierna y Plaeners.**





Fuente: SDA, 2024.

Al igual que el punto de monitoreo La Salle se realizan mediciones in-situ para verificar el nivel, la temperatura y conductividad eléctrica, determinando que los valores de nivel y temperatura observados difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.2 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 50 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es la “Escuela Pedagógica Experimental”, la cual está ubicada al sur-oriente del punto de monitoreo (Localidad de Usaquén-Barrio Paramo).

Los puntos de monitoreo ubicados en el grupo Guadalupe son fundamentales para obtener información sobre el comportamiento de la zona de recarga y así tomar decisiones por parte de esta Autoridad frente a su investigación y protección.

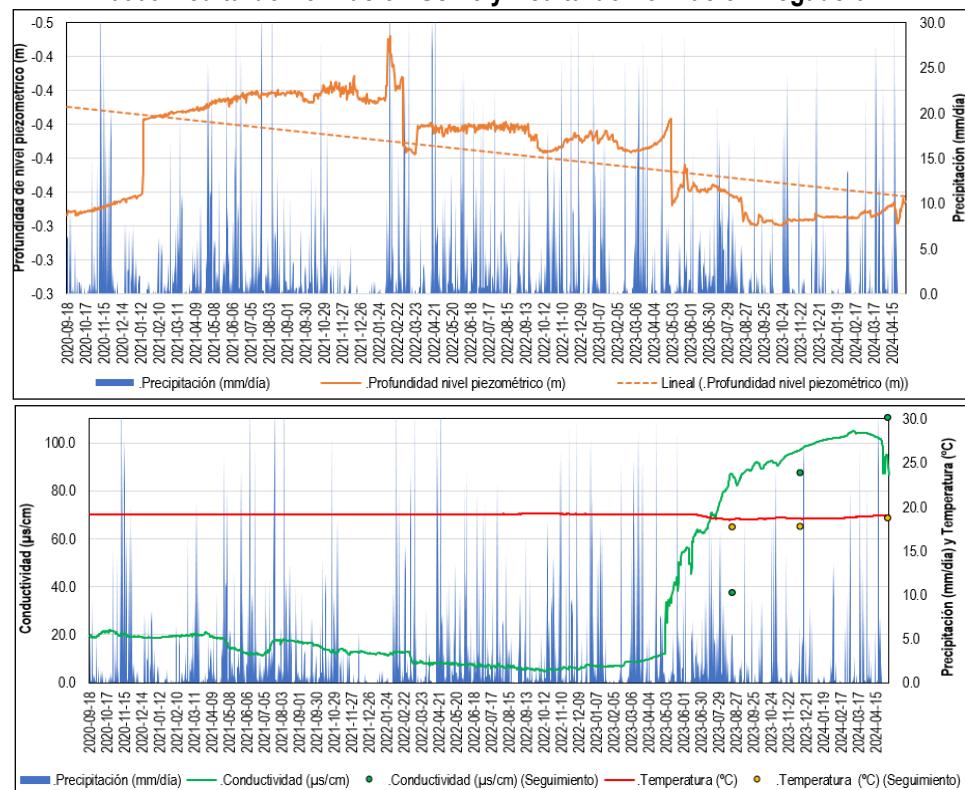
Pozo pz-05-0003. Ladrillera Helios. Este punto de monitoreo con una profundidad de 113 m es de tipo saltante o artesiano, ya que, el tramo de filtros capta el acuífero Formación Regadera que se encuentra confinado por la Formación Usme. El nivel piezométrico de este punto de monitoreo continúa siendo de tipo saltante, con una carga sobre el terreno que no supera los 0.45 m desde el inicio de su registro. También se puede determinar que la disminución de la frecuencia en la precipitación de noviembre de 2023 a abril de 2024 no cambia drásticamente la tendencia del nivel piezométrico en comparación con los primeros registros almacenados en septiembre de 2020.

Es importante mencionar que en la zona de estudio no existen pozos concesionados que puedan generar cambios en la dinámica hídrica monitoreada, sin embargo, existen actividades mineras que pueden cambiar la tendencia natural registrada por el dispositivo.

Otro aspecto que puede cambiar las variables registradas por el dispositivo es la falta de mantenimiento, ya que, este punto presenta una alta colmatación debido a la presencia de hierro.

En relación con la temperatura, se evidencia que esta es principalmente constante, con un valor promedio de 19.06 °C. La conductividad eléctrica promedio es de 32.94 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la cual, varía de 4.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a máximo 104 $\mu\text{s}/\text{cm}$, siendo este un indicador de aguas con poco recorrido asociadas a una zona de recarga. Frente a esta última variable se observa un cambio drástico a partir del 1 de mayo de 2023, condición que debe ser verificada en el tiempo para identificar las causas en relación a si se mantiene o cambia su tendencia. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-05-0033.

Figura 10. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-05-0033-Acuitardo Formación Usme y Acuitardo Formación Regadera.



Fuente: SDA, 2024.

Frente a los datos de temperatura y conductividad eléctrica observados con sonda de nivel se evidencia que varían en relación por con los calculados por el dispositivo, situación que debe ser verificada mediante una sonda multiparamétrica calibrada.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio la Belleza”, la cual está ubicada al nor-oriente del punto de monitoreo (Localidad San Cristóbal-Barrio La Belleza).

Finalmente, el monitoreo de este punto es fundamental para tomar decisiones sobre la conservación de zonas de recarga en esta zona del Distrito Capital.

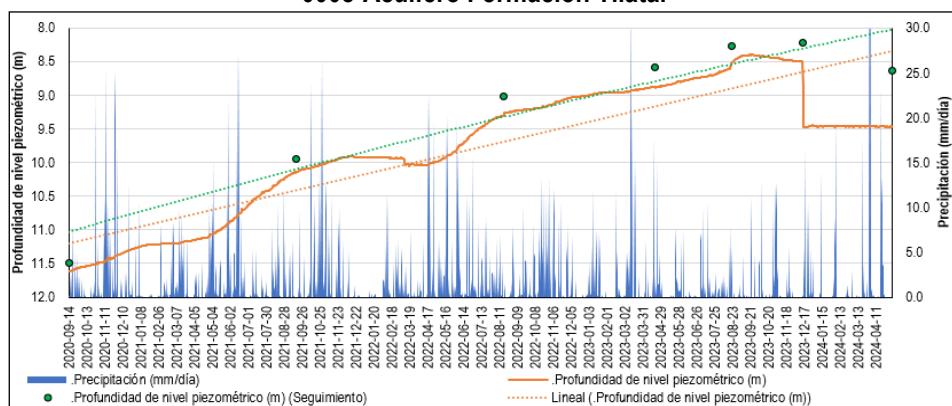
Pozo pz-06-0008. General Motors. Este punto de monitoreo con una profundidad de 255 m capta del acuífero Formación Tilatá, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 2.16 m, **con un pico registrado a corte del 31 de julio de 2023, dónde el nivel ascendió 3.11 m**; una temperatura constante promedio de 18.09 °C y una conductividad eléctrica promedio de 638.08 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (conductividad eléctrica mínima de 553 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y máxima de 664 $\mu\text{s}/\text{cm}$) que inicia a estabilizarse a partir del año 2021 con cambios semejantes a el aumento o disminución de la precipitación.

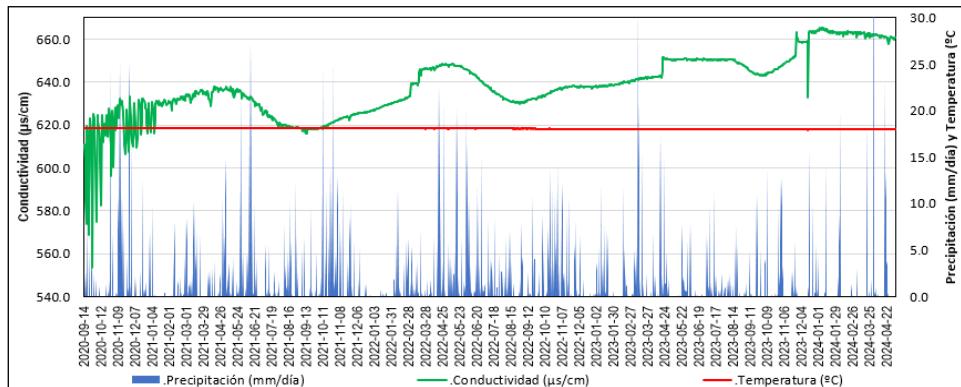
Así las cosas, la tendencia del nivel piezométrico en general se mantiene ascendente o sin variaciones como se evidencia durante el segundo semestre de 2023 y abril de 2024, así, las frecuencias de las precipitaciones hayan disminuido.

Se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.3 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-06-0008.

Figura 11. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-06-0008-Acuífero Formación Tilatá.





Fuente: SDA, 2024.

Cabe aclarar, que el cambio ocurrido el 16 de diciembre de 2023 en las variables conductividad eléctrica y nivel piezométrico (disminución del nivel en aproximadamente 0.91 m) se debe al mantenimiento que realiza el equipo de trabajo de aguas subterráneas, el cual consistió en la limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo.

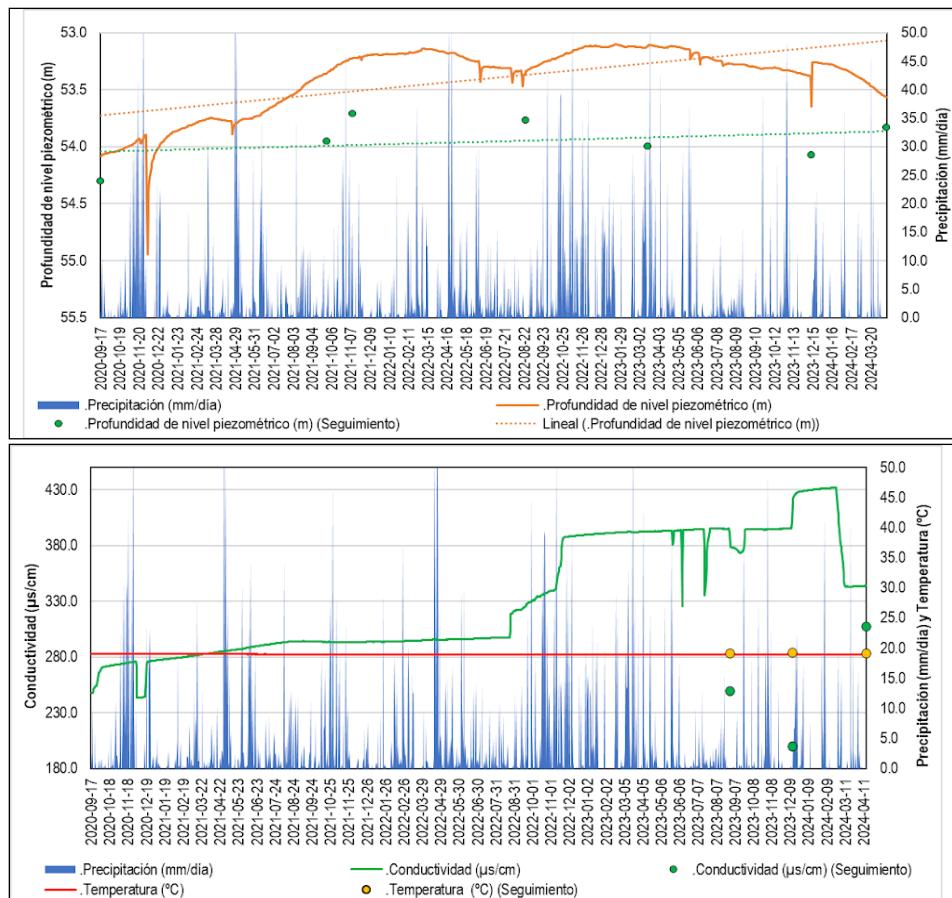
La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Sierra Morena”, la cual está ubicada al sur-occidente del punto de monitoreo (Localidad de Ciudad Bolívar-Barrio la Pradera).

Pozo pz-08-0007. Auto Boyacá. Este punto de monitoreo con una profundidad de 454 m capta de las formaciones Sabana y Tilatá, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.51 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.78 m), una temperatura constante promedio de 18.97 °C y una conductividad eléctrica promedio de 3331.92 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que presenta relación con el comportamiento del nivel piezométrico.

El cambio del nivel piezométrico registrado el 12 de diciembre de 2023 se debe al mantenimiento que realiza el equipo de trabajo de aguas subterráneas, el cual consistió en la limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo. De otra parte, es importante mencionar que durante el año 2023 y 2024 no se reportan pruebas de bombeo a por lo menos 2 Km de distancia que puedan alterar de forma puntual la dinámica registrada como sucedió a inicios de diciembre de 2020.

Así mismo, se evidencia que los niveles observados no coinciden con los reportados por el dispositivo, siendo esta la diferencia de menos de 1 m. Este resultado permite generar una alerta sobre la necesidad de ajustar los equipos frente al nivel observado en campo.

Figura 12. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-08-0007-Acuífero Formación Sabana-Tilatá.



Fuente: SDA, 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

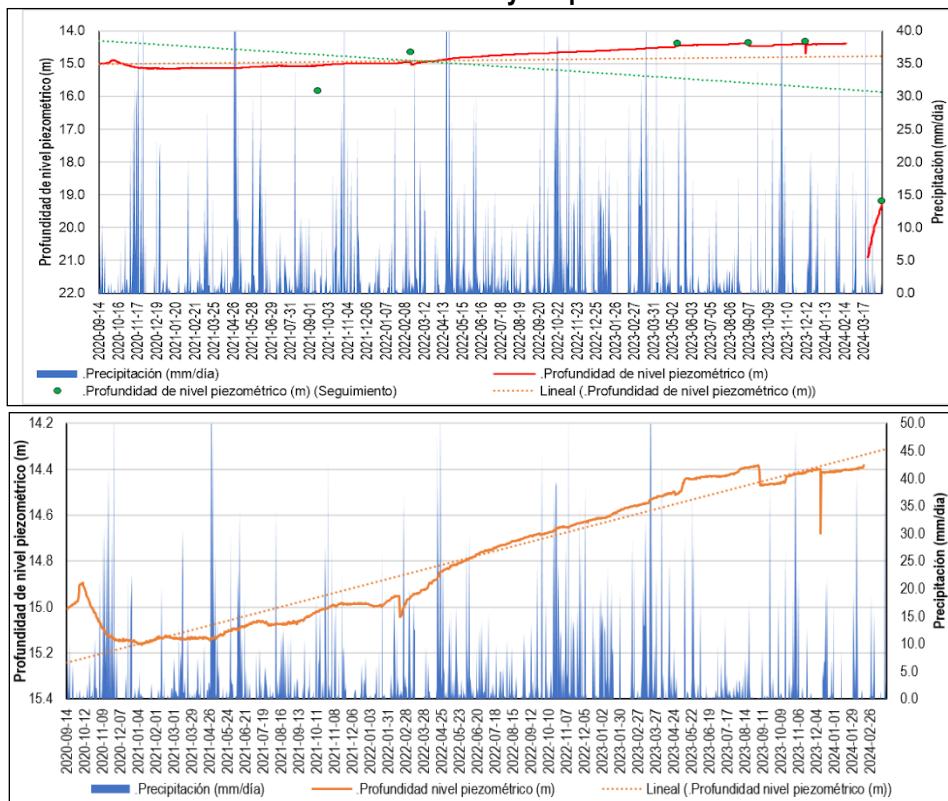
Pozo pz-09-0008. Servicentro el Tesoro-Santa Ana. Este punto de monitoreo se encuentra a una profundidad total de 126 m y capta de la unidad hidrogeológica Formación Sabana, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.56 m (hasta el 16 de febrero de 2024), una temperatura constante promedio de 18.43 °C y una conductividad eléctrica promedio de 1019 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

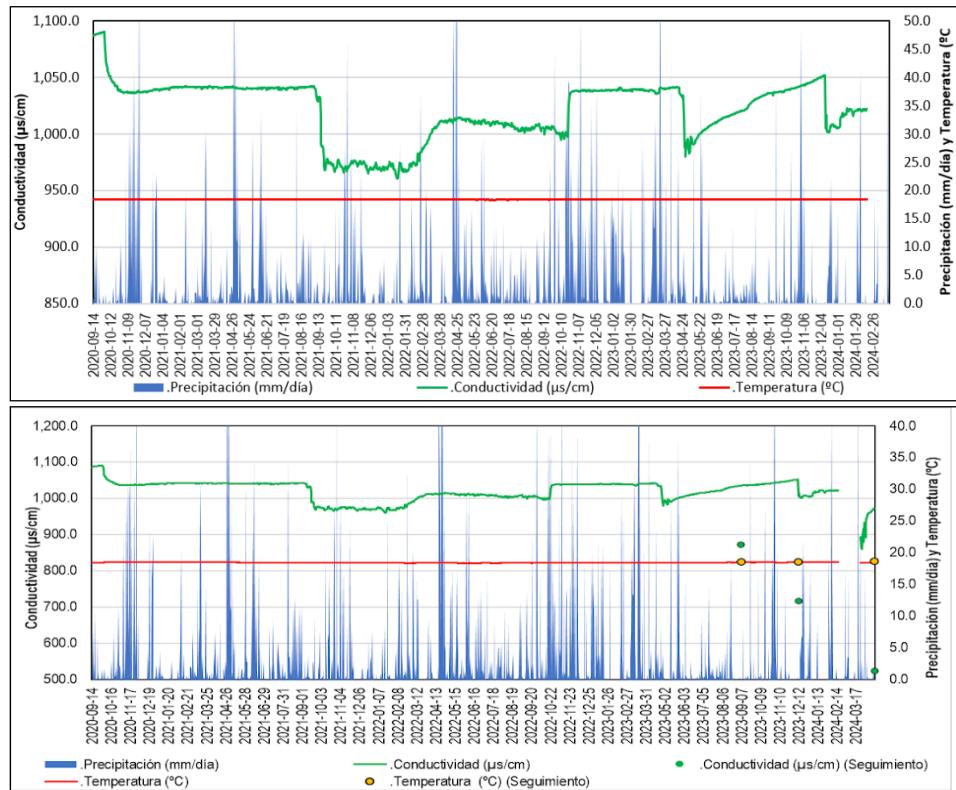
Frente al nivel piezométrico se puede evidenciar que este no sufre cambios asociados a pruebas de bombeo, como se pudo corroborar en marzo y agosto de 2023, donde a 2.4 km al sur-oriente se ejecutan en el pozo concesionado pz-09-0056 (Jornet) 2 pruebas. Esto indica que el acuífero no presenta mayor conectividad en la localidad de Fontibón.

De otra parte, los datos de conductividad eléctrica y nivel piezométrico se ven afectados desde el 16 de febrero de 2024 debido a la limpieza ejecutada por la Empresa al pozo donde se encuentra el dispositivo, pasando de tener un nivel promedio de 14.79 m a 20.01 m y una conductividad eléctrica promedio de 1021.32 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 933.67 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Cabe también aclarar que, la limpieza fue ejecutada con compresor generando cambios drásticos en la dinámica del pozo, ya que, generalmente los resultados de una limpieza ocasionan que el nivel ascienda, y en este caso el nivel se abatió.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables antes y después de la intervención realizada en el pozo.

Figura 13. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0008-Acuífero Formación Sabana antes y después de 16 de febrero de 2024.





Fuente: SDA, 2024.

Finalmente, se determina que las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica difieren para esta última variable en casi 500 ordenes de magnitud. En cambio, para nivel y temperatura los valores observados difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.5 m). Es así, como se determina la necesidad de realizar un mantenimiento al dispositivo, ajustando las variables observadas con un mayor grado de precisión; para esto de deben usar sondas multiparamétricas y no una sonda de nivel que se descalibra muy fácilmente.

