ANEXO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS

1. OBJETO

REALIZAR CAMPAÑA DE MONITOREO DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA LAS CUENCAS ALTA Y MEDIA DEL RÍO BOGOTÁ Y CUENCA ALTO RÍO SUÁREZ.

CAPITULO DE PRODUCTOS

ITEM ET-01. Plan de trabajo aprobado, que incluya la metodología, actividades, responsabilidades, cronograma, logística, recursos, gestión de datos, aseguramiento de la calidad y protocolos de seguridad y salud en el trabajo.

Consecutivo	1 – Alistamiento
Nombre de la actividad	Elaboración, aprobación del plan de trabajo y cronograma
Producto a obtener	Plan de trabajo aprobado, que incluya la metodología, actividades, responsabilidades, cronograma, logística, recursos, gestión de datos, aseguramiento de la calidad y protocolos de seguridad y salud en el trabajo.
Unidad de medida y cantidad	Documento (1) y archivo en Microsoft Project.
Alcance de la actividad	Definir la organización técnica, operativa y temporal de las cuatro fases, incluyendo recursos, dependencias, hitos, entregables, revisiones y contingencias,
Proceso de ejecución	1) Revisión integral de documentos contractuales. 2) Reunión de inicio con la supervisión. 3) Desagregación de actividades y tareas en Microsoft Project. 4) Definición de ruta crítica, responsables, salidas de campo, recorridos, controles de calidad y gestión de riesgos. 5) Asignación de personal a cada actividad 6) Entrega para aprobación.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Director. Elaboración operativa: Coordinador. Aportes: Profesional electrónico y Profesional civil.
Equipos y herramientas	Computador con ofimática y Microsoft Project o equivalente.
Insumos y materiales	Estudios previos, presupuesto, plan operativo, especificaciones, personal.
Normas y requisitos de calidad	Cronograma lógico, recursos armonizados con presupuesto, actividades asociadas a productos y responsables; aprobación escrita de la supervisión. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; manuales de fabricante para equipos; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables.
Criterios de aceptación	Documento completo, coherente, aprobado y con matriz fase–actividad–producto–responsable–recurso–hito elaborado en Microsoft Project.
Riesgos y controles principales	Omisión de actividades; incompatibilidad entre plazo, recursos y productos; rutas de campo inviables, Metodologías ambiguas; falta de equipos; recorridos incompletos; condiciones de seguridad o acceso.

ITEM ET-02. Informe metodológico de las actividades del proyecto, incluyendo procedimientos técnicos, equipos, aseguramiento y control de calidad, validación y gestión de datos, cadena de custodia, SG-SST y demás estándares y lineamientos aplicables.

Consecutivo	2 – Metodologías
Nombre de la actividad	Definición metodológica, logística y de trabajo de campo
Producto a obtener	Informe metodológico de las actividades del proyecto, incluyendo procedimientos técnicos, equipos, aseguramiento y control de calidad, validación y gestión de datos, cadena de custodia, SG-SST y demás estándares y lineamientos aplicables.
Unidad de medida y cantidad	Informe (1)
Alcance de la actividad	Establecer métodos reproducibles para medición de niveles piezométricos, muestreo y análisis isotópico, caracterización hidrodinámica, generación de cartografía, mantenimiento preventivo y correctivo de la red de monitoreo), incluyendo procedimientos técnicos, equipos, protocolos de aseguramiento y control de calidad, criterios de validación de información, cadena de custodia, gestión de datos, SG-SST y demás lineamientos aplicables, de conformidad con las normas ASTM, ICONTEC y demás estándares nacionales e internacionales pertinentes.
Proceso de ejecución	1)Revisión de fuentes bibliográficas, normativas, cartográficas y accesos. 2) Definición de protocolos y formatos. 3) Diseño de recorridos y comisiones. 4) Definición de equipos, verificación previa, medidas HSEQ y contingencias. 5)Definición de procedimientos para almacenamiento, respaldo, depuración y validación de bases de datos.5) Entrega para aprobación.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Director. Coordinación: Coordinador. Aportes técnicos: Profesionales electrónico y civil.
Equipos y herramientas	Cartografía y bases institucionales, SIG, GPS, sondas, formatos de campo, computadores y vehículos, medios de comunicación.
Insumos y materiales	Equipos, instrumentos, software y herramientas requeridos para la ejecución de las actividades objeto del proyecto.
Normas y requisitos de calidad	Métodos verificables; identificación de unidades, precisión, frecuencia, responsables y criterios de repetición o rechazo. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; manuales de fabricante para equipos; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables. Definición de procedimientos QA/QC para trabajo de campo, laboratorio y procesamiento de información; criterios de completitud, precisión, exactitud, consistencia y trazabilidad de los datos; procedimientos de respaldo y control de versiones de bases de datos; requisitos para la documentación fotográfica y georreferenciación de registros.
Criterios de aceptación	Documento metodológico aprobado por la supervisión, que incluya protocolos, formatos, procedimientos, cronograma operativo, criterios de calidad, gestión de datos, cadena de custodia, medidas SG-SST, planes de contingencia y especificaciones técnicas para todas las actividades del proyecto.
Riesgos y controles principales	Metodologías ambiguas; Inconsistencias metodológicas entre fases; Omisión de protocolos de calidad; Cambios en accesos o condiciones de campo; falta de equipos; recorridos incompletos.

ITEM ET-03. Base de datos consolidada, depurada, normalizada y validada de la información histórica de monitoreo piezométrico y calidad de aguas subterráneas.

Consecutivo	3 – Consolidación histórica

Nombre de la actividad	Recopilación, depuración y consolidación de información histórica
Producto a obtener	Base de datos consolidada, depurada, normalizada y validada de la información histórica de monitoreo piezométrico y calidad de aguas subterráneas.
Unidad de medida y cantidad	Base de datos (1)
Alcance de la actividad	Diseñar e implementar una base de datos que permita recopilar, revisar, depurar y consolidar la información histórica disponible de las campañas de monitoreo piezométrico adelantadas por la Corporación en los años 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2013, 2016, 2020, 2022 y 2024. La base de datos deberá integrar, organizar y homologar los registros históricos de la red piezométrica, los resultados de las campañas de monitoreo de calidad de aguas subterráneas, los parámetros hidráulicos y demás información hidrogeológica disponible, incluyendo, entre otros, la identificación y localización de los puntos, coordenadas geográficas, fechas de medición, niveles piezométricos, caudales, parámetros fisicoquímicos, resultados de pruebas hidráulicas, información sobre las formaciones geológicas superficiales y las posibles unidades hidrogeológicas captadas. Se busca disponer de una estructura de información estandarizada, trazable y consistente que facilite la consulta, el análisis e interpretación de la evolución temporal de las condiciones del recurso hídrico subterráneo.
Proceso de ejecución	1) Recopilación y revisión de las fuentes de información disponibles. 2) Inventario y clasificación de la información histórica. 3) Depuración y homologación de códigos, fechas, unidades y coordenadas. 4) Validación espacial y alfanumérica. 5) Integración y estructuración de la información en software para base de datos. 6) Elaboración del diccionario de datos y registro de las depuraciones realizadas.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Apoyo: Profesional civil. Revisión: Director.
Equipos y herramientas	Computador, software para base de datos (PostgreSQL, SQL, Geopackage) y herramientas para gestión, procesamiento y validación de bases de datos espaciales.
Insumos y materiales	Bases de datos de la CAR, informes históricos, FUNIAS, resoluciones, cartografía, expedientes y demás información disponible relacionada con el monitoreo de aguas subterráneas.
Normas y requisitos de calidad	La información deberá contar con identificador único por punto, trazabilidad de las fuentes, consistencia espacial y alfanumérica y coordenadas estandarizadas en MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377). No se incorporarán supuestos ni información no verificada. Los campos sin información deberán identificarse de manera explícita y trazable. Los metadatos geográficos deberán atender la NTC 4611 cuando corresponda. Se deberá realizar revisión técnica interna y verificar la consistencia de la información consolidada con las fuentes originales.
Criterios de aceptación	La base de datos deberá entregarse en un formato y software especializado para la gestión de bases de datos, debidamente estructurada y depurada, sin duplicados injustificados y con identificación de las fuentes de información. No se aceptará la entrega de la base de datos únicamente en archivos de Microsoft Excel o formatos equivalentes de hoja de cálculo. La totalidad de los registros incorporados deberá haber sido revisada, y los campos sin información deberán encontrarse identificados mediante una categoría o justificación que permita establecer su origen y condición.
Riesgos y controles principales	Información histórica incompleta o inconsistente, coordenadas erróneas, cambios de nomenclatura, duplicidad de registros, formatos incompatibles y archivos deteriorados. **Controles:** revisión de fuentes originales, validación espacial y alfanumérica, homologación de nomenclaturas y registro de las depuraciones efectuadas.