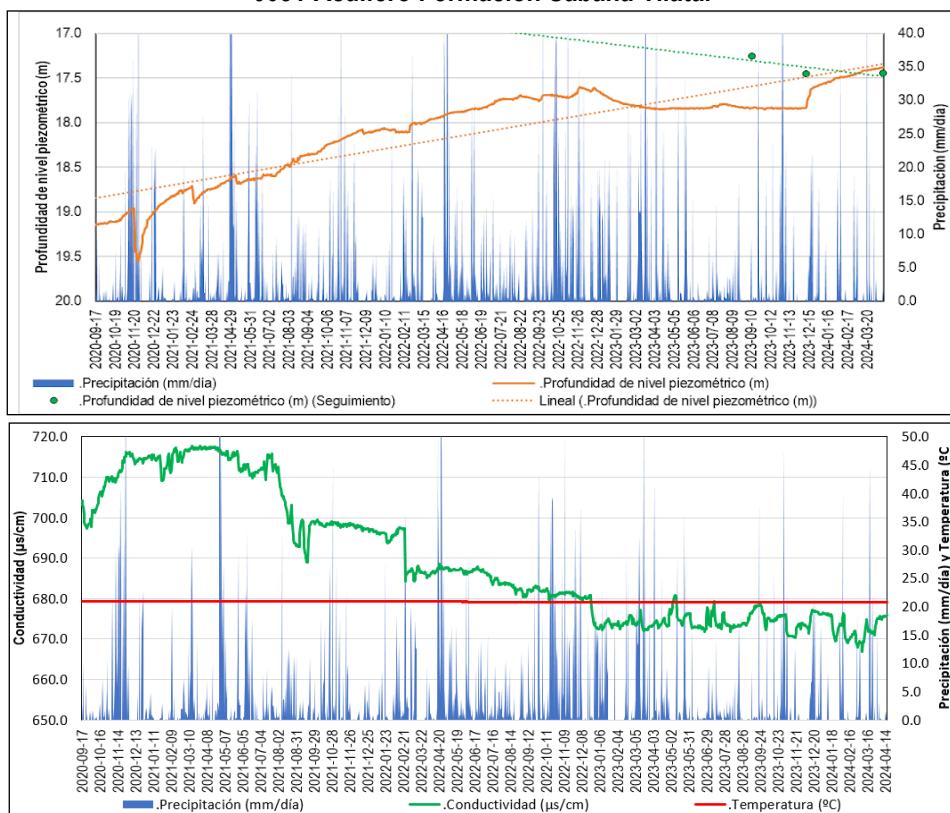
La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-09-0031. IMAL. Este punto de monitoreo con una profundidad de 483 m capta de la unidad hidrogeológica Formación Sabana y Formación Tilitá (filtro distribuidos entre los 52.37 m y los 483.37 m), donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.77 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.31 m), una temperatura constante promedio de 20.87 °C y una conductividad eléctrica promedio de 689.49 μs/cm. Esta última variable presenta cambios que tienen relación con el aumento o disminución de la precipitación, sin embargo, desciende con el tiempo llegando a un valor mínimo de 607 μs/cm.

Es importante mencionar que se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.6 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían en ordenes hasta en 300 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-09-0031.

Figura 14. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0031-Acuífero Formación Sabana-Tilatá.



Fuente: SDA, 2024.

Frente al nivel piezométrico, se registra que la tendencia durante toda la serie de datos es ascendente, sin embargo, en el año 2023 se estabiliza y vuelve a ascender en diciembre de 2023, ya que, el equipo de trabajo de aguas subterráneas realiza un mantenimiento, el cual, consistió en la limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo.

Cabe aclarar que del 31 de julio de 2022 al 31 de mayo de 2024 no se ejecutan pruebas de bombeo en la unidad hidrogeológica captada por el pozo en un radio mínimo de 3 Km de distancia, condición que se ve reflejada en los

datos de nivel y conductividad, ya que, no presentan cambios abruptos como sucedió en noviembre de 2020 debido a la explotación ilegal que se generó en esta zona del Distrito Capital (Localidad de Fontibón).

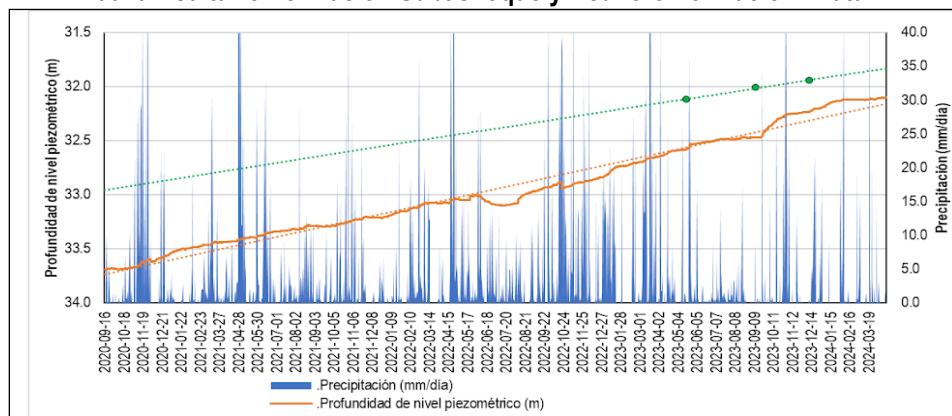
Finalmente, es importante mencionar que la estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

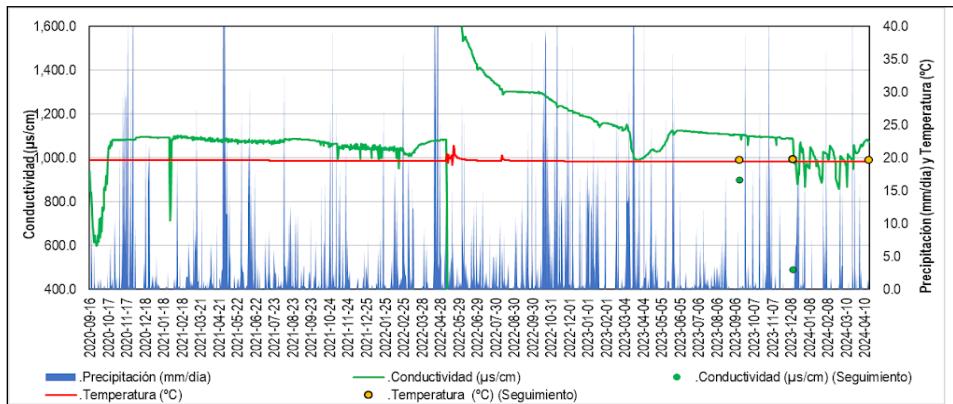
Pozo pz-09-0040. INDEGEA S.A. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 532 m capta de la unidad hidrogeológica Formación Sabana, Formación Subachoque y Formación Tilatá, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.65 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.27 m), una temperatura constante promedio de 19.54 °C y una conductividad eléctrica promedio de 1105.92 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Cabe aclarar que el cambio que se presenta en esta última variable en mayo de 2022 se debe a la limpieza ejecutada en el pozo.

Se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.5 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-09-0040.

Figura 15. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0040-Acuífero Formación Subachoque y Acuífero Formación Tilatá.





Fuente: SDA, 2024.

Frente al nivel piezométrico no se evidencian cambios drásticos ya sea por la ejecución de pruebas hidráulicas o fenómenos ambientales como sucedió con las bajas precipitaciones durante el último trimestre de 2023 y principios de 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

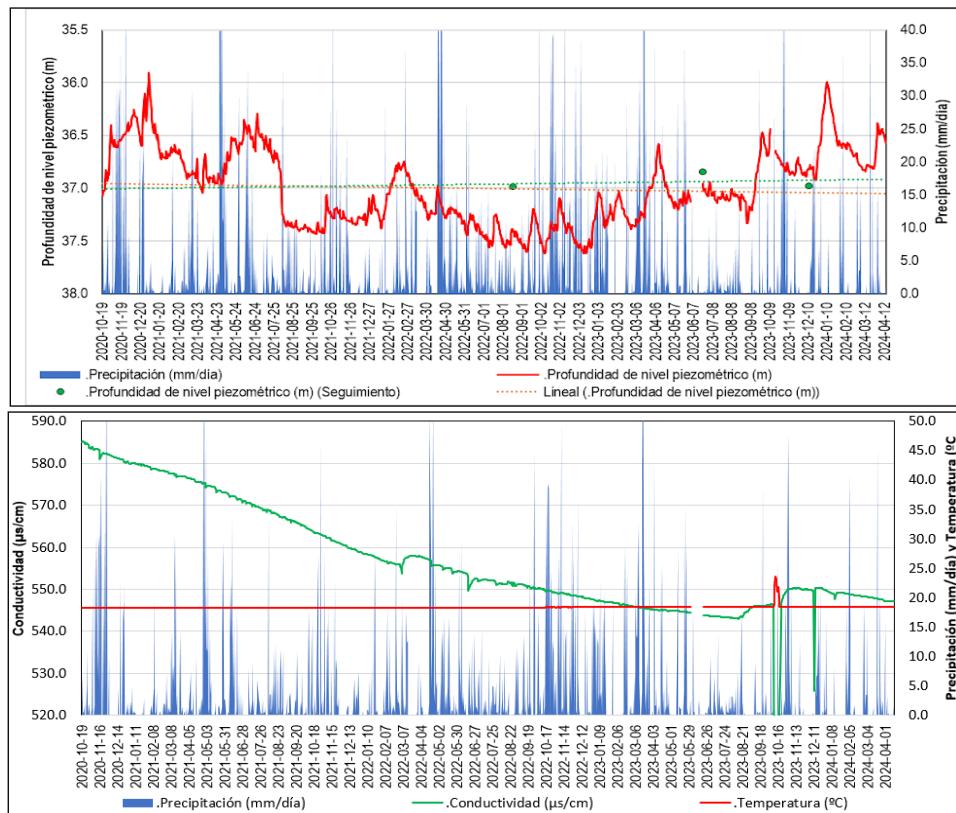
Pozo pz-09-0060. ELIOT. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 391 m capta de la unidad hidrogeológica Formación Tilitá, donde el dispositivo instalado registra un descenso total del nivel piezométrico de 0.47 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel descendió -0.11 m y del 2021 al 2022 ascendió 0.35 m), una temperatura constante promedio de 18.39 °C y una conductividad eléctrica promedio de 554.16 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esta última variable desciende a mínimo 543.34 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en octubre de 2023 y posteriormente asciende como ocurre con el nivel piezométrico.

El comportamiento del nivel piezométrico del punto de monitoreo depende de la explotación generada en 2 pozos concesionados ubicados a una distancia inferior de 133 m, los cuales, captan principalmente del acuífero Formación Sabana, sin embargo, existen filtros de los 196 m a los 208 m (12 m) para el pozo pz-09-0043 (ELIOT 1) y de 195 m a los 210 m (15 m) para el pozo pz-09-0044 (ELIOT 2) que captan del acuífero Formación Tilitá.

Se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.5 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-09-0060.

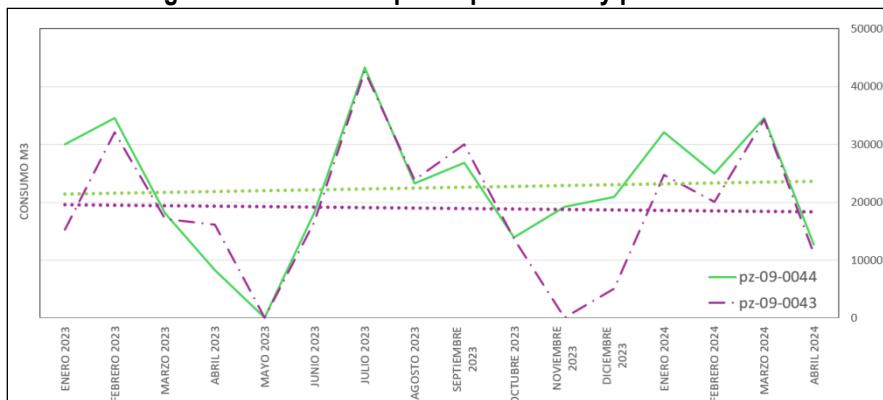
Figura 16. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0060-Acuífero Formación Tilitá.



Fuente: SDA, 2024.

Frente al nivel piezométrico, se evidencia que en el segundo semestre de 2023 comienza a ascender el nivel, así los consumos de los pozos concesionados se mantengan constantes. En la siguiente figura se observa el comportamiento de los consumos captados por los 2 pozos desde enero de 2023 a abril de 2024.

Figura 17. Consumos pozos pz-09-0033 y pz-09-0044.



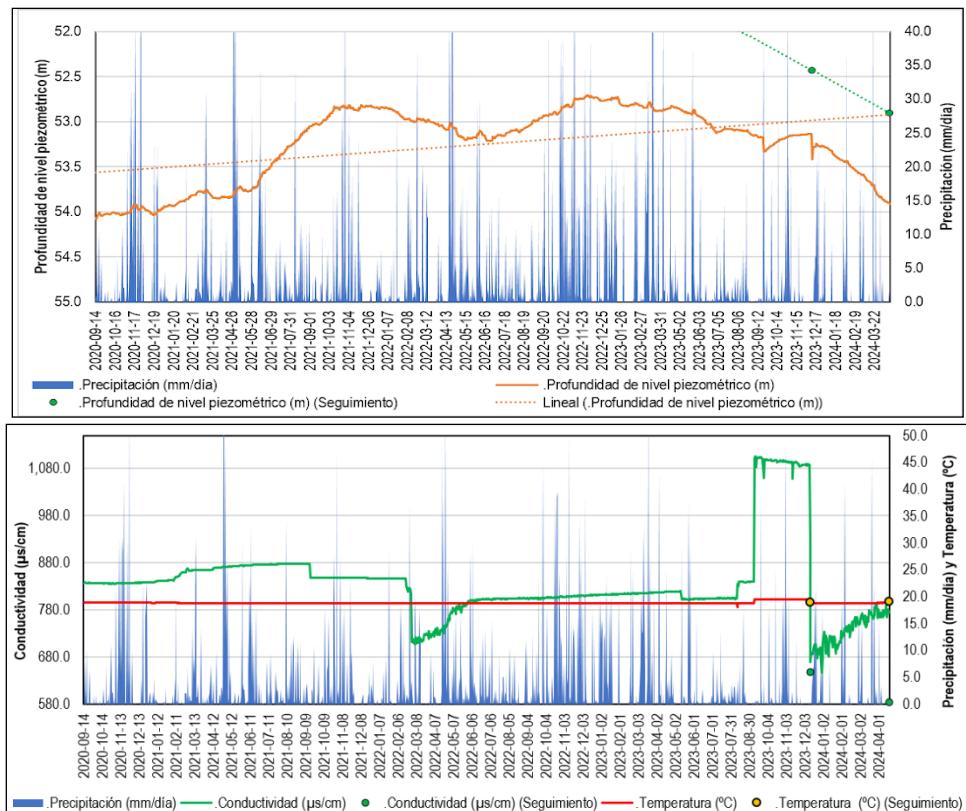
Fuente: SDA, 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-09-0062. Parque Metropolitano Zona Franca. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 417 m capta del acuífero Formación Tilatá, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.14 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.98 m), una temperatura constante promedio de 18.64°C y una conductividad eléctrica promedio de 591.05 $\mu\text{s}/\text{cm}$. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables registradas.

Se realizan mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que los variables nivel y conductividades eléctricas observadas difieren de los valores registrados por el dispositivo. Por ejemplo, para nivel piezométrico la diferencia es de máximo 0.7 m y para la variable conductividad eléctrica llega a ser hasta de 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esto último se debe a que la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad.

Figura 18. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-09-0062-Acuífero Formación Tilatá.



Fuente: SDA, 2024.

Frente al nivel piezométrico, se evidencia que desde el año 2023 los niveles descienden; sin embargo, la tendencia se mantiene positiva. De igual manera, la disminución en la intensidad y frecuencia de la precipitación durante el segundo semestre de 2023 y el primer semestre de 2024 no generan cambios drásticos en esta variable.

De otra parte, la conductividad eléctrica presenta cambios que no tienen relación con la precipitación y el nivel piezométrico, condición que debe ser investigada con mayor detalle. No se descarta que existan cambios drásticos debido a la desconfiguración del equipo.

Finalmente, es importante mencionar que el dispositivo instalado en el pozo presento un mantenimiento en diciembre de 2023, el cual, consistió en la limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo. Esta actividad la ejecuto el grupo de aguas subterráneas.

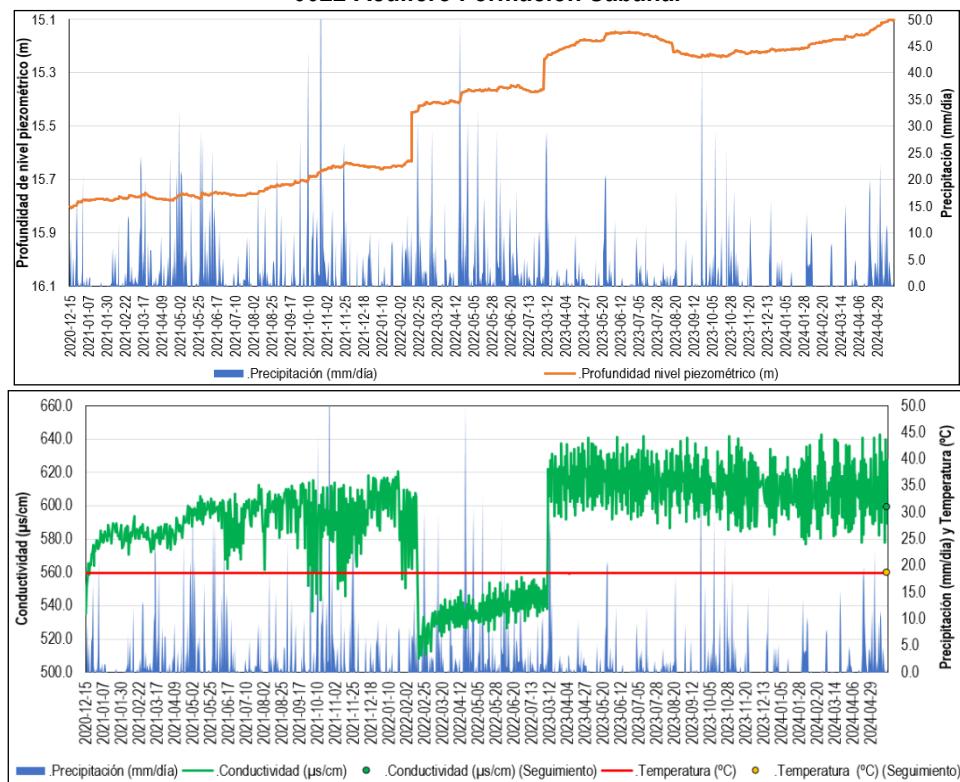
La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-10-0022. Autolavado Beto. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 102 m capta del acuífero Formación Sabana, donde el dispositivo instalado registra un ascenso del nivel piezométrico de 0.7 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.26 m), una temperatura constante de 18.64 °C y una conductividad eléctrica promedio es de 575.60 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Debido a que el propietario del predio generalmente no se encuentra para dar accesibilidad al punto de monitoreo, la SDA ha registrado solo 3 valores in-situ para definir si el nivel calculado por el dispositivo es el correcto. En este sentido se calcula que la diferencia entre el valor observado y el calculado es inferior a 0.6 m. En esta medida se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo.

Figura 19. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-10-0022-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Frente al nivel piezométrico se evidencia una tendencia ascendente, sin embargo, este comportamiento es casi constante durante el año 2023 debido a la baja frecuencia e intensidad de la precipitación. Igualmente, es importante resaltar que las variaciones del nivel piezométrico en relación con la precipitaciones no son significativas en comparación con otros puntos de monitoreo, situación que define una baja conexión hidráulica con la zona de recarga.

Es de resaltar que a finales del año 2023 e inicios del año 2024 la precipitación disminuye su frecuencia e intensidad, sin embargo, no se presentan cambios drásticos del nivel piezométrico y la conductividad eléctrica.

Ahora bien, la conductividad eléctrica presenta una alta relación con el aumento o disminución de la precipitación, donde se puede evidenciar que al aumentar la intensidad de la variable climática disminuye la conductividad eléctrica como no sucede con el nivel piezométrico.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Rodolfo Llinás”, la cual está ubicada al Nor-Oeste del punto de monitoreo (Localidad Engativá-Barrio Bolivia Oriental). Se interpretan los datos de nivel, conductividad eléctrica y temperatura con la precipitación registrada en la estación ubicada cerca de los cerros de Suba donde aflora el grupo Guadalupe, ya que, es la zona de recarga más cercana y los valores de conductividad eléctrica (585 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en promedio) son similares a los registrados en el pozo pz-11-0023 (MEALS). Es recomendable evaluar esta hipótesis mediante un estudio hidrogeoquímico e isotópico.