ITEM ET-04. Informe que contenga el diseño de la red de monitoreo de aguas subterráneas, con metodología, criterios de evaluación y justificación técnica de los trescientos (300) puntos seleccionados para el monitoreo piezométrico y 120 de muestreo isotópico.

Consecutivo	4 – Diseño de la red
Nombre de la actividad	Diseño de la red institucional de monitoreo.
Producto a obtener	Informe que contenga el diseño de la red de monitoreo de aguas subterráneas, con metodología, criterios de evaluación y justificación técnica de los trescientos (300) puntos seleccionados para el monitoreo piezométrico y ciento veinte (120) de muestreo isotópico.
Unidad de medida y cantidad	Informe (1) y base de datos
Alcance de la actividad	Evaluar la red institucional de monitoreo existente considerando la accesibilidad, continuidad histórica de los registros, distribución espacial, densidad, frecuencia de monitoreo, condiciones de operación, estado de los puntos e instrumentación, con el fin de optimizar y seleccionar los puntos que conformarán la red de monitoreo de niveles piezométricos y de monitoreo isotópico, garantizando una distribución espacial adecuada y representativa de las unidades hidrogeológicas consideradas en el estudio.
Proceso de ejecución	1) Integración histórica y cartográfica. 2) Definición de criterios para la evaluación y optimización de los puntos. 3) Evaluación multicriterio de puntos. 4) Evaluación de frecuencia de monitoreo. 5) Evaluación de la representatividad espacial de los puntos respecto de las unidades hidrogeológicas consideradas 6) Selección y priorización de los puntos que conformarán la red de monitoreo. 7)Definición de puntos suplentes para aquellos que puedan presentar restricciones de acceso, operación o disponibilidad 8) Validación con CAR.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Dirección científica: Director. Apoyo SIG/campo: Profesional civil.
Equipos y herramientas	SIG, computadores, cartografía, GPS, bases y documentos institucionales.
Insumos y materiales	Inventario de puntos, información vial, predial, hidrogeológica, resultados de campañas anteriores.
Normas y requisitos de calidad	Justificación técnica por punto o grupo; cartografía; matriz multicriterio; separación por unidad acuífera. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables.
Criterios de aceptación	Red propuesta de trescientos (300) puntos para monitoreo de niveles piezométricos, y puntos definidos para monitoreo isotópico, debidamente justificada mediante criterios técnicos reproducibles, matriz de evaluación y cartografía de localización, incluyendo listado de puntos suplentes cuando corresponda, y aprobada por la supervisión.
Riesgos y controles principales	Puntos inexistentes, inaccesibles, no representativos o sin condiciones de reposo, Pérdida de continuidad de la información histórica.

ITEM ET-05. Base de datos que contenga compilación e integración de los registros históricos de los piezómetros de la red de monitoreo satelital de agua subterráneas en las cuencas del Río Bogotá y Alto Río Suárez

Consecutivo	5 – Red piezométrica satelital
Nombre de la actividad	Verificación e integración de históricos de la red de monitoreo satelital