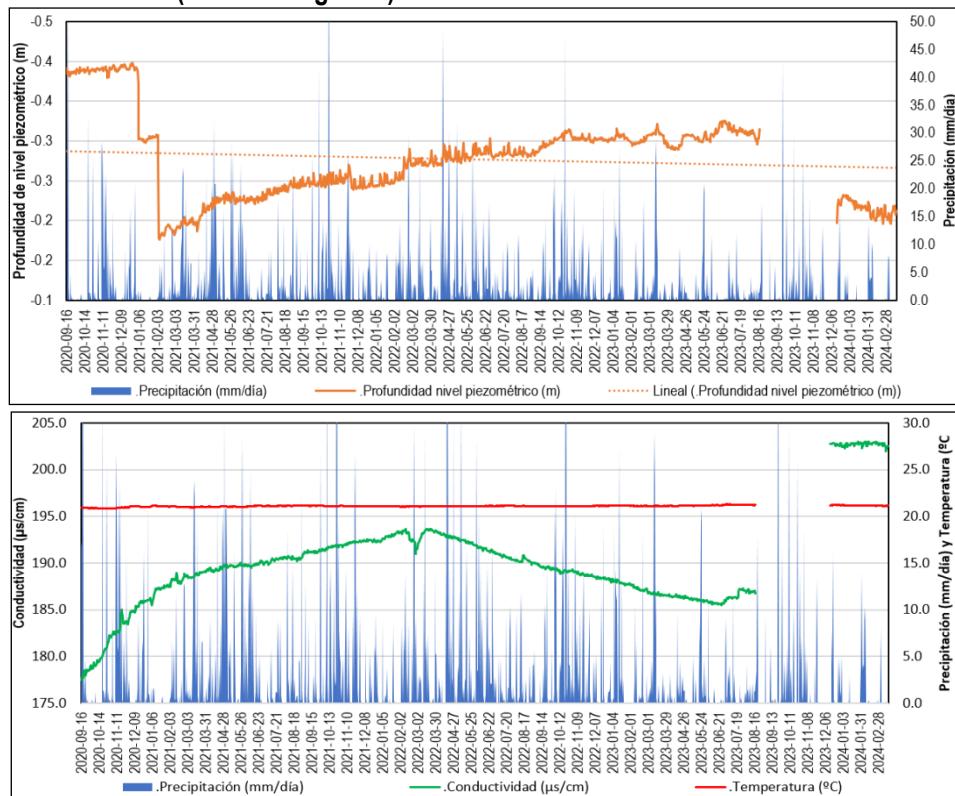
Pozo pz-11-0145. Club los Lagartos. Este punto de monitoreo con una profundidad de 60 m es de tipo saltante o artesiano, ya que, se encuentra confinado por depósitos coluviales provenientes de la parte alta donde aflora el acuífero Formación Guaduas, captando este pozo del acuífero formación Labor Tierna. El nivel piezométrico de este punto de monitoreo continúa siendo de tipo saltante así la tendencia sea descendente, con un ascenso del nivel de aproximadamente 0.2 m sobre el terreno. La temperatura de esta unidad hidrogeológica en el punto de monitoreo es en promedio de 21.09 °C, aumentando aproximadamente 0.5 grados en comparación con el primer registro tomado en septiembre de 2020. En relación con la conductividad eléctrica se calcula un promedio de 189.99 $\mu\text{s}/\text{cm}$, donde para el periodo 2022-2023 desciende de los 194 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a los 187 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Este dispositivo dejó de transmitir datos para las 3 variables el 17 de agosto de 2023; posteriormente y debido a el mantenimiento que realiza el grupo de aguas subterráneas (limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo) el 14 de diciembre de 2023 el equipo continúa registrando las 3 variables. Este mantenimiento genera que la tendencia de los datos de nivel y conductividad eléctrica cambie; por ejemplo, para la conductividad el aumento generado fue de 16 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y para el nivel piezométrico fue de 0.1 m menos que el ultimo registro. El descenso de la variable nivel piezométrico pudo generarse debido a la baja frecuencia e intensidad de las precipitaciones en esta zona del Distrito Capital, donde existe una zona de recarga.

Cabe resaltar que se realizan mediciones in-situ para verificar temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que la variable conductividad eléctrica observada difiere de los valores registrados por el dispositivo en aproximadamente 20 órdenes de magnitud menos. Por este motivo, en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo.

Figura 20. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-11-0145 (Club los Lagartos)-Acuífero Formación Labor-Tierna.



Fuente: SDA, 2024.

Cabe aclarar que los cambios en el nivel piezométrico son casi inmediatos cuando se presenta los eventos de precipitación o aumentan y disminuyen los consumos en los pozos concesionados como el pz-11-0143. Me parece importante concluir o ratificar evidencia que implica en la conductividad y comportamiento del acuífero.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es “Colegio Rodolfo Linas”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad de Engativá-Bolívar Oriental).

Pozo pz-11-0101. UNICERVANTES. Este punto de monitoreo con una profundidad de 144 m capta de la Formación Labor-Tierna a una profundidad entre 109 m a 112 m (acuífero semi-confinado). La batería de este equipo no ha sido remplazada, motivo por el cual los datos de nivel, temperatura y conductividad eléctrica son los registrados hasta el 21 de junio de 2022 como se describe en el *“Informe del estado ambiental de los acuíferos con influencia en el perímetro urbano del Distrito Capital del año 2022”*.

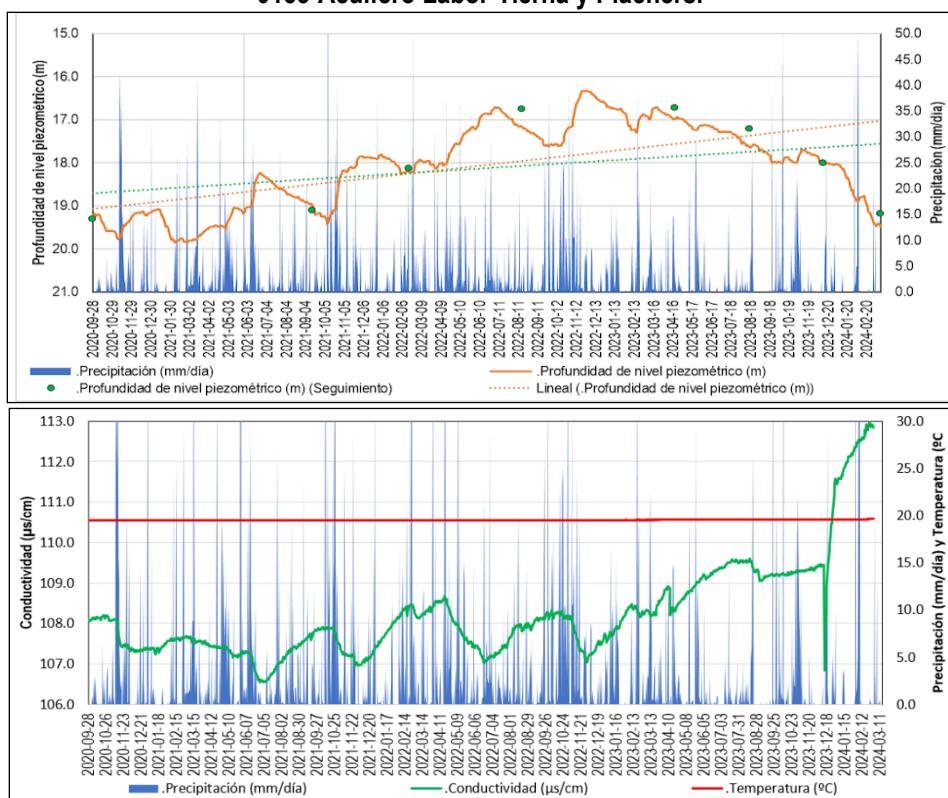
Pozo pz-11-0153. Suba EAAB. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 411 m capta del acuífero Formación Labor-Tierna y Plaeners, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de

-0.28 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.55 m), una temperatura promedio constante de 19.53 °C y una conductividad eléctrica promedio de 108.24 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Antes de la descarga de los datos se realizan mediciones in-situ de nivel para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, donde se determina que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.5 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 30 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esto sucede debido a que la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

Es de resaltar que, el nivel piezométrico asciende a máximo 16.34 m en junio de 2022, posteriormente descende a 19.48 m, valor que es similar al registrado en septiembre de 2020 cuando se instaló el dispositivo. Igualmente, se evidencia que el nivel tiene relación con los cambios en la precipitación, así estos no sean de forma inmediata. Otro aspecto importante a mencionar es que la disminución en la frecuencia de la precipitación durante el segundo semestre de 2023 y primer semestre de 2024 no genera cambios drásticos en el comportamiento del acuífero monitoreado. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-11-0153.

Figura 21. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-11-0153-Acuífero Labor-Tierna y Plaeners.



Fuente: SDA, 2024.

Página 31 de 74

Frente al comportamiento de la conductividad eléctrica, esta asciende el 18 de diciembre de 2023 cuando el equipo de aguas subterráneas realiza el mantenimiento del dispositivo (limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo). Sin embargo, esta variable es inversa al nivel piezométrico, ya que, cuando el nivel desciende la conductividad eléctrica aumenta.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es "Colegio 21 Ángeles", la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad de Suba-Tuna Alta).

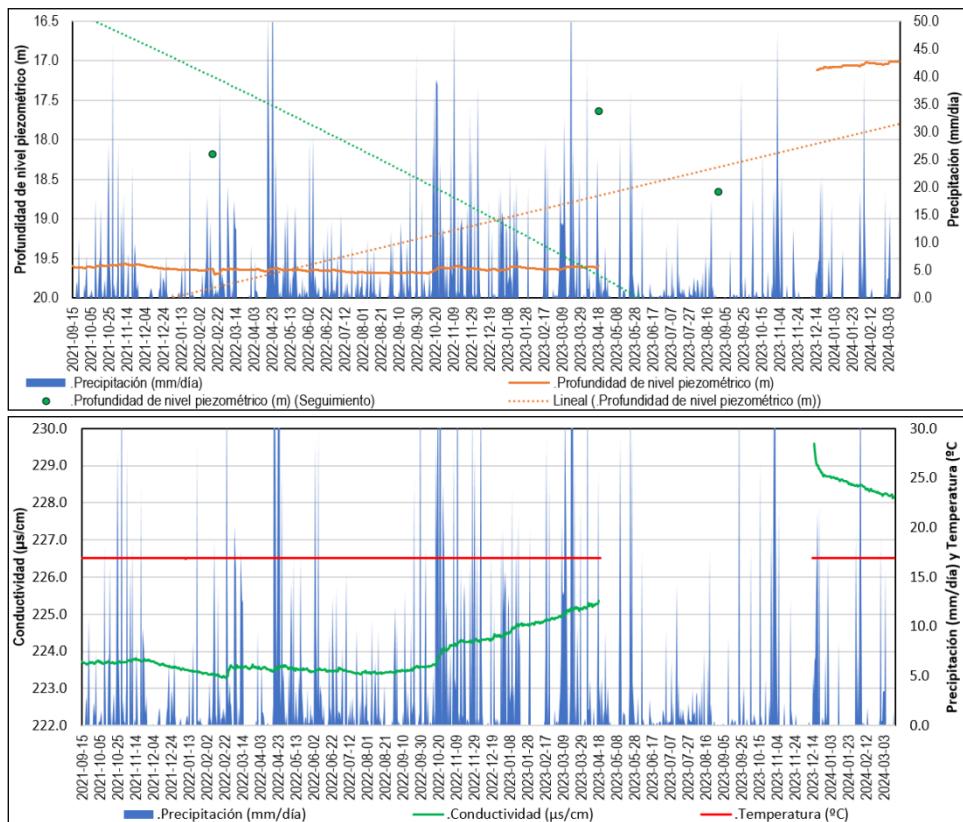
Pozo pz-12-0025. Artesanías de Colombia. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 200 m capta del acuífero Formación Sabana, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.01 m la 19 de abril de 2023. Posteriormente, el dispositivo deja de medir datos hasta el 16 de diciembre de 2023 donde el grupo de aguas subterráneas realiza un mantenimiento preventivo (limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo) para que el dispositivo siga midiendo datos. Por este motivo, el nivel pasa de 19.59 m a 17.11 m el 16 de diciembre de 2023. En este último tramo el nivel piezométrico asciende 0.1 m.

La temperatura promedio constante es de 16.93 °C y la conductividad eléctrica promedio de 224.52 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esta última variable asciende a un valor máximo de 225.75 $\mu\text{s}/\text{cm}$ como se observa en la siguiente figura. Esta última variable al igual que el nivel piezométrico cambia cuando se le realiza manteniendo, pasando de 225.82 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en abril de 2023 a 229.35 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en diciembre de 2023.

Las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, indican que las variables nivel y temperatura observadas difieren de los valores registrados por el dispositivo. Por ejemplo, el máximo error verificado para la variable nivel fue de 2.48 m y para la variable conductividad eléctrica fue de 70 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Estos valores presentan un alto error, es específico la variable nivel, la cual, según los rangos límites es necesario actuar con un mantenimiento que mejore las condiciones del equipo.

Frente a los valores de conductividad eléctrica se puede determinar que estos varían con los valores observados, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. En este sentido para la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

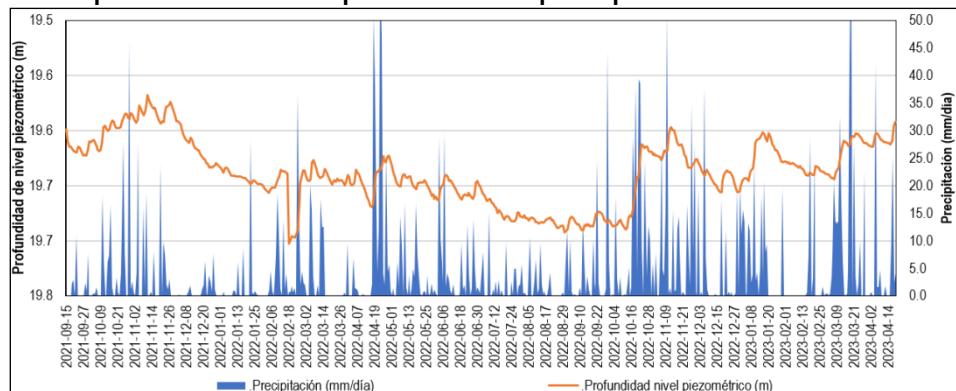
Figura 22. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-12-0025-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Es importante resaltar que el nivel piezométrico varía según la precipitación, ya que, los cambios en la variable climática generan un pulso, ya sea, en el aumento o disminución del nivel. En la siguiente figura se puede observar con mayor detalle el comportamiento del nivel hasta abril de 2023.

Figura 23. Comportamiento del nivel piezométrico del punto pz-12-0025-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-13-0017. INGEOMINAS 2. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 102.5 m capta del acuífero Formación Sabana (filtros entre los 74 m a los 105.6 m de profundidad), donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.71 (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.25 m), una temperatura promedio constante de 16.70 °C y una conductividad eléctrica promedio de 159.71 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esta última variable cambia de forma drástica en diciembre de 2023 cuando el grupo de aguas subterráneas realiza el mantenimiento preventivo (limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo), pasando de 103.94 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 409.50 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Por este motivo, se incluye otra grafica donde se eliminan los datos que cambian la tendencia, determinando que el comportamiento de la variable cambia con la precipitación.

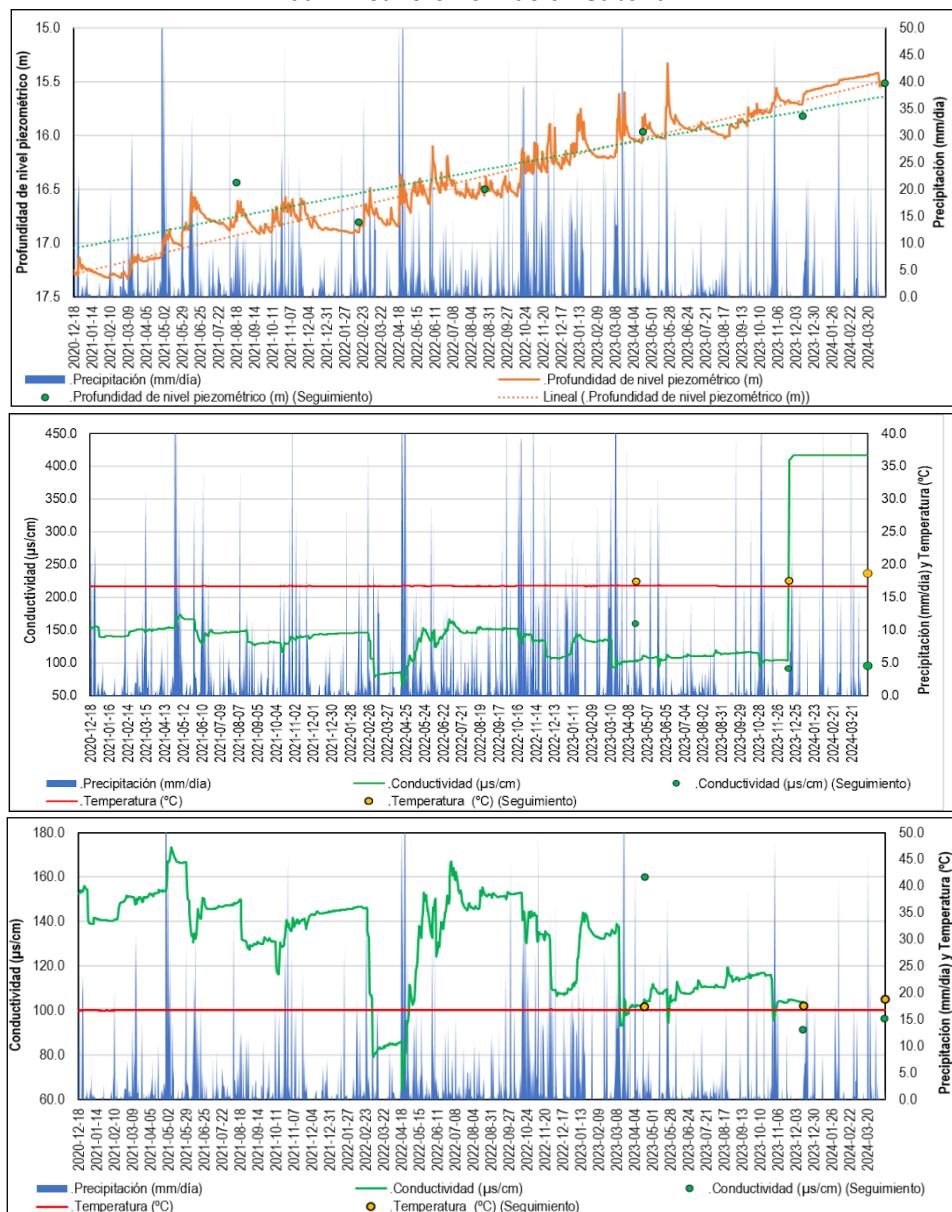
En las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, se puede determinar que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.3 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 50 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad.

Frente a la variable nivel piezométrico se desataca que siempre mantiene una tendencia ascendente con variaciones asociadas a las condiciones climáticas de precipitación y a consumos que se realizan en los pozos concesionados pz-16-0034 (Asitex No. 2 - Filtros entre los 102.71 m y los 226 m) y pz-16-0004 (Gaseosas Lux No. 2 – Filtros entre los 73 m a los 186 m) ubicados a menos de 2.8 km.

Cabe aclarar, que el dispositivo ubicado en el pozo de monitoreo no registra la prueba de bombeo que realiza la Universidad Nacional de Colombia en el pozo pz-13-0015 (sellado temporal) ubicado en el Servicio Geológico Colombiano-SGC a una distancia de 1.21 Km. Esta prueba se realiza en noviembre de 2023 a caudal escalonado y constante en un tiempo máximo de 49 horas con un caudal promedio de 2.12 l/s.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-13-0017.