Producto a obtener	Base de datos que contenga compilación e integración de los registros históricos de los piezómetros de la red de monitoreo satelital de agua subterráneas en las cuencas del Río Bogotá y Alto Río Suárez
Unidad de medida y cantidad	Base consolidada (1) y Documento (1) En caso de que no se presente el documento que contenga la información correspondiente a los quince (15) piezómetros, el valor del producto será reconocido proporcionalmente a la cantidad de piezómetros efectivamente analizados, tomando como base el cien por ciento (100 %) correspondiente al análisis de los quince (15) piezómetros.
Alcance de la actividad	Recopilar, revisar, depurar, validar e integrar la información histórica generada por los piezómetros de la red de monitoreo satelital de aguas subterráneas, garantizando la consistencia temporal, espacial y alfanumérica de los registros, así como la trazabilidad de las fuentes utilizadas para su consolidación.
Proceso de ejecución	1) Recopilación de registros históricos, bases de datos, reportes y archivos de respaldo disponibles. 2) Inventario y clasificación de la información recopilada. 3) Revisión de consistencia de fechas, unidades, series de tiempo, identificadores y metadatos. 4) Identificación de vacíos, duplicidades, registros atípicos e inconsistencias. 5) Validación y depuración de la información. 6) Homologación de formatos, estructuras y nomenclaturas. 7) Integración de las series históricas en una base de datos consolidada (PostgreSQL, SQL, Geopackage). 8) Documentación de los criterios, procedimientos y ajustes realizados durante el proceso. 9) Elaboración del informe técnico de verificación e integración.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Ejecución: Profesional civil y electrónico. Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Computadores, software de gestión y análisis de bases de datos (PostgreSQL, SQL, Geopackage) herramientas SIG y software de procesamiento de series de tiempo.
Insumos y materiales	Bases de datos históricas de la red satelital, registros de monitoreo, reportes técnicos, metadatos, archivos de configuración de equipos y demás información disponible asociada a la red.
Normas y requisitos de calidad	La información consolidada deberá conservar la trazabilidad de las fuentes originales, documentar los procesos de validación y depuración realizados, mantener la integridad de los registros históricos y garantizar la consistencia de formatos, unidades y estructuras de almacenamiento. Se deberá contar con control documental, control de versiones y registro de las modificaciones efectuadas durante el proceso de integración.
Criterios de aceptación	Base de datos entregada y aprobada, con descripción detallada del procedimiento de verificación e integración realizado, identificación de inconsistencias encontradas y acciones de depuración efectuadas, acompañado de una base de datos consolidada, estructurada, validada y trazable que contenga la totalidad de la información histórica disponible de los piezómetros de la red de monitoreo satelital
Riesgos y controles principales	Información histórica incompleta o inconsistente, pérdida de trazabilidad de registros, diferencias en formatos de almacenamiento, duplicidad de información, archivos corruptos o ausencia de metadatos. Control mediante validaciones cruzadas, respaldo de la información original, control de versiones, documentación de cambios y revisión técnica de los resultados obtenidos.

ITEM ET-06. Base de datos con los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales en trescientos (300) puntos de agua subterránea, incluyendo la validación, evaluación, georreferenciación y sistematización de la información obtenida en campo.

Consecutivo	6 – Monitoreo

Nombre de la actividad	Campaña de niveles piezométricos estáticos y caudales
Producto a obtener	Base de datos con los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales en trescientos (300) puntos de agua subterránea, incluyendo la validación, evaluación, georreferenciación y sistematización de la información obtenida en campo.
Unidad de medida y cantidad	Campaña consolidada (1); 300 puntos efectivamente monitoreados, base de datos con la información recopilada (1).
Alcance de la actividad	Medir niveles piezométricos estáticos y caudales en los trescientos (300) puntos seleccionados de las cuencas alta y media del río Bogotá y alta del río Suárez, así como la correlación de los caudales obtenidos en campo con los caudales otorgados en las concesiones, cuya información deberá actualizarse en la base de datos generada en la FICHA ET-03.
Proceso de ejecución	1) Selección y acta de 300 puntos. 2) Gestión de ingreso. 3) Verificación de coordenadas y estado. 4) Identificación del punto de referencia y tiempo de reposo. 5) Medición del nivel estático y de la cota del punto, con repetición de las mediciones cuando se identifiquen inconsistencias en los datos obtenidos. 6) Aforo según configuración. 7) Registro, fotografía, respaldo y validación diaria 8) Medición de caudales
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Ejecución: Profesional civil y auxiliares/comisiones. Revisión: Director.
Equipos y herramientas	Una sonda de contacto, Un GPS, equipos de aforo apropiados, Una camioneta, formatos, EPP y cámara.
Insumos y materiales	Precintos, etiquetas, formatos, baterías, elementos de señalización y limpieza.
Normas y requisitos de calidad	Sonda con rango mínimo 0–200 m y precisión ±0,01 m; protocolos aprobados; trazabilidad y control de mediciones atípicas. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; manuales de fabricante para equipos; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables.
Criterios de aceptación	Se aceptará la actividad cuando se hayan monitoreado efectivamente trescientos (300) puntos de agua subterránea seleccionados y aprobados, o cuando los puntos no monitoreables hayan sido reemplazados por puntos suplentes autorizados; cada registro deberá incluir identificación del punto, coordenadas, cota, fecha y hora, nivel piezométrico estático, condiciones de reposo y caudal medido cuando sea técnicamente posible, junto con el registro fotográfico correspondiente. Las mediciones inconsistentes deberán ser verificadas y documentadas, y la información deberá ser consistente, trazable y estar debidamente consolidada y validada en la base de datos y los formatos de campo.
Riesgos y controles principales	Negativa de acceso, bombeo durante medición, pozo colapsado, daño de sonda, clima y orden público, resoluciones no disponibles, caudales no comparables, series discontinuas y datos de mantenimiento incompletos.