Figura 24. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-13-0017-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

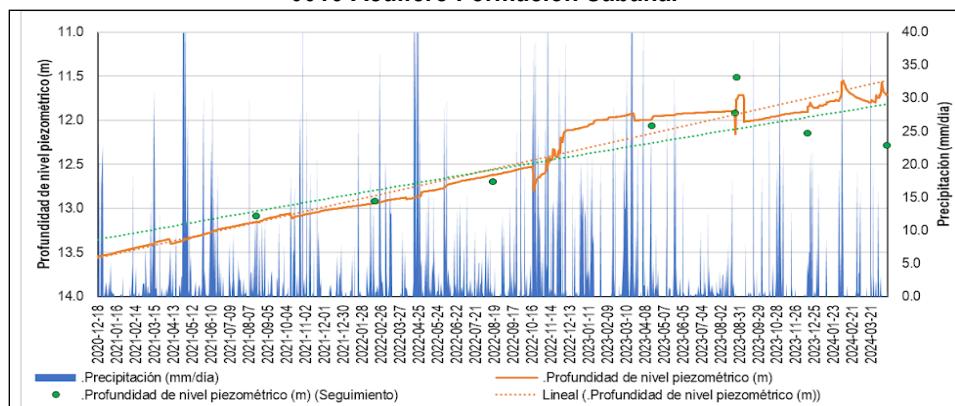
La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

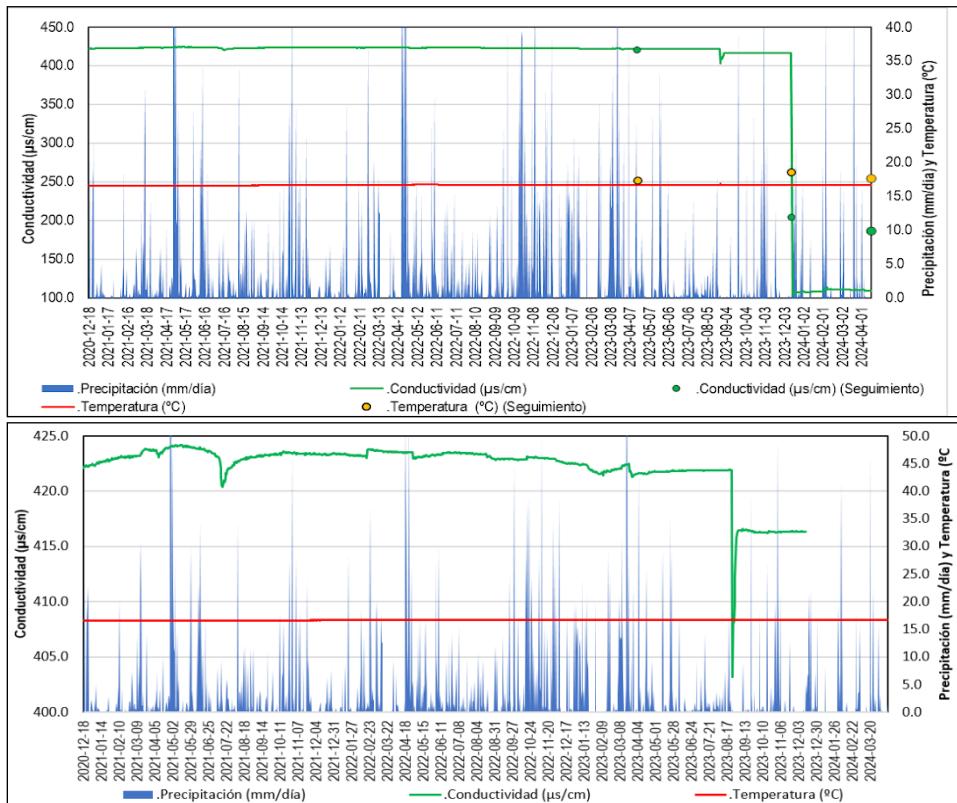
Pozo pz-13-0016. INGEOMINAS 1. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 100 m capta del acuífero Formación Sabana, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.84 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.65 m), una temperatura promedio constante de 16.65 °C y una conductividad eléctrica promedio de 390.39 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Esta última variable cambia de forma drástica en diciembre de 2023 cuando el grupo de aguas subterráneas realiza el mantenimiento preventivo (limpieza del cable y el dispositivo, retirando lodos y sólidos adheridos al equipo), pasando de 416.32 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 105.38 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Por este motivo, se incluye en el análisis otra grafica donde se eliminan los datos que cambian la tendencia, evidenciando que el comportamiento de la variable cambia con la precipitación.

En las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, se puede determinar que las variables conductividad eléctrica y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para la conductividad eléctrica menos de 2 $\mu\text{s}/\text{cm}$). En cambio, los valores observados de nivel piezométrico varían hasta 0.6 m. Frente a esta última variable se puede determinar que siempre ha mantenido una tendencia ascendente con algunas variaciones que deben ser investigadas a mayor detalle y mas cuando no existe claridad de la configuración y estado mecánico del pozo.

Este punto de monitoreo tampoco registro cambios drásticos debido a la ejecución de pruebas de bombeo o disminución en la frecuencia de la precipitación a finales de 2023 y principios de 2024.

Figura 25. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-13-0016-Acuífero Formación Sabana.





Fuente: SDA, 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-16-0003. GASEOSAS LUX. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 193 m capta del acuífero Formación Sabana y Tilatá entre los 73 m a los 186 m, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.3 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.38 m), una temperatura constante promedio de 17.80 °C y una conductividad eléctrica promedio de 248.97 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Se ajusta la unidad hidrogeológica que capta el pozo debido a que se realiza una perforación para la solicitud de explotación de aguas subterráneas a una distancia de 3 Km al Nor-Oeste, determinando que la Formación Sabana presenta una profundidad aproximada de 90 m y que posteriormente aparece el acuífero Formación Tilatá hasta los 220 m donde finaliza la perforación.

En las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, se puede determinar que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.2 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, debido a que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad.

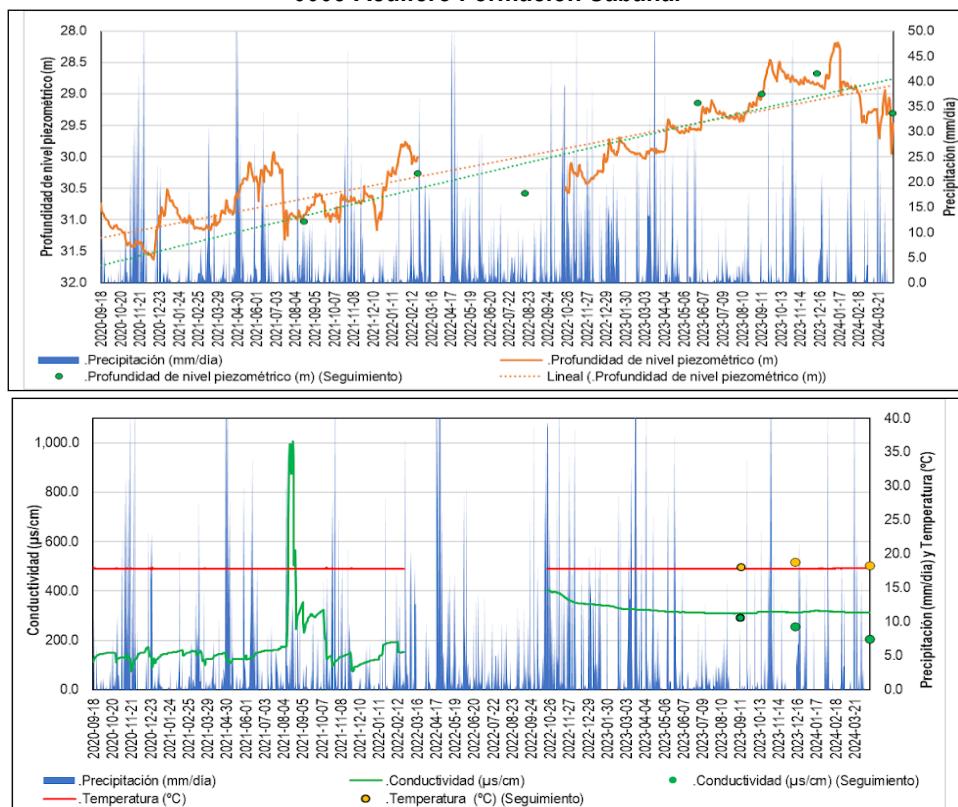
Frente a la variable nivel piezométrico se determina que esta mantiene una tendencia ascendente así existan cambios puntuales debido a la explotación del acuífero en esta zona del Distrito Capital, sin embargo, durante el año 2024 descende aproximadamente 1.72 m debido al aumento en los consumos del pozo concesionado pz-16-0004 (ubicado a 193 m de longitud del pozo de observación con filtros entre los 99 m y los 148 m de profundidad). En la figura 26 se puede observar el comportamiento de los consumos del pozo concesionado.

Como complemento a lo anterior, se destaca que la explotación de agua subterráneas en los pozos concesionados pz-16-0001 y pz-16-0002 (Gaseosas Colombianas 1 y 2) ubicados a 1.8 Km de distancia del pozo de monitoreo, también generan alteraciones en el comportamiento del nivel piezométrico, ya que captan del mismo acuífero a partir de los 77 m de profundidad.

Cabe aclarar, que del 28 de febrero al 20 de octubre de 2022 no se registra información debido a que la transmisión de datos se detiene con el objetivo de cambiar el operador del plan de datos para una mejor transmisión.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-16-0003.

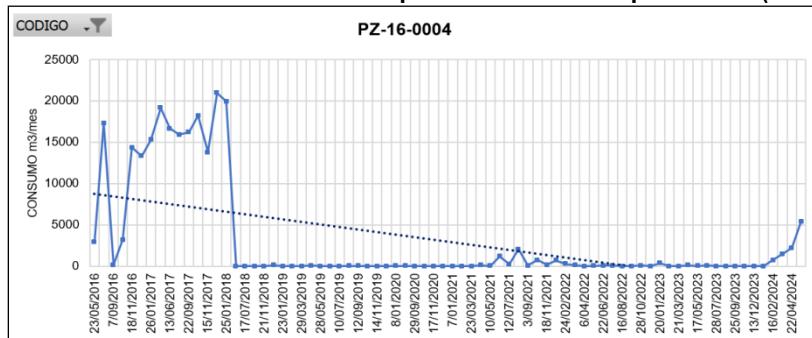
Figura 26. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0003-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Página 38 de 74

Figura 27. Comportamiento de los consumos en el pozo concesionado pz-16-0004 (Gaseosas Luz No. 2).



Fuente: SDA, 2024.

El comportamiento del nivel piezométrico y la conductividad eléctrica de este punto de monitoreo tiene relación con los consumos del pozo pz-16-0004 (Gaseosas Luz No. 2) que está ubicado a 193 m de longitud del pozo de observación que presenta filtros entre los 99 m y los 148 m de profundidad.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

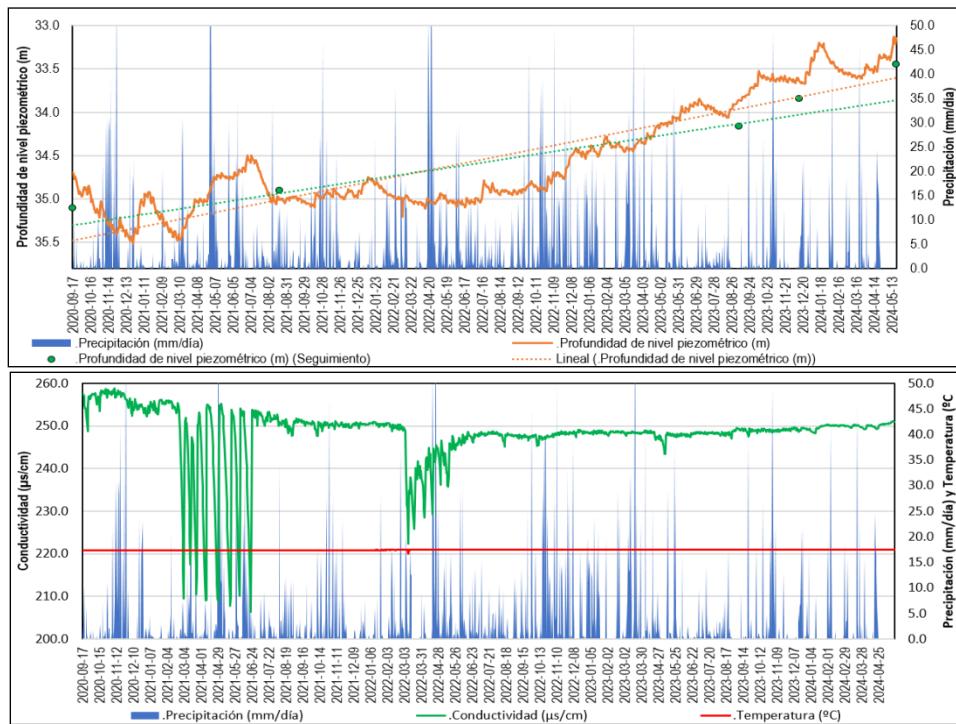
Pozo pz-16-0025. DELCOP. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 167 m capta del acuífero Formación Sabana entre los 66 m y los 161 m, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.53 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.85 m), una temperatura promedio constante de 17.42 °C y una conductividad eléctrica promedio de 248.13 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, indica que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.3 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo, en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle los cambios en la variable.

Frente a la variable nivel piezométrico se determina que esta mantiene una tendencia ascendente, así existan cambios puntuales debido a la explotación del acuífero en esta zona del Distrito Capital.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-16-0025.

Figura 28. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-16-0025-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Al igual que el pozo de monitoreo ubicado en Gaseosas Lux, este punto también presenta cambios del nivel piezométrico debido a los consumos de agua subterránea en los pozos pz-16-0002 y pz-16-0003 (Gaseosas Colombianas – planta centro) ubicados a una distancia de 437 m.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

Pozo pz-16-0029. TEXTRAMA. Este equipo presenta una falla de transmisión desde el 29 de abril de 2022, motivo por el cual para el presente informe no se analizan las variables nivel piezométrico, conductividad eléctrica y temperatura.

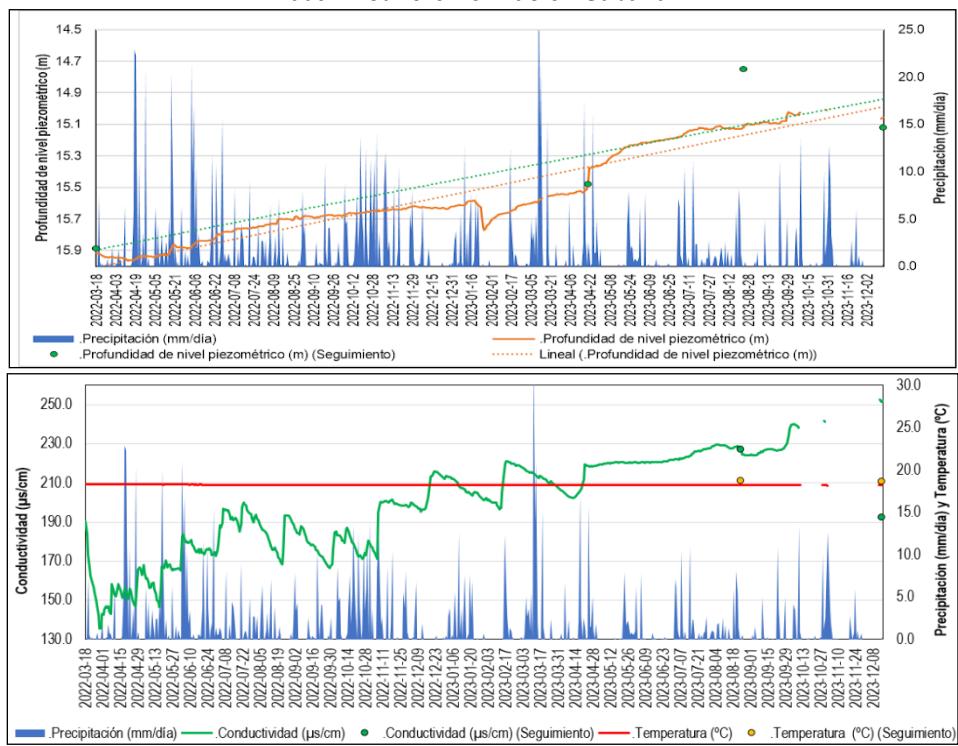
Pozo pz-11-0023. MEALS. Este equipo presenta una falla de transmisión desde febrero de 2021, motivo por el cual para el presente informe no se analizan las variables nivel piezométrico, conductividad eléctrica y temperatura.

Pozo pz-07-0034. El Arrozal. Este punto de monitoreo ubicado al sur-occidente del Distrito Capital tiene una profundidad total de 150 m y capta del acuífero Formación Sabana (filtros entre 24 m y 66 m), donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.86m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió

0.79 m), una temperatura constante promedio de 18.25 °C y una conductividad eléctrica promedio de 199.03 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que asciende durante toda la serie de datos y varía según el comportamiento de la precipitación como se observa en la siguiente figura.

Se debe aclarar que el dispositivo presenta desde octubre de 2023 interrupción en la lectura de datos, ya que, la batería presenta niveles inferiores a 10 % dificultando el funcionamiento adecuado del dispositivo.

Figura 29. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-07-0034-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Frente a las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, se puede determinar que existen diferencias entre los valores observados y calculados por el dispositivo para las variables nivel (menos de 0.4 m) y conductividad eléctrica (menos de 60 $\mu\text{s}/\text{cm}$), condición que debe ser verificada y ajustada si es el caso.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Sierra Morena”, la cual está ubicada al sur del punto de monitoreo (Localidad de Ciudad Bolívar-Barrio la Pradera).

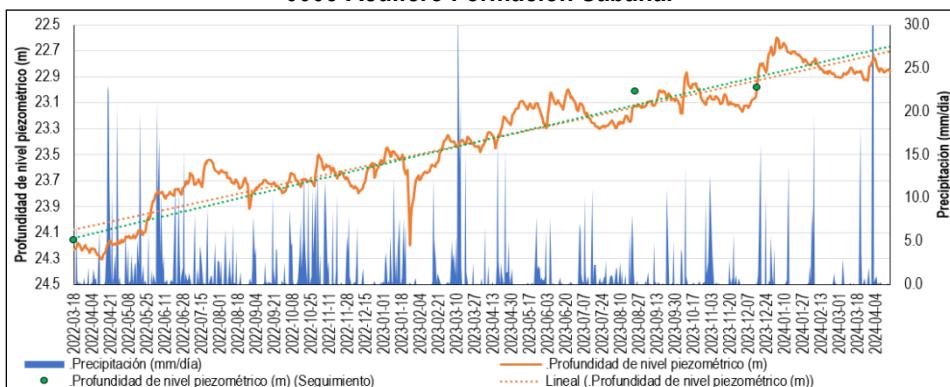
Pozo pz-07-0005. Carboquimica. Este punto de monitoreo ubicado al sur-occidente del Distrito Capital tiene una profundidad total de 110 m y capta del acuífero Formación Sabana (filtros entre los 78 m a 110 m), donde el dispositivo

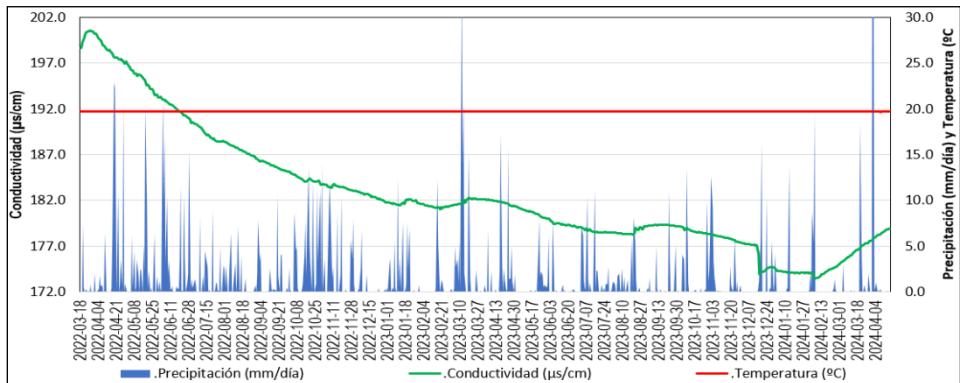
instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 1.35 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 1.09 m), una temperatura promedio constante de 19.72 °C y una conductividad eléctrica promedio de 182.65 $\mu\text{s}/\text{cm}$ que tiende a descender, registrando un valor mínimo de 173.43 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en febrero de 2024).

Frente al nivel piezométrico se puede evidenciar, que desde el año 2024 las precipitaciones disminuyen su frecuencia, cambiando la tendencia ascendente, ocasionando que el nivel disminuya 0.3 m para posteriormente recuperarse con el aumento de la variable climática después de abril de 2024. Estos cambios debido a la disminución en la frecuencia e intensidad de la precipitación son normales y se han evidenciado a lo largo del registro de datos. Igualmente, para el periodo de análisis no se evidencian cambios drásticos debido a pruebas de bombeo, manteniendo la tendencia positiva en el aumento del nivel piezométrico. Es de resaltar que, debido al comportamiento ascendente del nivel para el punto de monitoreo, esta Autoridad decide otorgar la concesión de aguas subterráneas para el pozo construido en Jardines del Apogeo. Claro está, que con restricciones debido a la alta conectividad entre el acuífero Formación Sabana y el acuífero Cono del Tunjuelo.

Las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, indica que las variables nivel y temperatura observadas difieren muy poco de los valores registrados por el dispositivo (para nivel menos de 0.2 m). En cambio, los valores observados de conductividad eléctrica varían hasta en 30 $\mu\text{s}/\text{cm}$, ya que, la sonda de nivel implementada en las labores de campo se descalibra con facilidad. Por este motivo en la figura de temperatura y conductividad eléctrica se eliminan los valores observados para diferenciar con mayor detalle la variable. En la siguiente figura se observa el comportamiento de las variables en el punto de monitoreo pz-07-0005.

Figura 31. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-07-0005-Acuífero Formación Sabana.





Fuente: SDA, 2024.

De la variable conductividad eléctrica se evidencia que después de presentar una tendencia descendente inicia a partir de febrero de 2024 a ascender, pasando de 173.49 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 178.90 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Este cambio puede ocurrir debido a la disminución en la frecuencia de la precipitación.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Sierra Morena”, la cual está ubicada al sur del punto de monitoreo (Localidad de Ciudad Bolívar-Barrio la Pradera).