ITEM ET-07. Informe de consolidación de los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales en trescientos (300) puntos de agua subterránea.

Consecutivo	7 – Monitoreo
Nombre de la actividad	Consolidación y análisis de los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales
Producto a obtener	Informe de consolidación de los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales en trescientos (300) puntos de agua subterránea.
Unidad de medida y cantidad	Informe y base de datos (1)

	En caso de que no se presente el documento que contenga la información correspondiente a los trescientos (300) puntos de agua subterránea, el valor del producto será reconocido proporcionalmente a la cantidad de agua subterránea efectivamente analizados, tomando como base el cien por ciento (100 %) correspondiente al análisis de los trescientos (300) de agua subterránea."
Alcance de la actividad	Consolidar, evaluar y sistematizar los resultados obtenidos durante la campaña de monitoreo en los trescientos (300) puntos, incluyendo niveles piezométricos estáticos, caudales, registro fotográfico y demás información registrada en campo; conformar la base de datos para su procesamiento y análisis; realizar el análisis histórico de los puntos de la red de monitoreo y establecer la correlación entre los caudales medidos en campo y los caudales otorgados en las concesiones.
Proceso de ejecución	1) Revisión y validación de la información obtenida en campo. 2) Depuración y consolidación de la base de datos. 3) Integración de los registros actuales con la información histórica. 4) Análisis de la evolución histórica de los niveles piezométricos de los puntos con información disponible. 5) Procesamiento y análisis estadístico y geoestadístico de la información, cuando corresponda. 6) Comparación de los caudales medidos en campo con los caudales otorgados en las concesiones. 7) Elaboración de resultados, tablas, gráficos y productos cartográficos. 8) Revisión y validación técnica del informe y la base de datos.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Dirección científica: Director. Apoyo SIG/campo: Profesional civil.
Equipos y herramientas	SIG, computadores, cartografía, GPS y bases institucionales.
Insumos y materiales	Base de datos de la campaña, registros y formatos de campo, información histórica de monitoreo, inventario de puntos, información de concesiones y cartografía institucional.
Normas y requisitos de calidad	Información trazable y consistente con los registros de campo y las fuentes institucionales; criterios documentados para la depuración y validación de datos; identificación y justificación de datos atípicos o faltantes; control de versiones y respaldo de la base de datos; coherencia entre tablas, gráficos, análisis y cartografía; revisión técnica interna y aplicación de los estándares y lineamientos técnicos que correspondan.
Criterios de aceptación	Informe y base de datos consolidados y validados, con la totalidad de los puntos monitoreados incorporados, registros de niveles piezométricos y caudales debidamente trazables, análisis histórico de los puntos con información disponible, resultados del procesamiento estadístico y geoestadístico cuando corresponda y comparación de los caudales medidos con los caudales otorgados, identificando y justificando los casos en los que no sea posible establecer dicha comparación.
Riesgos y controles principales	Datos faltantes o inconsistentes, errores de identificación de puntos, diferencias entre fuentes históricas, datos atípicos, información incompleta de concesiones y falta de comparabilidad entre caudales medidos y otorgados. Control mediante depuración, validación, trazabilidad de fuentes, criterios documentados y revisión técnica.

ITEM ET-08. Formularios FUNIAS de quince (15) puntos de agua subterránea incorporados en el último rediseño de la red, debidamente diligenciados, validados y entregados en formato habilitado para macros (.xlsm).

Consecutivo	8 – Inventario
Nombre de la actividad	Diligenciamiento y actualización de formularios FUNIAS
Producto a obtener	Formularios FUNIAS de quince (15) puntos de agua subterránea incorporados en el último rediseño de la red, debidamente diligenciados, validados y entregados en formato habilitado para macros (.xlsm).