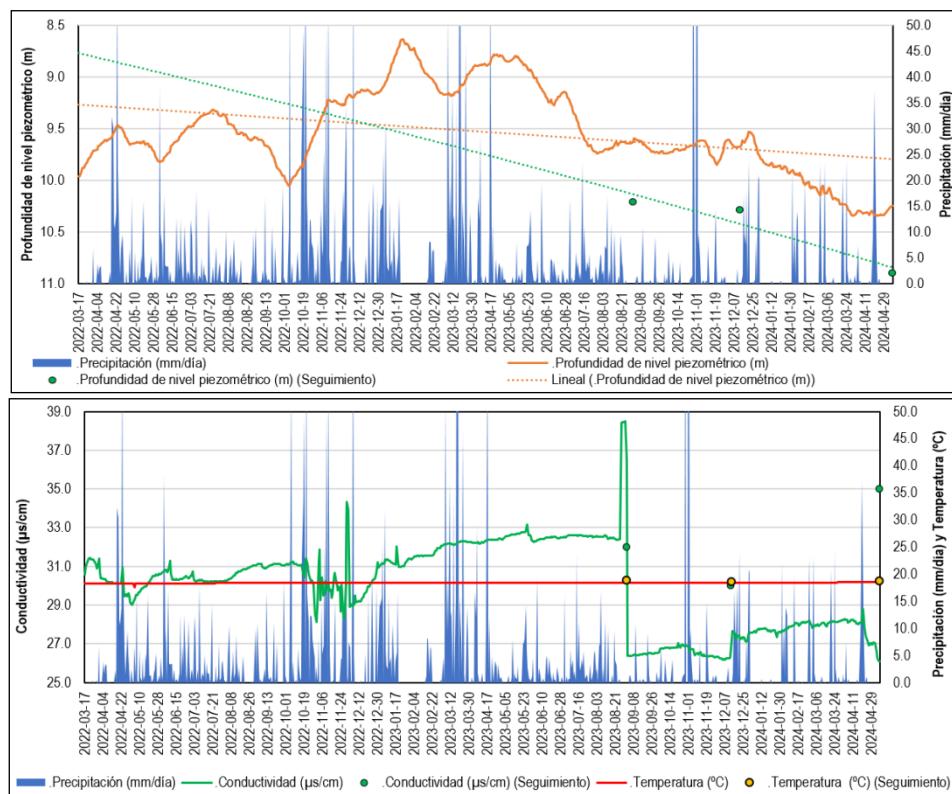
Pozo pz-01-0105. Aldea. Este punto de monitoreo ubicado al oriente del Distrito Capital, tiene una profundidad total de 120 m y capta del acuífero Formación Labor-Tierra entre los 30 m y 78 m de profundidad, donde el dispositivo instalado registra un descenso total del nivel piezométrico de -0.32 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.31 m), una temperatura promedio constante de 18.37 °C y una conductividad eléctrica promedio de 29.99 $\mu\text{s}/\text{cm}$, la cual, varía según la precipitación. Esta última variable cambia en agosto de 2023 debido a que el grupo de aguas subterráneas realiza una limpieza al dispositivo.

Las mediciones in-situ para verificar nivel, temperatura y conductividad eléctrica, indica que las variables observadas difieren de las calculadas por el dispositivo; por ejemplo, el nivel difiere máximo 0.6 m y la conductividad eléctrica 10 $\mu\text{s}/\text{cm}$ en comparación con los datos registrados.

Frente al nivel piezométrico se puede evidenciar un descenso desde que la precipitación disminuye su intensidad y frecuencia en mayo de 2023, pasando de 8.82 m (abril de 2023) a 10.31 m (abril de 2024). Este comportamiento es característico de los puntos ubicados en la zona de recarga para esta zona del Distrito Capital; un ejemplo de esto, es el comportamiento del nivel en el punto de monitoreo pz-01-0100 (La Aguadora).

Es importante mencionar que el punto de monitoreo esta ubicado en una zona donde los niveles, según la profundidad y tipo de acuífero captado, pueden llegar a ser de tipo saltantes, con presiones registradas durante la construcción el proyecto Aldea hasta de 10 bares.

Figura 32. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0105-Formación Labor-Tierra.



Fuente: SDA, 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es la “Escuela Pedagógica Experimental”, la cual está ubicada al sur-oriente del punto de monitoreo (Localidad de Usaquén-Barrio Paramo).

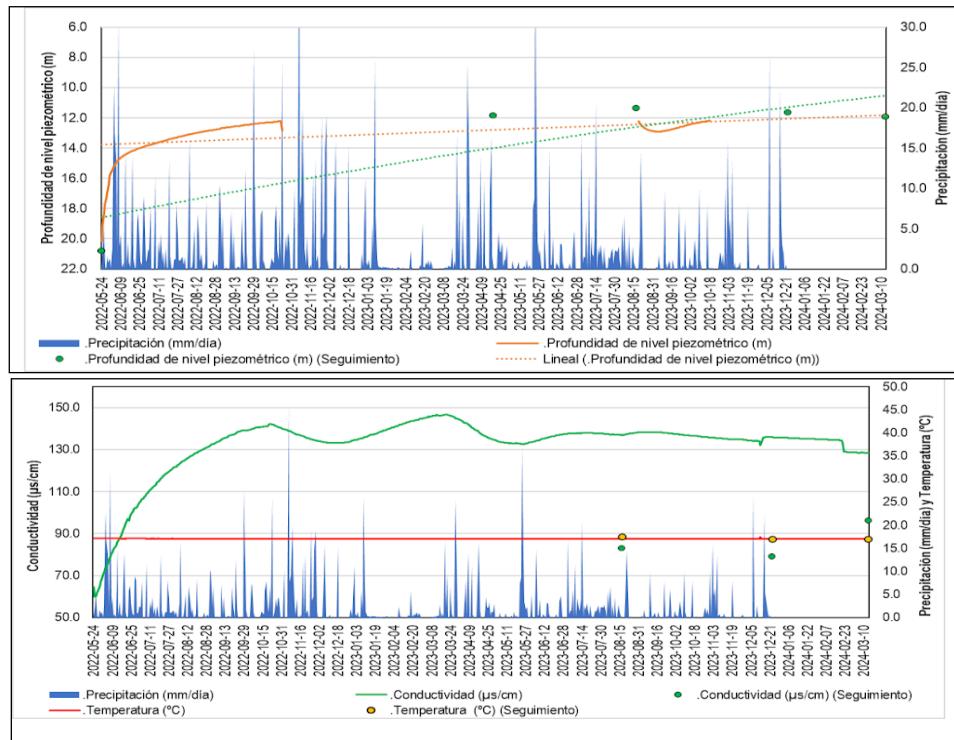
Pozo pz-01-0070. Millonarios. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 100.5 m capta del acuífero Formación Labor-Tierra entre los 55 m y los 100 m de profundidad, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 7.45 m (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 7.45 m), una temperatura promedio constante de 17.05 °C y una conductividad eléctrica promedio de 132.34 μ s/cm.

Este dispositivo debido a la baja carga de la batería registra de forma discontinua el nivel piezométrico, donde los últimos datos reportados fueron de agosto a octubre de 2023. Según los datos in-situ medidos con sonda, el nivel asciende un total de 8.86 m. Esta situación debe ser investigadas con mayor detalle para definir la razón del ascenso abrupto del nivel y conductividad eléctrica.

Frente a la conductividad eléctrica se evidencia que mantiene con una tendencia constante desde octubre de 2022 sin presentar cambios drásticos.

Figura 33. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-01-0070-Acuífero Formación Labor-Tierra.

Página 44 de 74



Fuente: SDA, 2024.

Este punto de monitoreo es el que registra el ascenso del nivel piezométrico más significativo de toda la RMAS, condición que debe ser investigada con mayor detalle en el segundo semestre del 2024.

La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es la “Estación COLMAC”, la cual está ubicada al nor-oriente del punto de monitoreo (Localidad de Usaquén-Barrio Torca). Es importante mencionar que la estación no registra datos para el año 2024.

Pozo pz-08-0032. Clínica la Paz. Este punto de monitoreo con una profundidad total de 126 m capta del acuífero Formación Sabana, donde el dispositivo instalado registra un ascenso total del nivel piezométrico de 0.89 (a corte del 31 de julio de 2023 el nivel ascendió 0.92 m), una temperatura promedio constante de 17.96 °C y una conductividad eléctrica promedio de 265.85 µs/cm.

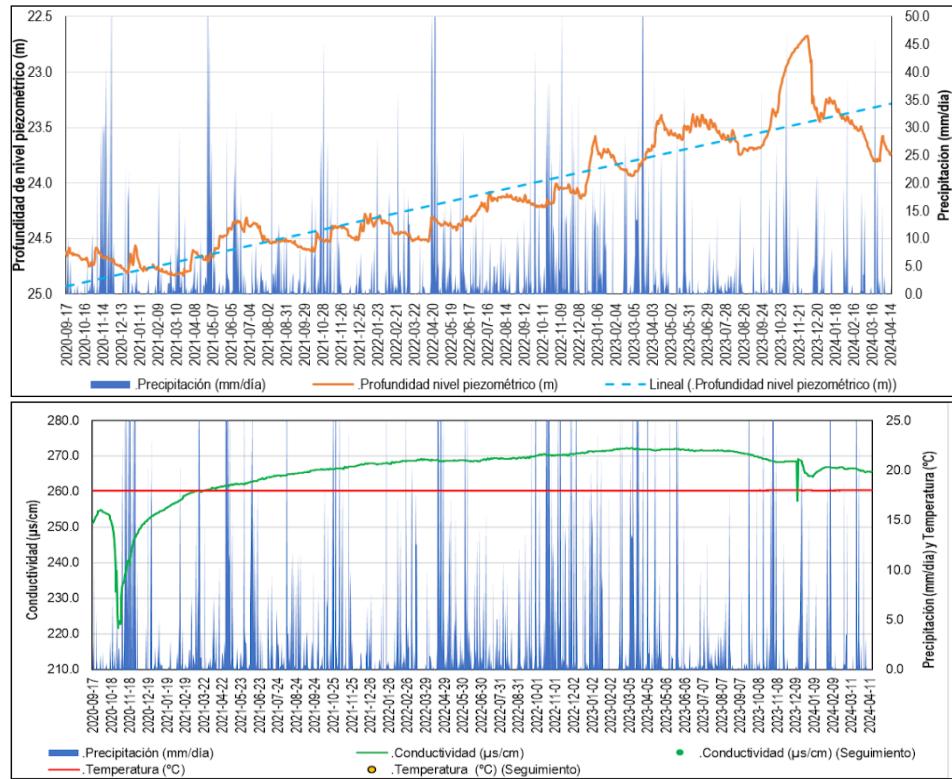
Los parámetros in-situ de este punto de monitoreo no se pueden medir debido a que la estructura del pozo no permite el ingreso de sondas con diámetros comunes.

Frente a la variable nivel piezométrico se puede evidenciar un comportamiento ascendente desde su instalación (24.62 m) hasta 22.68 m en noviembre de 2023, posteriormente decae aproximadamente 1 m hasta los 23.74 m. Este cambio pudo generarse debido a la disminución en la intensidad y frecuencia de la precipitación.

En la siguiente figura se puede observar el comportamiento de las variables en el tiempo.

Página 45 de 74

Figura 34. Comportamiento del nivel piezométrico, temperatura y conductividad eléctrica del pozo pz-08-0032-Acuífero Formación Sabana.



Fuente: SDA, 2024.

Como complemento a lo anterior, se puede observar que los pequeños cambios en la frecuencia de la gráfica del nivel piezométrico se deben a la explotación de aguas subterránea por los pozos concesionados más cercanos (pozos ubicados en Manufacturas Eliot y en Textilia) y las precipitaciones, no obstante, la tendencia del nivel se mantiene ascendente. La estación de precipitación utilizada para correlacionar el nivel piezométrico, la temperatura y la conductividad eléctrica es el “Colegio Simón Rodríguez”, la cual está ubicada al oriente del punto de monitoreo (Localidad Chapinero-Barrio María Cristina).

En conclusión, los cambios del nivel piezométrico no superan de -2 m a 2 m de profundidad el valor observado inicial cuando se instaló el dispositivo en comparación con el último valor registrado final (abril de 2024). Ahora bien, el pozo pz-01-0070 (Club Millonarios) presenta un ascenso del nivel piezométrico de 7.45 m, cambiando la tendencia en el comportamiento del nivel para todos los puntos que hacen parte de la red de monitoreo y captan del acuífero Formación Labor Tierna.

También es importante mencionar, que los pozos que hacen parte de la zona de recarga como el pz-11-0153 (Suba), pz-01-0100 (Aguadora), pz-01-0072 (La Salle) y pz-01-0105 (Aldea) son los que presentan cambios negativos en la tendencia del nivel piezométrico debido a la disminución en la frecuencia e intensidad de la precipitación durante el segundo semestre de 2023 y primer semestre de 2024.

A diferencia de la temperatura, que no evidencia cambios abruptos, la conductividad eléctrica presenta variaciones en la serie de tiempo distribuidas de la siguiente forma: de 400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y finalmente de 7 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Otro aspecto importante a mencionar es la falta de mantenimiento de los equipos, ya que debido a la disminución en la carga de la batería y apoyo técnico en los traslados e instalación, las series de datos se ven interrumpidas y el error entre lo observado y calculado cada vez es mayor. Esto dificulta la interpretación de los datos generando posibles hipótesis que no corresponden al comportamiento real del acuífero.

En síntesis, no existen cambios drásticos que generen alertas sobre un posible impacto del agua subterránea ya sea por efectos ambientales o antrópicos.

5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LAS BRIGADAS DE NIVELES REALIZADAS EN EL DISTRITO CAPITAL DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DE 2024.

Las brigadas de medición de niveles consisten en suspender la extracción de agua subterránea de los pozos concesionados durante 4 días seguidos para identificar cómo es la dinámica hídrica subterránea de las unidades hidrogeológicas objeto de explotación. Esta actividad se realiza implementando una sonda de nivel calibrada al milímetro, la medición se lleva a cabo en la zona sur desde el año 2017, siendo esta complementada desde el año 2019 con la zona norte del Distrito Capital.

Esta Autoridad decide realizar las brigadas de niveles en abril de 2024 con el objetivo de identificar las condiciones de los acuíferos ante el largo periodo de bajas precipitaciones presentado durante el segundo semestre de 2023 y primer semestre de 2024. Los tiempos y la ubicación de las actividades fueron las siguientes:

Primera Brigada Zona Norte: La campaña de medición de niveles se desarrolló durante los días los días 10, 11, 12 y 13 de abril del 2024., en las localidades de Usaquén y Suba.

Primera Brigada Zona Sur: La campaña de medición de niveles se desarrolló durante los días 19, 20, 21 y 22 de abril del 2024, en las localidades de Santa Fe, Tunjuelito, Bosa, Ciudad Bolívar, Engativá, Fontibón, Kennedy, Los Mártires, Puente Aranda y Teusaquillo.

Así las cosas, para estas brigadas de niveles se realiza la medición a 84 pozos, donde 63 se encuentran concesionados, 18 en sellamiento temporal y 3 trámite ambiental. En las siguientes tablas e imágenes se describen las principales características y la ubicación de las captaciones subterráneas en la zona norte y sur del Distrito Capital.

Tabla 2. Características de las captaciones subterráneas de la Zona Norte.

Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
1	pz-10-0027	COOTRANSIZA LTDA.	Fm. Sabana	111996.611	98576.410	100
2	pz-01-0005	PARQUE METROPOLITANO EL COUNTRY	Cuaternario	112271.234	104270.258	66

Página 47 de 74

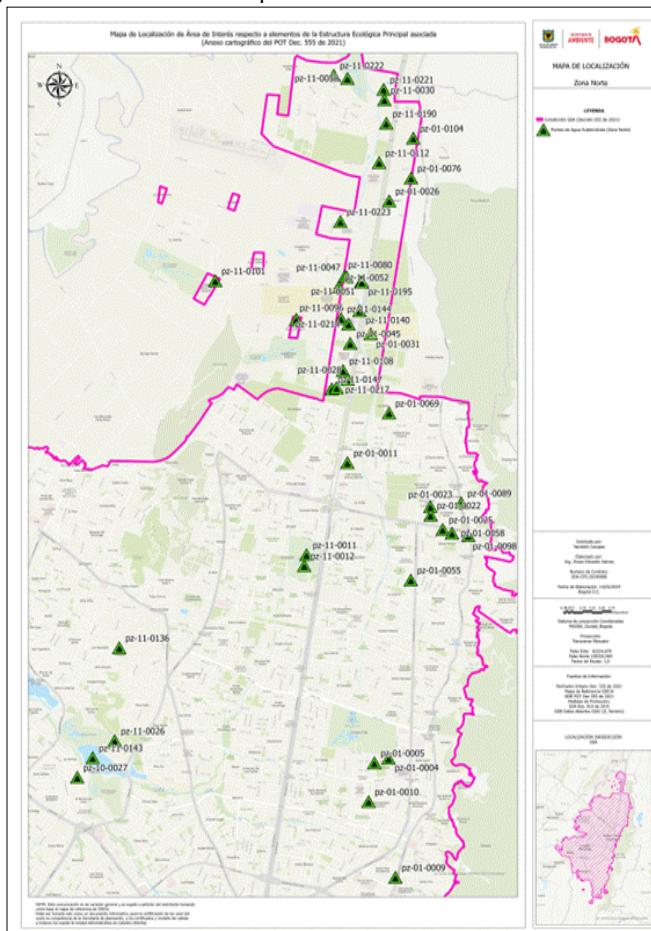
Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
3	pz-11-0011	PARMALAT COLOMBIA LTDA	Fm. Labor Tierna	117984.023	103755.987	80
4	pz-11-0136	PROMA NO. 1	Fm. Labor Tierna- Fm. Plaeners	114460.938	99381.092	200
5	pz-11-0026	CLUB LOS LAGARTOS NO. 2 - HOYO 17	Fm. Labor Tierna	112692.343	99293.919	60
6	pz-11-0143	CLUB LOS LAGARTOS NO. 3	Fm. Labor Tierna	112368.404	98872.220	39
7	pz-01-0004	COUNTRY NO. 2	Fm. Labor Tierna	112356.661	104542.038	144
8	pz-01-0009	AUTO CENTRO SANTANA	Fm. Labor Tierna	110090.334	104673.993	27
9	pz-01-0010	UNICENTRO	Fm. Labor Tierna	111532.419	104160.882	86
10	pz-01-0022	HERMANAS MISIONERAS CONSOLATA	Fm. Labor Tierna	116984.801	105349.298	84
11	pz-01-0023	UNIVERSIDAD SAN BUENAVENTURA	Fm. Labor Tierna	117147.976	105342.960	167
12	pz-01-0025	COLEGIO MARÍA AUXILIADORA	Fm. Labor Tierna	116712.621	105579.628	90
13	pz-01-0058	COMUNIDAD HIJAS DE SANTA MARÍA PROVIDENCIA NO. 1	Fm. Labor Tierna	116642.363	105758.363	101
14	pz-01-0069	COLEGIO SAN CARLOS NO 3	Fm. Sabana	118929.673	104551.679	100
15	pz-01-0089	GIMNASIO JOSÉ JOAQUÍN CASAS	Fm. Labor Tierna	117189.556	105944.396	57
16	pz-01-0098	AMOBLADOR ROCAMAR	Fm. Labor Tierna	116597.586	106072.322	152
17	pz-11-0112	HYUNDAI DE COLOMBIA AUTOMOTRIZ S.A.	Fm. Sabana	123695.185	104359.941	70
18	pz-11-0223	SAN ÁNGELO NO. 2	Fm. Sabana	122572.174	103620.010	97
19	pz-01-0076	BAVARIA S.A. - SEDE SOCIAL Y DEPORTIVA NIMAJAY	Fm. Labor Tierna	123401.111	104973.085	89
20	pz-01-0031	PARQUE CEMENTERIO JARDINES DE PAZ	Fm. Sabana	120435.626	104199.901	80
21	pz-11-0052	SOCIEDAD EDUCACIONAL ANDINA S.A. - GIMNASIO DE LOS ANDES	Fm. Sabana	121323.659	103584.236	120
22	pz-11-0140	PARGUES Y FUNERARIAS S.A. - JARDINES DEL RECUERDO	Fm. Sabana	120875.890	103986.778	110

Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
23	pz-01-0104	COLEGIO MIGUEL ANTONIO CARO SOCIEDAD TECNOLÓGICA Y EDUCATIVA	Fm. Labor Tierna	124160.570	105015.620	100
24	pz-11-0051	COLEGIO SAN VIATOR NO. 2	Fm. Sabana	121424.263	104019.790	140.18
25	pz-11-0058	CLUB CAMPESTRE GUAYMARAL	Fm. Sabana-Fm. Guaduas	125358.131	103492.175	205
26	pz-11-0222	CLUB CAMPESTRE GUAYMARAL NO. 2	Fm. Sabana-Fm. Guaduas	125358.131	103492.175	205
27	pz-11-0030	CORPORACIÓN BOGOTÁ TENNIS CLUB CAMPESTRE	Fm. Sabana	124890.766	104461.247	88.50
28	pz-11-0195	COLEGIO SAN VIATOR NO. 3	Fm. Sabana	121418.384	104032.703	153.80
29	pz-01-0026	SOCIEDAD GLOBAL FRB S.A.S. - FINCA LA GLORIA	Fm. Sabana	122965.680	104553.400	78
30	pz-11-0144	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	Fm. Sabana	120726.867	103630.559	109.30
31	pz-11-0214	ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO	Fm. Sabana-Fm. Guaduas	120621.669	103775.965	221
32	pz-11-0096	COLEGIO LA ENSEÑANZA	Fm. Sabana	120713.050	102773.280	110
33	pz-11-0045	SUPER CENTRO COMERCIAL MAICAO S.A.	Fm. Sabana	120252.790	103808.534	120
34	pz-11-0217	CONGREGACIÓN DOMINICAS DE NUESTRA SEÑORA DEL SANTÍSIMO ROSARIO	Fm. Sabana	119411.031	103545.022	80
35	pz-11-0011	CARMEL CLUB CAMPESTRE NO. 2	Fm. Sabana	116231.275	102970.209	187
36	pz-11-0012	CARMEL CLUB CAMPESTRE NO. 1	Fm. Sabana	116022.836	102927.296	151
37	pz-11-0147	CONGREGACIÓN SRA. DEL SANTÍSIMO NO. 1	Fm. Sabana	119385.794	103454.377	70
38	pz-11-0047	CAFAM NO. 1	Fm. Sabana	121519.173	103737.477	177
39	pz-11-0080	CAFAM NO. 2	Fm. Sabana	121530.175	103703.207	176
40	pz-11-0190	CEMEX	Fm. Sabana	124443.000	104498.000	174
41	pz-11-0221	COLSUBSIDIO NO. 2	Fm. Sabana	125089.260	104446.13	147
42	pz-11-0108	CLUB EL RANCHO NO. 2	Fm. Sabana	119736.716	103670.772	134

Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
43	pz-11-0028	CLUB EL RANCHO NO. 1	Fm. Sabana	119568.908	103759.212	127
44	pz-01-0055	AUTOLAVADO LA 161	Fm. Sabana	115746.000	104969.000	110
45	pz-11-0101	UNICERVANTES	Fm. Labor Tierna	121446.981	101219.776	144.6

Fuente: SDA – 2024.

Figura 35. Ubicación de captaciones subterráneas de la Zona Norte.



Fuente: SDA, 2024.

Tabla 3. Características de las captaciones subterráneas de la Zona Sur.

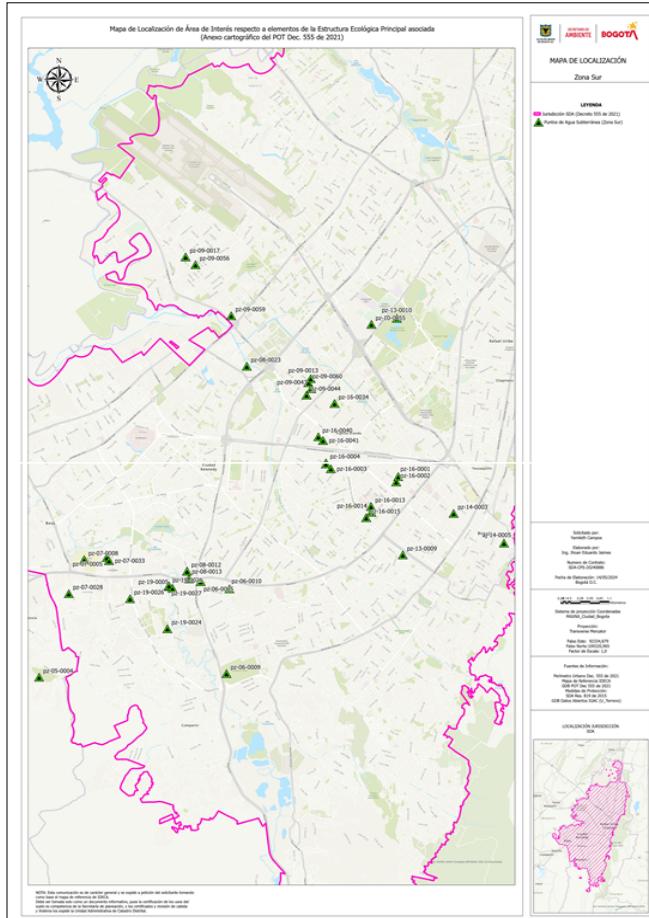
Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
1	pz-07-0033	Carboquimica SAS	Fm. Sabana-Fm. Labor Tierna	100422.490	90009.550	325

Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
2	pz-07-0005	Carboquimica SAS	Fm. Sabana	100509.000	89945.000	110
3	pz-08-0012	Gaseosas Colombiana No. 2 – Planta Sur	Fm. Tunjuelo	100125.370	92213.903	180
4	pz-08-0013	Gaseosas Colombiana No. 3 Planta Sur	Fm. Tunjuelo	99911.626	92267.428	142
5	pz-07-0008	Jardines Del Apogeo No. 2	Fm. Sabana	100451.560	89308.411	89
6	pz-06-0009	Parque El Tunal	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	97241.200	93327.490	150.74
7	pz-19-0005	Frigorífico Guadalupe No. 1	Fm. Tunjuelo	99645.775	91804.461	134
9	pz-19-0021	Frigorífico Guadalupe No. 2	Fm. Tunjuelo	99696.222	91689.270	115.90
10	pz-19-0027	Frigorífico Guadalupe No. 3	Fm. Tunjuelo	99717.000	911708.000	156
11	pz-05-0004	Frigorífico San Isidro	Fm. Usme-Fm. Regadera	97139.478	88032.594	53.50
12	pz-19-0026	Parqueadero la Sabana	Fm. Labor Tierna	99351.809	90603.582	152.50
13	pz-19-0024	Petco / DM Inversiones S.A.S.	Fm. Sabana	98420.767	94380.903	115
14	pz-07-0028	Héctor José León Piñeros	Fm. Labor Tierna	99495.360	88872.920	130
15	pz-16-0001	Gaseosas Colombiana S.A.S. No. 2 - Planta Centro	Fm. Sabana	102793.978	98179.803	233
16	pz-16-0002	Gaseosas Colombiana S.A.S. No. 4 - Planta Centro	Fm. Sabana	102641.915	98123.065	280
17	pz-16-0013	Grasco No. 1	Fm. Sabana	101950.948	97411.517	120
18	pz-16-0014	Grasco No. 2	Fm. Sabana	101787.170	97417.799	126.5
19	pz-16-0015	Grasco No. 3	Fm. Sabana	101634.509	97277.040	80
20	pz-06-0010	Motel Rialto / Hostal Rialto	Fm. Sabana	99630	93411	108
21	pz-16-0003	Gaseosas Lux No. 1	Fm. Sabana	103013.049	96279.691	193
22	pz-16-0004	Gaseosas Lux No. 2	Fm. Sabana	103150.339	96139.518	199
23	pz-14-0003	Centro Car 19 Ltda.	Fm. Sabana	101755.598	99746.741	140
24	aj-14-0005	Servicentro Primax Av. Tercera	Depósitos de Pendiente	100918.519	101171.003	30
25	pz-16-0040	Textilia No. 2	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	103884.519	95924.571	340
26	pz-16-0041	Textilia No. 1	Fm. Sabana	103780.373	96057.498	230
27	pz-06-0005	Acegrasas No. 2	Fm. Sabana	99831.690	92599.493	106
28	pz-13-0010	IDRD Parque Simón Bolívar	Fm. Sabana	107223.700	98141.600	216.11
29	pz-09-0056	Hogar Santa Teresa Del Jornet No. 2	Fm. Sabana	108733.920	92451.265	200
30	pz-09-0059	Coltanques No. 2	Fm. Sabana	107296.290	93461.609	262
31	pz-10-0055	Compensar No. 1	Fm. Sabana Fm. Guaduas	107053.100	97422.100	399
32	pz-13-0009	Lavadero Auto Rápido OEA	Fm. Sabana	100587.093	98310.333	205
33	pz-09-0013	Textiles Romanos	Fm. Sabana	105524.088	95709.969	80.8
33	pz-09-0017	Duquesa SA	Fm. Sabana	108952.435	92173.680	202
35	pz-09-0043	Manufacturas Eliot S.A. No. 1	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	105240.190	95724.137	214

Ítem	Código de la Captación	Nombre de la Captación	Unidad Hidrogeológica	NORTE	ESTE	Profundidad (m)
36	pz-09-0044	Manufacturas Eliot S.A. No. 2	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	105058.007	95591.916	239
37	pz-09-0060	Manufacturas Eliot S.A. No. 3	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	105410	95640	446
38	pz-16-0034	Tintorería Asitex No. 2	Fm. Sabana	104823.166	96381.403	238
39	pz-08-0023	Textiles Lafayette Sa No. 1	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	105871.010	93901.460	513
40	pz-10-0015	Compensar No. 1	Fm. Sabana-Fm. Tilatá	107136.848	97326.213	239

Fuente: SDA – 2024.

Figura 36. Ubicación de captaciones subterráneas de la Zona Sur.



Fuente: SDA, 2024.

5.1. METODOLOGÍA.

La campaña de medición de niveles se desarrolló de la siguiente forma:

- El primer día se verificó que las captaciones subterráneas se encontraran apagadas, se consignó el valor del volumen reportado por del medidor instalado en la boca de la captación subterránea, al igual se reportó la marca y serial del equipo de medición. Se registró el nivel estático desde el día de apagado de las captaciones, esto con el fin de evaluar el comportamiento de cada punto una vez se suspenda el bombeo.
- Durante la visita los tres (3) días siguientes se verificó:
 - i) Que el sistema de explotación (bomba sumergible o compresor) se mantuviera apagado.
 - ii) Se revisó y registró el valor del volumen reportado por el medidor (CONSTANTE en los tres días)
 - iii) Se midió y anotó la profundidad del nivel en cada captación subterránea.

A continuación, se relaciona un registro fotográfico de algunos pozos de agua subterránea donde se desarrollaron las actividades de medición de niveles de (ver Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Registro Fotográfico zona norte.

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA NORTE		
pz-01-0011	PARMALAT	

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA NORTE		
pz-11-0136	Proma No. 1	
pz-11-0143	Club Los Lagartos No. 3	
pz-01-0010	Unicentro	

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA NORTE		
pz-01-0058	Comunidad Hijas De Santa María Providencia No. 1	
pz-01-0089	Gimnasio José Joaquim Casas	
pz-11-0112	Hyundai De Colombia Automotriz S.A	
pz-01-0076	Bavaria S.A. - Sede Social Y Deportiva Nimajay	

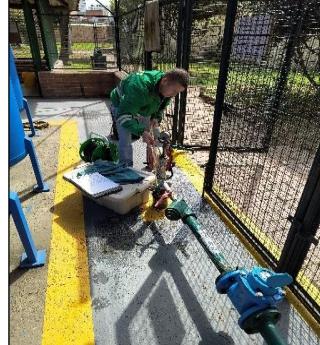
Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA NORTE		
pz-11-0052	Sociedad Educatinal Andina S.A - Gimnasio De Los Andes	
pz-11-0217	Colegio Santa Mariana de Jesús	
pz-11-0047	Cafam No. 1	
pz-11-0101	FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CERVANTINA SAN AGUSTÍN - UNICERVANTES	

Fuente: SDA – 2024.

Página 56 de 74

Tabla 5. Registro Fotográfico zona sur.

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA SUR		
pz-07-0033	Carboquimica SAS	
pz-07-0005	Carboquimica SAS	
pz-08-0012	Gaseosas Colombiana No. 2 – Planta Sur	
pz-16-0002	Gaseosas Colombiana S.A.S. No. 4 - Planta Centro	

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA SUR		
pz-16-0003	Gaseosas Lux No. 1	
pz-14-0003	Centro Car 19 Ltda.	
pz-16-0041	Textilia No. 1	
pz-09-0056	Hogar Santa Teresa Del Jornet No. 2	

Código	Nombre de la Captación	Estructura del pozo / Medición
ZONA SUR		
pz-09-0059	Coltanques No. 2	
pz-09-0043	Manufacturas Eliot Sa No.1	
pz-09-0060	Manufacturas Eliot Sa No.3	
pz-08-0023	Textiles Lafayette S.A. No. 1	

Fuente: SDA – 2024.

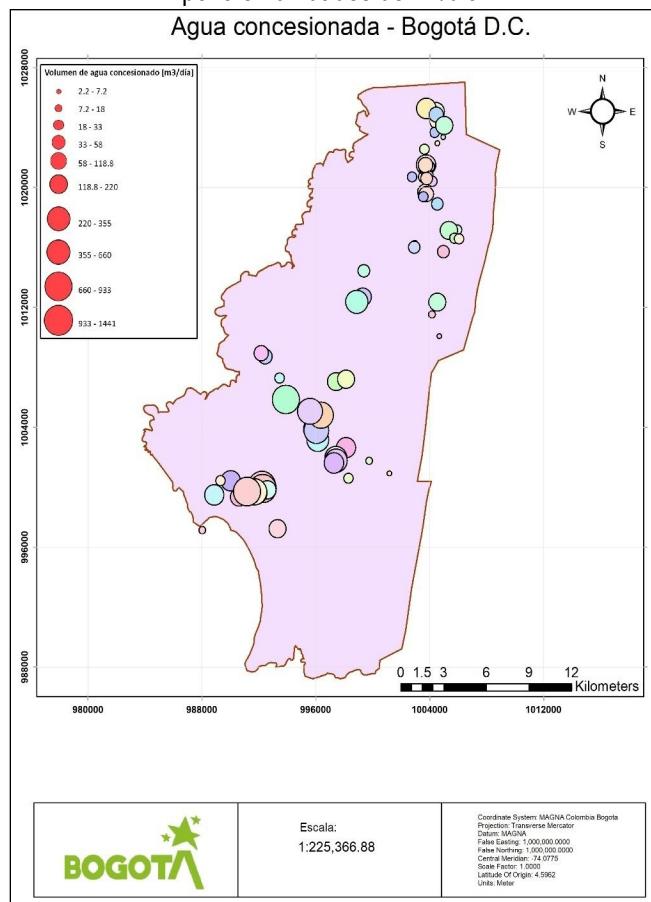
7. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CONSUMOS PARA LOS POZOS CONCESIONADOS.

El Distrito Capital cuenta actualmente con 63 pozos de agua subterránea con concesión vigente, de los cuales 34 se encuentran distribuidos en la zona norte y 29 se encuentran en la zona sur. La distribución espacial de los consumos

Página 59 de 74

en m³/día concesionadas a cada usuario se observa en la siguiente figura. Igualmente, es pertinente señalar que el caudal total concesionado no se consume en su totalidad como se observa en la Figura 38, condición que permite de forma general que no exista sobre-explotación de los acuíferos intervenidos.

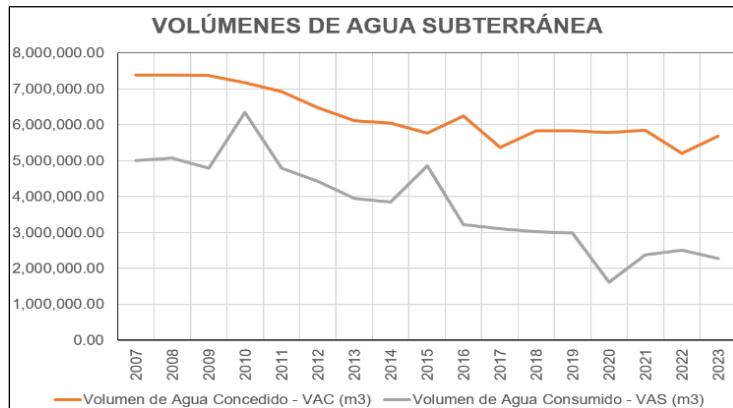
Figura 37. Puntos de agua concesionados con variación en la escala como indicador del caudal concesionado por pozo en unidades de m³/día.



Fuente: SDA, 2024.

Cabe aclarar, que en la anterior imagen (Figura 37) se observa la distribución de los consumos para 63 pozos que captan todas las unidades hidrogeológicas disponibles para satisfacer la demanda. Es de resaltar la gran diferencia de la zona sur con la zona norte, donde los caudales concesionados al sur del Distrito Capital son mayores, llegando a máximo 1441 m³/día. En cambio, para la zona norte los caudales no superan los 453.6 m³/día.

Figura 38. Consumos de agua subterránea en m³/año.



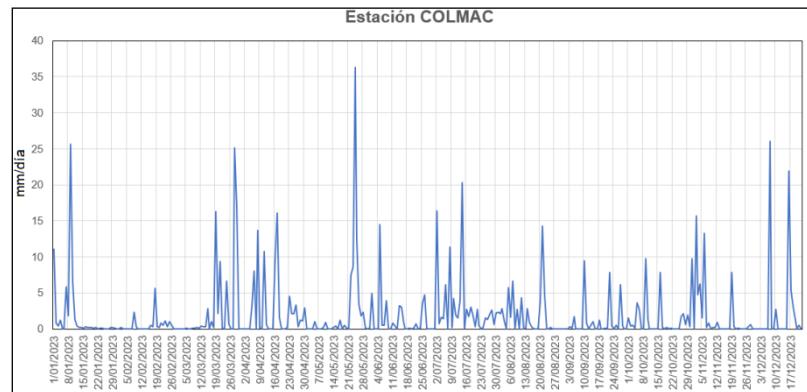
Fuente: SDA, 2024.

9. INTERPRETACIÓN DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO - BRIGADAS ZONA NORTE.

En la zona norte se registraron 45 puntos de agua, de los cuales 12 captan de la Formación Labor Tierna, 1 capta de Formación Labor Tierna – Fm Plaeners, 31 captan de la Formación Sabana y 1 capta de Formación Sabana – Formación Guaduas. En este contexto, a continuación, se presentan las isopiezas y direcciones de flujo calculadas para el acuífero Formación Sabana que es la unidad con mayor demanda en el Distrito Capital (80 % de los pozos concesionados). Para estas salidas graficas se implementó el método de interpolación IDW (Inverso de la Distancia Ponderada), el cual, ajusta los niveles registrados en el primer semestre del año 2024, a una muestra de datos de tipo local-determinístico donde se resaltan los valores extremos.

Es importante mencionar que la precipitación a finales del segundo semestre de 2023 y primer semestre del año 2024 no fue nula, ya que, se presentaron registros ya sea de baja intensidad o frecuencia en los meses de noviembre, diciembre (2023), enero, marzo y abril de 2024 como se observa a continuación en la estación COLMAC ubicada al norte del Distrito Capital.

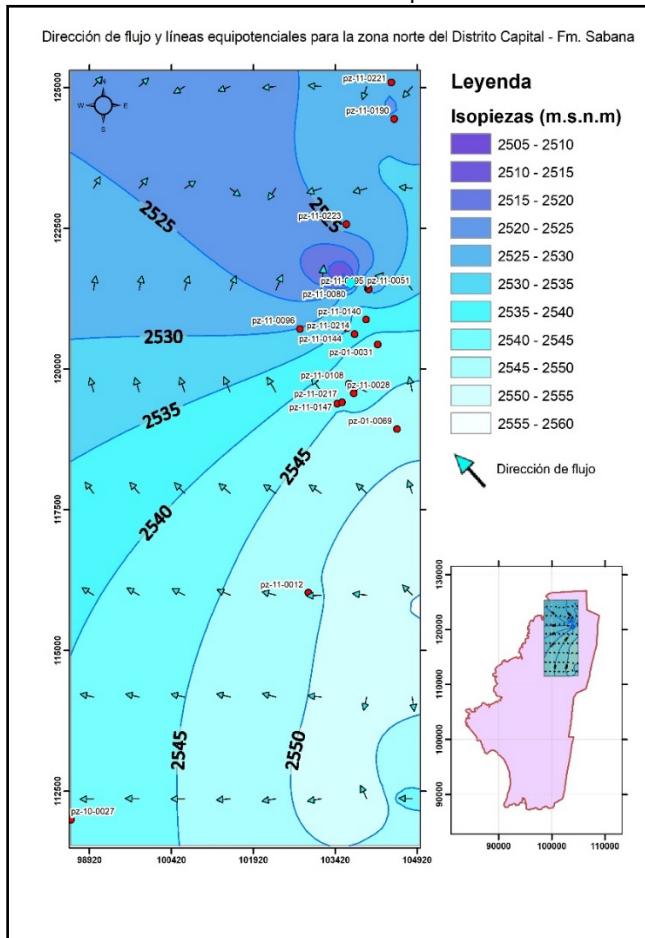
Figura 42. Distribución de la precipitación en la estación COLMAC ubicada en el colegio Miguel Antonio Caro en la calle 240 No. 7.



Fuente: Grafico generado por la SDA con información de las estaciones del IDIGER.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de los niveles del acuífero Formación Sabana.

Figura 39. Isopiezas y direcciones de flujo del acuífero Formación Sabana para el primer semestre de 2024 – Zona norte del Distrito Capital.



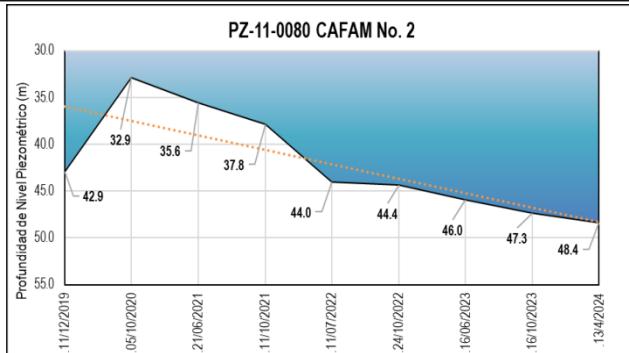
Fuente: SDA, 2024.

De la anterior imagen se puede determinar que la explotación de agua subterránea en el pozo pz-11-0080 (CAFAM No. 2) construido a 176 m de profundidad genera los mayores cambios en la dinámica hídrica subterránea a nivel local. Por este motivo, la SDA toma la decisión de no otorgar la prórroga del pozo hasta que no se ajusten las variables de caudal, volumen y tiempo. Otros pozos concesionados que también cambian de forma puntual la dinámica hídrica subterránea del acuífero Formación Sabana debido a que los descensos se encuentran entre los 2 m a los 3 m de profundidad en comparación con la última medición realizada en octubre de 2023 son: pz-11-0051 (San Viator No. 2), pz-11-0195 (San Viator No. 3), pz-11-0223 (San Angelo), pz-11-0221 (Club Colsubsidio) y pz-11-0222 (Club Guaymaral). Estos puntos de agua deben ser objeto de una mayor investigación en las actividades de control y seguimiento.

Página 62 de 74

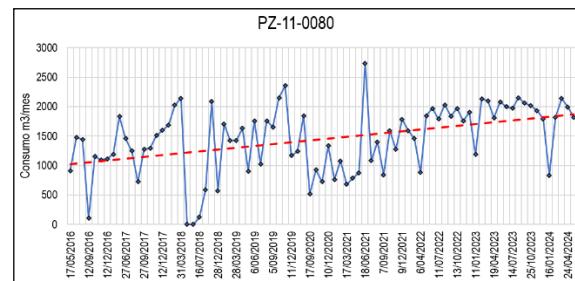
En la siguiente figura se puede observar el comportamiento del nivel piezométrico y consumos.

Figura 40. Nivel piezométrico pozo PZ-11-0080.



Fuente: SDA, 2024.

Figura 41. Consumos PZ-11-0080.



Fuente: SDA, 2024.

Cabe aclarar, que el nivel piezométrico del pozo pz-11-0080 (CAFAM No. 2) medido en las brigadas de niveles desde el año 2019 al 2024, varía entre los 32.9 m a los 48.4 m de profundidad, condición totalmente opuesta al pozo pz-11-0047 (CAFAM No. 1) que está construido a 177 m de profundidad, donde los niveles varían desde el año 2021 entre los 21.26 m a los 23.78 m de profundidad. Cabe aclarar que los 2 pozos están separados 36 m de distancia.

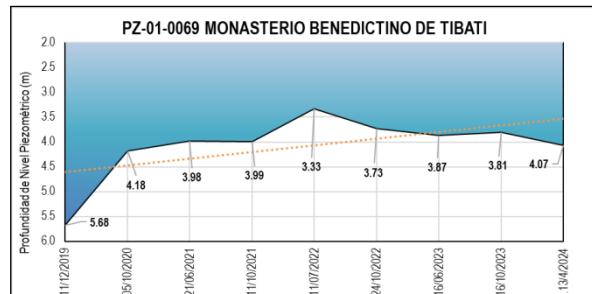
Lo anterior, debe ser verificado con mayor detalle cómo se solicitó en el concepto técnico de prórroga, ya que, puede existir una mala clasificación litológica del punto por parte de la Empresa, donde el pozo no solo capte la Formación Sabana sino también del acuífero Formación Guaduas. Este tipo de análisis se deben realizar, ya que, se ha identificado que los usuarios caracterizan las unidades hidrogeológicas de forma incorrecta, ocasionando que los análisis presenten un mayor grado de complejidad o puedan variar de la realidad.

Ahora bien, frente a si la época de baja precipitación que se presentó en el Distrito Capital a finales del año 2023 e inicios de 2024, generó cambios en el recurso hídrico subterráneo, se determina a partir de las brigadas, que los niveles no fueron afectados de forma drástica y que el descenso en algunos pozos que captan del acuífero Formación Sabana es atribuible principalmente al aumento en los consumos. No obstante, cabe aclarar, que se presentaron descensos debido a las bajas precipitaciones, sin embargo, estos no superan los 0.5 m de profundidad en comparación con las mediciones realizadas en octubre de 2023.

Corroborando lo anterior, se revisan los consumos de cada pozo en la zona norte del Distrito Capital con el objetivo de correlacionar los niveles registrados en las brigadas, encontrando como resultado el pozo pz-01-0069 (Colegio Tibati), el cual, no presenta un aumento en los consumos para el 2024, permitiendo evidenciar que la disminución en la precipitación (recarga) y no el aumento de los consumos generan descensos del nivel piezométrico de máximo 0.26 m.

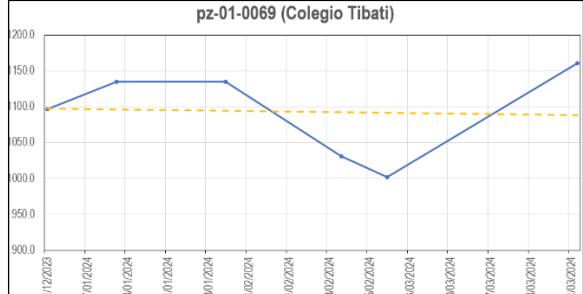
En la siguiente imagen se observa el comportamiento del nivel piezométrico y el comportamiento de los consumos.

Figura 43. Nivel piezométrico pozo PZ-01-0069.



Fuente: SDA, 2024.

Figura 44. Consumos PZ-01-0069.

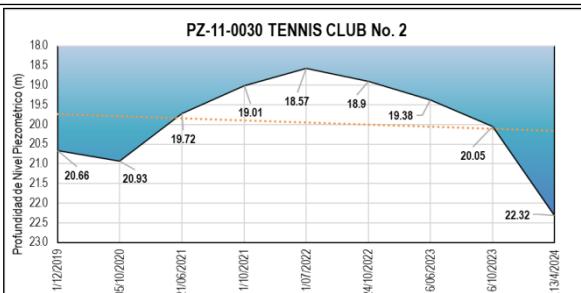


Fuente: SDA, 2024.

En cuanto a los pozos que están en trámite de concesión o sellamiento temporal y no explotan actualmente agua subterránea, se puede evidenciar que presentan descensos hasta de 3 m, sin embargo, estos cambios están asociados a la presencia de otros pozos que están ubicados a menos de 300 m de longitud los cuales generan los abatimientos. Los puntos en trámite sellamiento temporal son: pz-11-0011 (Carmel Club), pz-11-0052 (Gimnasio los Andes), pz-11-0058 (Guyamaral) y pz-11-0045 (Centro Comercial Maicao). Este último presenta un aumento del nivel piezométrico de aproximadamente 0.2 m, ya que, los pozos concesionados no están próximos; por ejemplo, los pozos más cercanos se encuentran a una longitud de 431 m (Finca la Gloria (pz-01-0031)) y 506 m (Escuela de Ingenieros (pz-11-0144)).

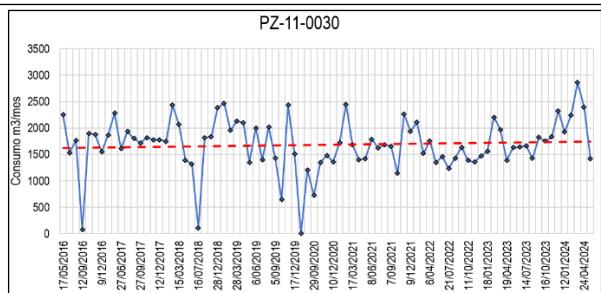
Finalmente, un ejemplo de los pozos concesionados que presentan abatimientos entre los 2 m a los 3 m de profundidad y tienen relación con el aumento de los consumos de agua subterránea son: pz-11-0030 (Tenis Club), pz-11-0051 (San Viator No. 2), pz-11-0195 (Colegio San Viator No. 3), pz-11-0047 (Cafam) y pz-11-0144 (Escuela Colombiana de Ingeniería). El comportamiento de estos pozos se observa a continuación.

Figura 45. Nivel piezométrico pozo PZ-11-0030.



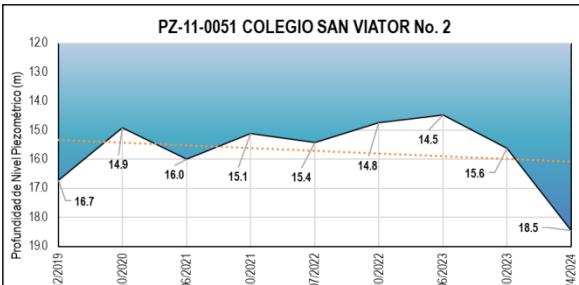
Fuente: SDA, 2024.

Figura 46. Consumos PZ-11-0030.



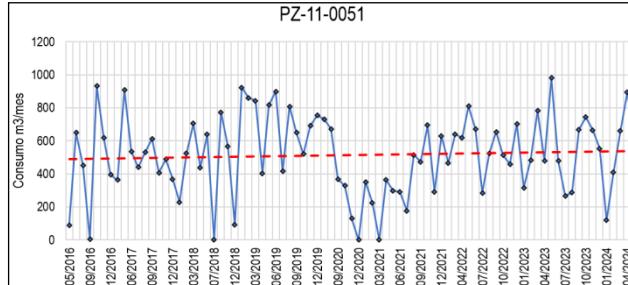
Fuente: SDA, 2024.

Figura 47. Nivel piezométrico pozo PZ-11-0051.



Fuente: SDA, 2024.

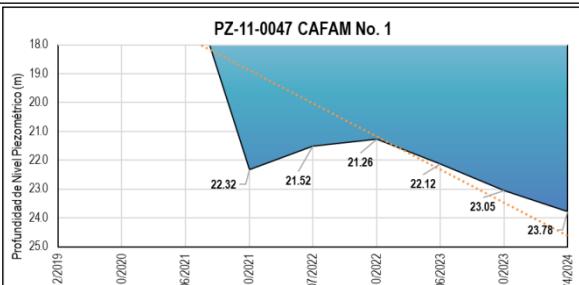
Figura 48. Consumos PZ-11-0051



Fuente: SDA, 2024.

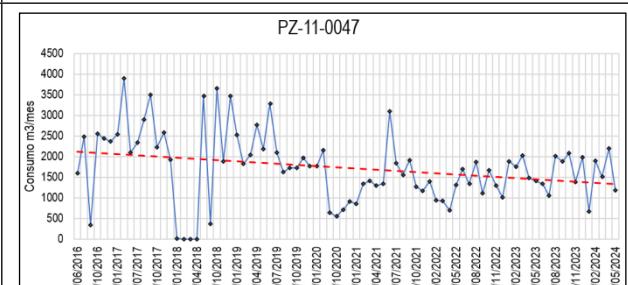
En el pozo pz-11-0047 (CAFAM No.1) se evidencia que la tendencia de los consumos es descendente y el nivel piezométrico se abate 2.9 m en comparación con la última medición realizada en octubre de 2023; este cambio es ocasionado debido a la influencia del pozo Ppz-11-0080 (CAFAM No. 2), el cual, se encuentra a menos de 30 m longitud y presenta filtros distribuidos de forma similar a partir de los 157 m a los 172 m, generando de esta manera que el aumento de los consumos del pozo pz-11-0080 afecte el pozo pz-11-0047.

Figura 49. Nivel piezométrico pozo PZ-11-0047.



Fuente: SDA, 2024.

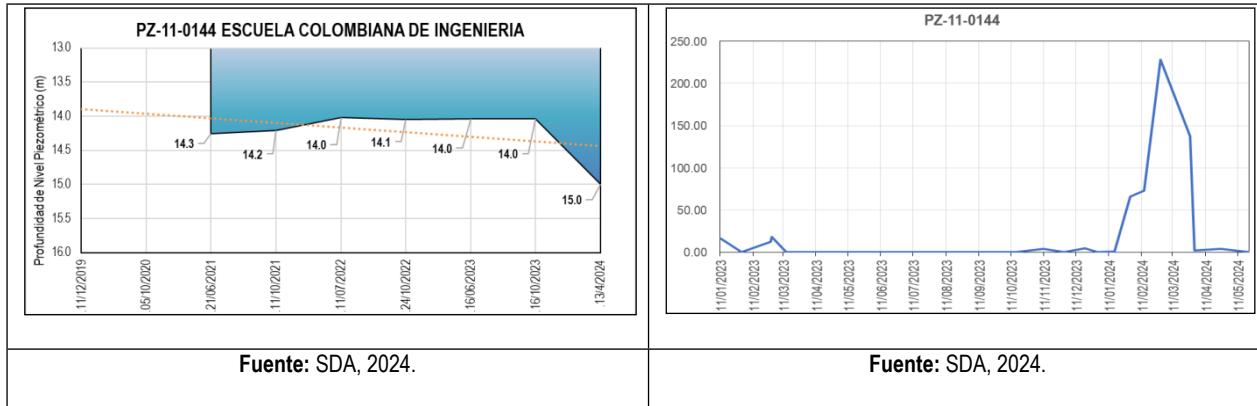
Figura 50. Consumos PZ-11-0047



Fuente: SDA, 2024.

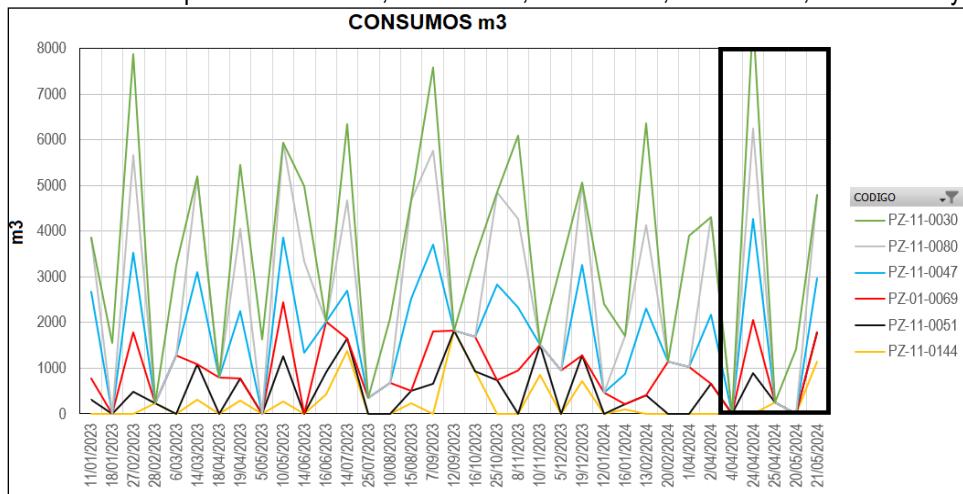
Figura 51. Nivel piezométrico pozo PZ-11-0044.

Figura 52. Consumos PZ-11-0044.



Como complemento a lo anterior en la siguiente figura se identifica como los consumos de agua subterránea aumentan para los pozos que se observan a continuación.

Figura 53. Consumos de los pozos PZ-11-0030, PZ-11-0080, PZ-11-0047, PZ-01-0069, PZ-11-0051 y PZ-11-0144.



Fuente: SDA, 2024.

En síntesis, las brigadas de niveles al norte del Distrito Capital reportan que el acuífero Formación Sabana no fue impactado de forma drástica por la época de baja precipitación presentada a finales de 2023 e inicios del 2024. Igualmente, se determina que existe aumento en los consumos de agua subterránea para algunos pozos durante el año 2024, ocasionando que se presenten disminuciones puntuales del nivel piezométrico hasta de 3 m en comparación con la última medición realizada por parte de la SDA en octubre de 2023.

La anterior información permite identificar que en las actividades de control y seguimiento de aguas subterráneas se debe prestar mayor vigilancia a los pozos concesionados pz-11-0223 (San Angelo), pz-11-0222 (Club Guaymaral), pz-11-0221 (Club Colsubsidio) y pz-11-0051 (San Viator No. 2) debido a que se presentan descensos que llegan hasta los 3 m de profundidad en comparación con la última medición realizada por parte de la SDA en octubre de 2023. Esta

alerta se genera debido a que no se registraron altos consumos en el año 2024 que generen abatimientos como se explicó con anterioridad. Otro aspecto importante a mencionar es que existen consumos que sobrepasan el volumen concesionado, afectando la dinámica subterránea como se describe con anterioridad.

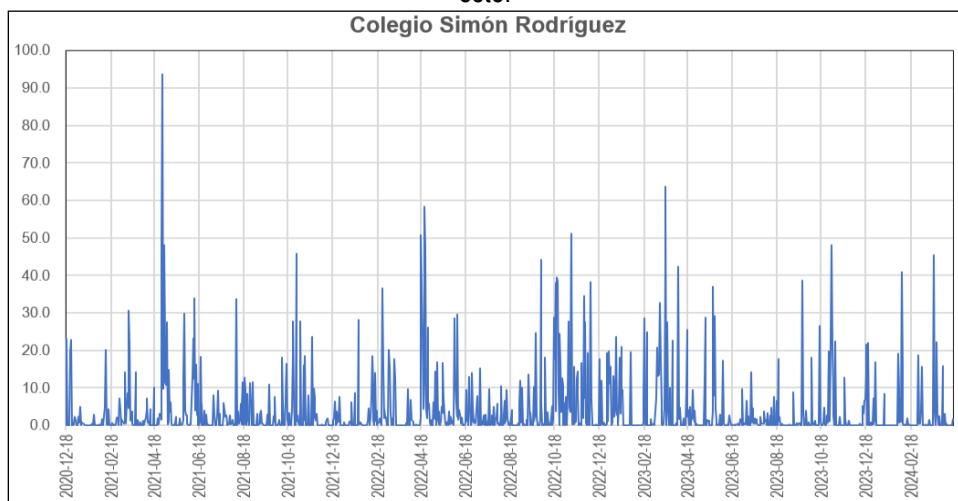
Se debe aclarar, que es necesario tener mayor información del comportamiento de los niveles y calidad del agua subterránea en la zona norte para el acuífero formación sabana, siendo necesario incluir como mínimo 3 puntos en la red de monitoreo de aguas subterráneas-RMAS que recopilen información del acuífero con mayor demanda (Formación Sabana), ya que, los 5 puntos que hacen parte de la RMAS que están ubicados en la zona norte del Distrito Capital monitorean solo el grupo Guadalupe.

10. INTERPRETACIÓN DE NIVEL BRIGADAS – ZONA SUR.

En la zona sur se registraron 39 puntos de agua, de los cuales 5 captan de la Formación Chía 2, 2 captan de Formación Labor Tierna, 2 captan de la Formación Río Tunjuelo, 21 captan de Formación Sabana, 1 capta de la Fm. Sabana – Fm. Guaduas, 1 capta de Fm. Sabana – Fm. Labor Tierna, 5 captan de Fm. Sabana – Fm. Tilatá, 1 capta de la Fm. Usme – Fm. Regadera y 1 capta de la Formación Tilatá. Es importante resaltar que a corte del 15 de mayo de 2024 existe un total de 29 pozos con concesión de aguas subterráneas vigente. A continuación, se presentan las isopiezas y direcciones de flujo calculadas para el acuífero Formación Sabana, utilizando el método de interpolación IDW (Inverso de la Distancia Ponderada). Este método ajusta los niveles registrados durante el primer semestre del año 2024 a una muestra de datos de tipo local-determinística que resalta los valores extremos.

Cabe aclarar que la precipitación a finales del segundo semestre de 2023 y primer semestre del año 2024 no fue nula, ya que, se presentaron registros ya sea de baja intensidad o frecuencia en los meses de noviembre, diciembre (2023), enero, marzo y abril de 2024 como se observa a continuación en la estación Simón Rodríguez ubicada al oriente del Distrito Capital donde se genera la recarga de los acuíferos explotados.

Figura 54. Distribución de la precipitación en la estación Colegio Simón Rodríguez ubicada en la Diagonal 58 No. 4 este.

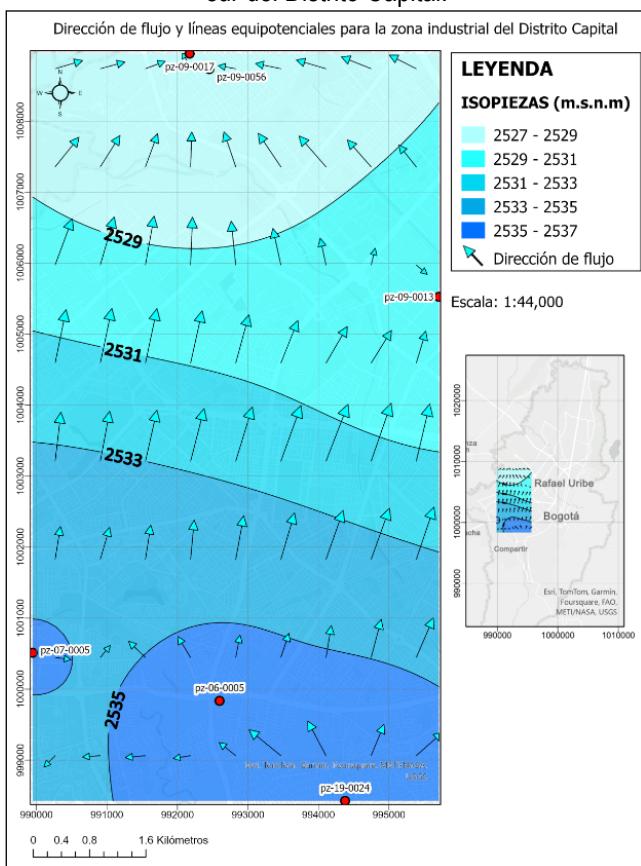


Fuente: SDA, 2024.

Página 67 de 74

Ahora bien, cabe destacar que el acuífero Formación Sabana al sur del Distrito Capital presenta una menor conductividad hidráulica debido a que la litología es más fina en comparación con la zona norte, motivo por el cual su demanda generalmente es combinada con otras unidades hidrogeológicas como la Formación Tilatá. Este acuífero de oriente a occidente varía de espesor, pasando de tener aproximadamente 40 m en la localidad de Puente Aranda a 300 m en las localidades de Fontibón y Kennedy. Estos espesores son los que proporcionan agua subterránea para abastecer la demanda. En la siguiente figura se observa la dinámica hídrica subterránea en la zona sur del Distrito Capital.

Figura 54. Isopiezas y direcciones de flujo del acuífero Formación Sabana para el primer semestre de 2024 – Zona sur del Distrito Capital.



Fuente: SDA, 2024.

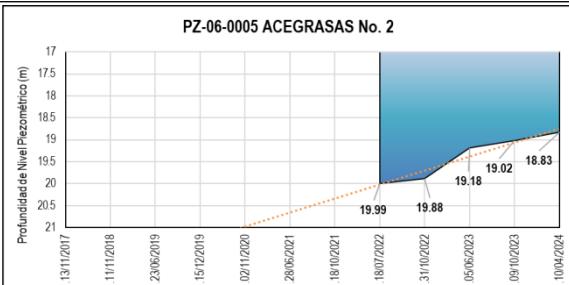
Según la anterior imagen, se puede determinar que la dinámica del recurso hídrico subterráneo en el acuífero Formación Sabana presenta una dirección predominante sur-norte, sin cambios drásticos en las direcciones de flujo.

Es importante mencionar que para este informe se han perforado nuevos pozos que permiten actualizar la configuración del acuífero Formación Sabana, encontrando que ya no llega hasta los 200 m de profundidad como se

estimó con anterioridad para las localidades de Puente Aranda y Fontibón, sino que, su profundidad promedio es de 80 m. Esto implica eliminar del análisis varios pozos que en los anteriores informes se habían analizado.

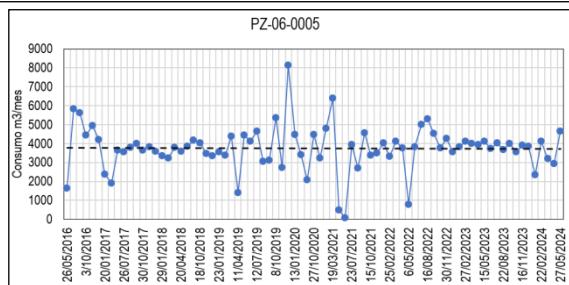
De forma opuesta al sector norte del Distrito Capital, en el sur los niveles ascienden un máximo 0.7 m y los consumos decrecen como se observa en las siguientes figuras.

Figura 53. Nivel piezométrico pozo PZ-06-0005.



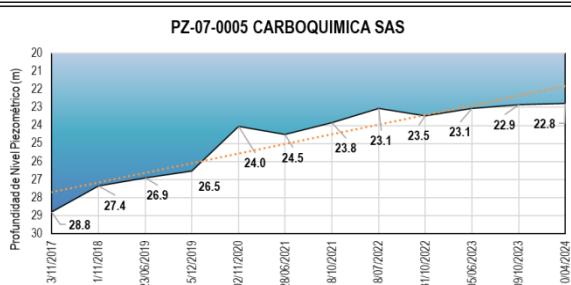
Fuente: SDA, 2024.

Figura 54. Consumos PZ-06-0005.



Fuente: SDA, 2024.

Figura 55. Nivel piezométrico pozo PZ-07-0005.



Fuente: SDA, 2024.

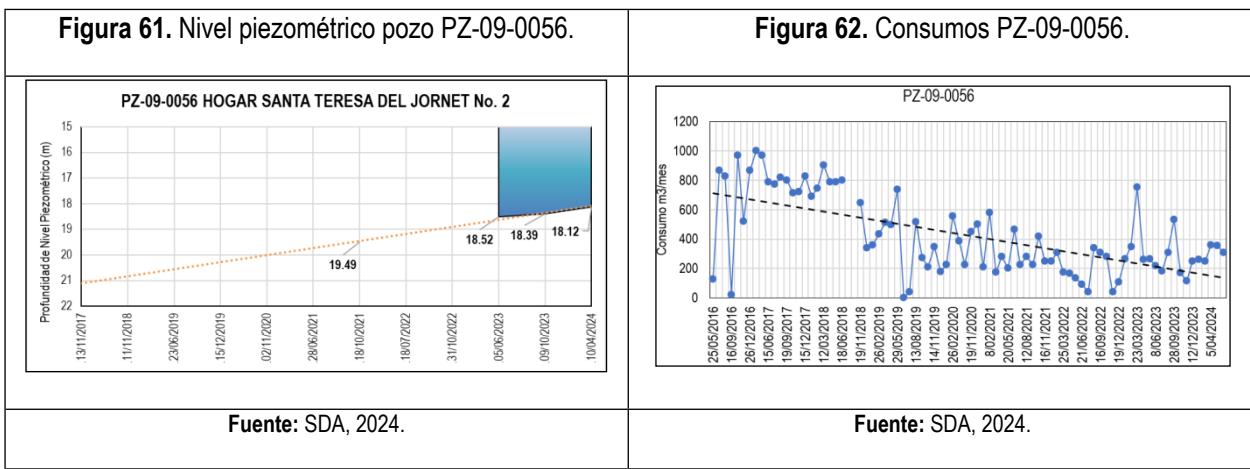
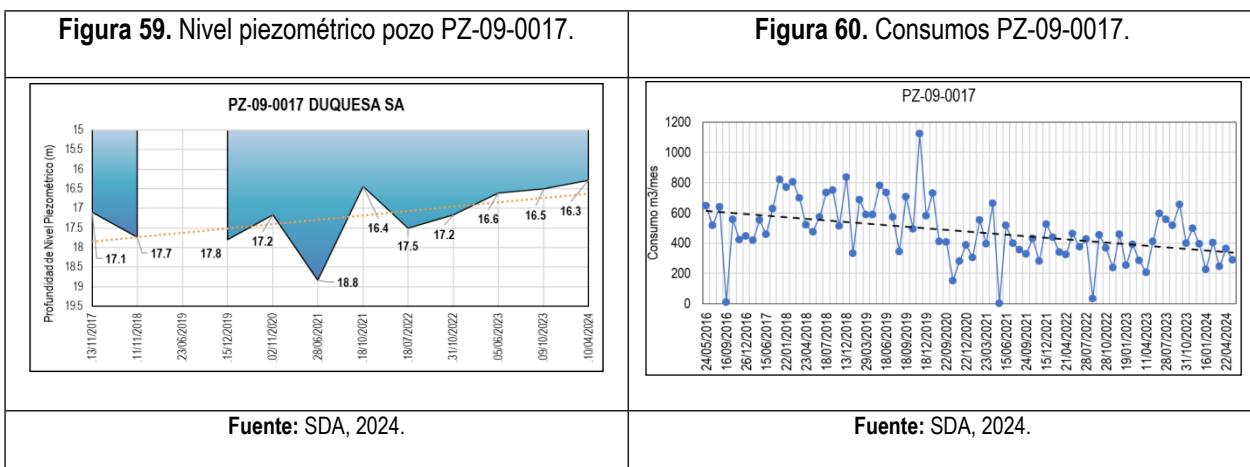
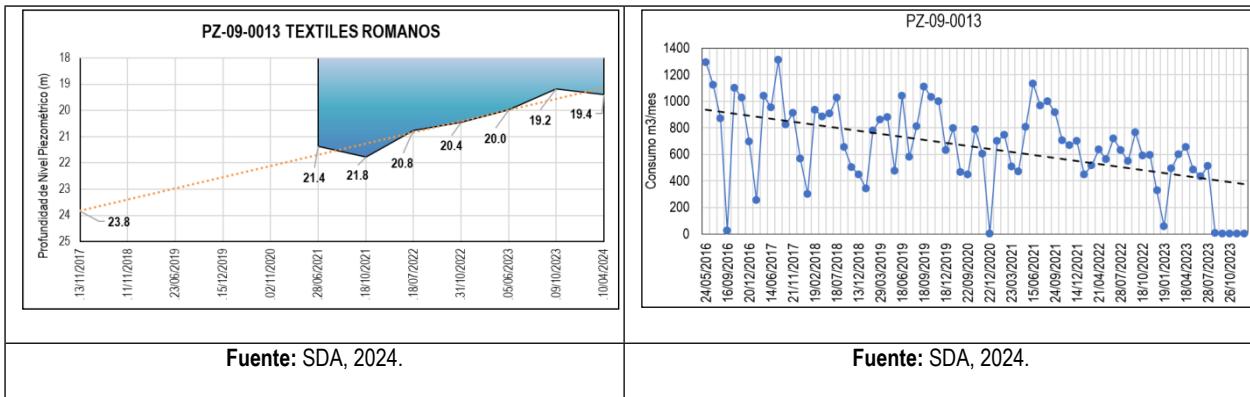
Figura 56. Consumos PZ-07-0005.

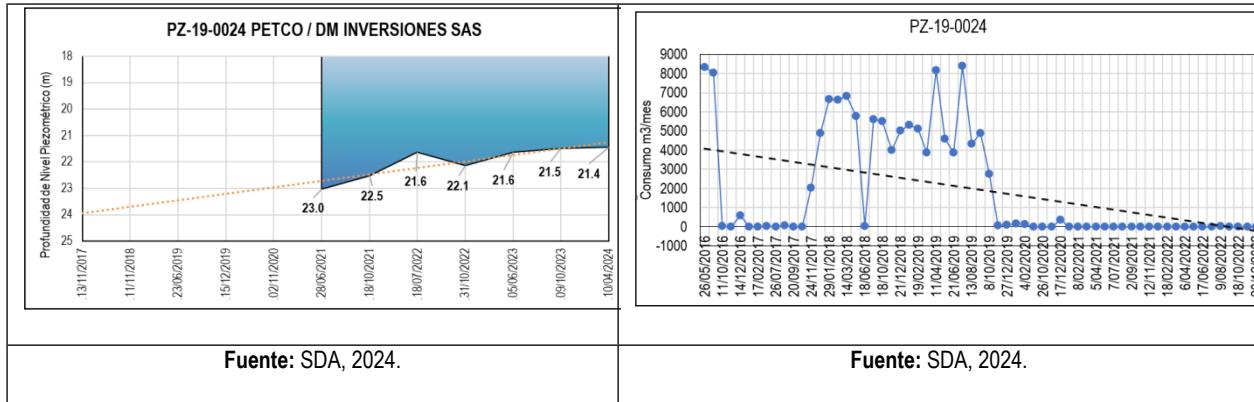
N/A

Pozo en sellado temporal y con dispositivo de la RMAS

Figura 57. Nivel piezométrico pozo PZ-09-0013.

Figura 58. Consumos PZ-09-0013.





En conclusión, las brigadas de niveles al sur del Distrito Capital indican que no existen cambios drásticos debido a las condiciones climáticas de baja precipitación presentadas a finales de 2023 e inicios del 2024.

Es de resaltar que, si existen cambios en la dinámica hídrica del acuífero formación Sabana, es porque la mayoría de los pozos captan también de otras unidades hidrogeológicas que infrayacen el acuífero.

Igualmente, se identifica que la Formación Sabana presenta menor profundidad que la identificada en el modelo geológico, condición que debe ser actualizada para futuros estudios de agua subterránea en el Distrito Capital.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

RMAS.

- La variable nivel piezométrico no supera de -2 m a 2 m de profundidad el valor inicial observado cuando se instaló el dispositivo en comparación con el valor final (abril de 2024). No obstante, cabe aclarar, que el pozo pz-01-0070 (Club Millonarios) presenta un ascenso del nivel piezométrico de 7.45 m.
- Los pozos que hacen parte de la zona de recarga como el pz-11-0153 (Suba), pz-01-0100 (Aguadora), pz-01-0072 (La Salle) y pz-01-0105 (Aldea) presentan cambios en la tendencia del nivel piezométrico debido a la disminución en la frecuencia e intensidad de la precipitación durante el segundo semestre de 2023 y primer semestre de 2024.
- Para que el funcionamiento de los equipos registre datos continuos de nivel, temperatura y conductividad eléctrica es fundamental realizar con una temporalidad trimestral mantenimientos preventivos y correctivos. Esto evita que las series de datos se vean interrumpidas y que el error entre lo observado y lo calculado sea mínimo, evitando de esta manera que las hipótesis plateadas sean cada vez más acertadas.
- Según los datos de nivel, temperatura y conductividad eléctrica registrados por la RMAS, esta Autoridad determina que no existen cambios drásticos que generen alertas sobre un posible impacto del agua subterránea ya sea por efectos ambientales o antrópicos.

- La variable temperatura no presenta cambios abruptos en toda la serie de tiempo. En cambio, la conductividad eléctrica presenta variaciones en la serie de tiempo distribuidas de la siguiente forma: de 400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, de 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y finalmente de 7 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 100 $\mu\text{s}/\text{cm}$. El primer y segundo grupo capta del acuífero Formación Sabana y Tilatá.
- Se pueden presentar errores humanos y en la calibración de los equipos durante la medición de las variables nivel, temperatura y conductividad eléctrica, situación que debe ser regulada cada año, ya que, los cambios en la dinámica hídrica por ejemplo para la variable nivel no son drásticos generando resultados que pueden no ser atribuibles al comportamiento de los acuíferos.

Brigadas.

- Se deben ajustar todas las unidades hidrogeológicas que captan cada pozo en el Distrito Capital a medida que se ejecutan nuevas perforaciones, esto con el objetivo de actualizar el modelo geológico e interpretar de forma acertada el comportamiento registrado en las brigadas de niveles.
- Las brigadas de niveles al norte del Distrito Capital indican que el acuífero Formación Sabana no fue impactado de forma drástica por la época de baja precipitación presentada a finales de 2023 e inicios del 2024. Igualmente, se determina que existe un aumento en los consumos para algunos pozos durante el año 2024, ocasionando que se presenten disminuciones puntuales del nivel piezométrico hasta de 3 m.
- Las brigadas de niveles al sur del Distrito Capital indican que no existen cambios drásticos debido a las condiciones climáticas de baja precipitación presentadas a finales de 2023 e inicios del 2024.
- Si se presentan cambios en la dinámica hídrica del acuífero formación Sabana en la zona sur, es porque la mayoría de los pozos captan también de otras unidades hidrogeológicas que infrayacen el acuífero.
- Se puede presentar errores humanos en las mediciones del nivel debido al cambio del personal durante las actividades de campo.

RECOMENDACIONES.

RMAS.

- Complementar la RMAS con la instalación de manómetros en pozos saltantes para medir la presión del Grupo Guadalupe.
- Se debe dar prioridad al equipo instalado en el pozo pz-12-0025 (Artesanías de Colombia) debido a que no existe continuidad en el registro de las variables.
- Requerir al Servicio Geológico Colombiano-SGC el estado mecánico o la ejecución de un video para determinar cómo es el estado de los filtros y ciegos del pozo pz-13-0016 (ING 1), y así poder definir a qué se atribuye el comportamiento de las variables. Esto debido a que el comportamiento del nivel registrado en el pozo pz-13-0016 (ING 1) a menos de 36 m de longitud difiere.

- Para calibrar los datos registrados por los dispositivos y evitar errores en las mediciones in-situ, es fundamental contar con equipos apropiados para las actividades de la RMAS y brigadas de niveles. Los equipos necesarios son: Sondas multiparamétricas y sondas de nivel con diferentes diámetros de sensor para que puedan ingresar a las tuberías de niveles.
- Incluir un pozo de observación al norte del Distrito Capital que monitoree el acuífero Formación Sabana para las localidades de Suba (entre los pozos de Club el Rancho (pz-11-0108) y San Viator (pz-11-0051)) y Usaquén (entre los pozos de Jardines de Paz (pz-01-0031) y Multiparque).
- Reubicar el dispositivo instalado en el pozo pz-11-0023 (MEALS) debido a los inconvenientes presentados por la transmisión en la información. En este sentido, se recomienda instalar el dispositivo en el piezómetro menos profundo ubicado en el Servicio Geológico Colombiano-SGC, con el objetivo de obtener información de los paquetes arenosos más someros del acuífero Formación Sabana.
- Construir pozos de observación en la ronda del río Bogotá para verificar la conexión con las unidades hidrogeológicas que lo infilan.
- Determinar cuál es el grado de conexión del agua subterránea somera con el acuífero Formación Sabana.
- Investigar y realizar nuevas exploraciones del subsuelo para corroborar la configuración geológica expuesta en los estudios “Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá (SDA, 2013)” y “Modelo Hidrogeológico Conceptual del Acuífero Subsuperficial o Somero en el Perímetro Urbano del Distrito Capital (SDA, 2018)”.

BRIGADAS DE NIVELES.

- En las actividades de seguimiento y control se deben implementar las acciones necesarias para que no se presenten cambios drásticos en los niveles de los siguientes pozos ubicados al norte del Distrito Capital: pz-11-0195 (Colegio San Viator No. 3), pz-11-0223 (San Ángelo), pz-11-0222 (Club Guaymaral), pz-11-0221 (Club Colsubsidio) y pz-11-0051 (San Viator No. 2).
- Actualizar el modelo hidrogeológico conceptual con el objetivo de investigar como es el comportamiento somero del agua subterránea, ya que, en los primeros 30 m de profundidad se realizan todas las actividades en el Distrito Capital.
- En las zonas donde se presentan descensos de nivel es indispensable realizar una brigada de niveles con mayor tiempo de reposo o cese de bombeo (6 a 8 días)
- Realizar investigaciones más detalladas (isotopía, pruebas hidráulicas y perforaciones exploratorias) con el objetivo de identificar medidas de manejo y seguimiento a los acuíferos que presentan mayor demanda.

El presente informe técnico se emite exclusivamente con respecto a temas hidrodinámicos de conductividad y temperatura relacionados con recurso hídrico subterráneo.



JUAN DAVID ARISTIZABAL GONZALEZ
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO Y DEL SUELO

(Anexos):

Elaboró:

YAMILAETH CAMPOS VARGAS	CPS:	SDA-CPS-20240698	FECHA EJECUCIÓN:	08/08/2024
-------------------------	------	------------------	------------------	------------

Revisó:

JUAN GABRIEL ALVARADO CARDENAS	CPS:	SDA-CPS-20240279	FECHA EJECUCIÓN:	30/09/2024
--------------------------------	------	------------------	------------------	------------

Aprobó:

Firmó:

JUAN DAVID ARISTIZABAL GONZALEZ	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCIÓN:	30/09/2024
---------------------------------	------	-------------	------------------	------------

*Elaboro y Reviso: Jesús Alirio Leal Sierra
Apoyo Técnico: Carlos Alberto Cortes Gómez*