Unidad de medida y cantidad	Formulario (15)
Alcance de la actividad	Actualizar la información de cada punto monitoreado en medio análogo y digital XLSM habilitado para macros.
Proceso de ejecución	1) Diligenciamiento en campo. 2) Verificación con base histórica y resolución de concesión disponible. 3) Carga digital. 4) Validación de campos obligatorios, coordenadas y códigos. 5) Verificación con información secundaria disponible en la corporación 5) Cruce con base final.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional civil. Revisión: Coordinador.
Equipos y herramientas	Computador, XLSM oficial, GPS, formatos y escáner cuando aplique.
Insumos y materiales	Información de campo, inventario, resoluciones y fotografías.
Normas y requisitos de calidad	Formato oficial vigente con la totalidad de campos diligenciados, así como registro fotográfico y ubicación; coherencia con base y cartografía. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; manuales de fabricante para equipos; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables.
Criterios de aceptación	15 formularios 100 % completos, legibles y validados, salvo campos no disponibles debidamente justificados., en formato PDF Y Excel.
Riesgos y controles principales	Información incompleta, formato incompatible, errores de código o coordenadas.

ITEM ET-09. Planos cartográficos temáticos a escala 1:25.000 de las cuencas alta y media del río Bogotá y cuenca alta del río Suárez, con puntos de agua subterránea georreferenciado en sistema MAGNA-SIRGAS.

Consecutivo	9 – Cartografía
Nombre de la actividad	Elaboración de planos de localización de pozos a escala 1:25.000
Producto a obtener	Planos cartográficos temáticos a escala 1:25.000 de las cuencas alta y media del río Bogotá y cuenca alta del río Suárez, con puntos de agua subterránea georreferenciado en sistema MAGNA-SIRGAS.
Unidad de medida y cantidad	Planos (20)
Alcance de la actividad	Elaborar planos cartográficos a escala 1:25.000 que permitan visualizar la ubicación georreferenciada de los puntos de agua subterránea monitoreados y su relación con los principales elementos territoriales e hidrogeológicos de referencia, incluyendo límites administrativos, drenajes, vías, municipios y unidades hidrogeológicas, según corresponda.
Proceso de ejecución	1) Revisión y validación de la información espacial de los puntos monitoreados. 2) Organización de la información por áreas y unidades hidrogeológicas. 3) Definición de la distribución de las planchas de acuerdo con la localización de los puntos. 4) Elaboración de las salidas cartográficas. 5) Incorporación de cartografía base, límites, vías, drenajes, municipios, unidades hidrogeológicas y demás elementos requeridos. 6) Verificación de coordenadas, sistema de referencia, topología y consistencia espacial. 7) Incorporación de los atributos requeridos para identificar los puntos de monitoreo, de acuerdo con el modelo de datos nacional aplicable. 8) Revisión gráfica y técnica. 9) Entrega de los productos en formatos PDF y editables. 6) Entrega digital formato geodatabase, mpk o mxd.

Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Elaboración cartográfica: Profesional SIG. Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Computadores, software SIG (ArcGIS, QGIS o equivalente) y herramientas de edición y producción cartográfica.
Insumos y materiales	Cartografía oficial, puntos validados y metadatos.
Normas y requisitos de calidad	Los planos deberán elaborarse a escala 1:25.000, en MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377), y cumplir las especificaciones cartográficas aplicables. Deberán garantizar correspondencia entre la ubicación de los puntos y la base de datos, correcta simbología, legibilidad, orientación, escala gráfica, sistema de referencia, convenciones, fuentes de información y demás elementos cartográficos requeridos. Los metadatos deberán atender la NTC 4611 cuando corresponda.
Criterios de aceptación	Planos completos, legibles y georreferenciados, consistentes con la base de datos y con la distribución espacial de los puntos monitoreados; con los elementos cartográficos requeridos, escala 1:25.000, sistema de referencia definido, convenciones, fuentes y demás elementos de presentación cartográfica. La cantidad de planos dependerá de la distribución de los puntos y deberá garantizar la representación completa del área objeto de estudio. Los archivos deberán entregarse en formato PDF y en formato editable (geodatabase, shapefile, mxd) para su revisión y actualización.
Riesgos y controles principales	Errores de georreferenciación, puntos ubicados incorrectamente, inconsistencias entre la cartografía y la base de datos, superposición o ausencia de elementos cartográficos y problemas de legibilidad. Control mediante validación espacial, revisión topológica, verificación de coordenadas y revisión técnica y gráfica de los productos finales.

ITEM ET-10. Informe de consolidación, análisis e interpretación de los resultados del monitoreo isotópico, incluyendo validación de resultados, análisis de Oxigeno 18($\delta^{18}O$) y Deuterio ($\delta^{2}H$).

Consecutivo	10 – Caracterización Isotópica
Nombre de la actividad	Consolidación, análisis e interpretación de los resultados del monitoreo isotópico
Producto a obtener	Informe de consolidación, análisis e interpretación de los resultados del monitoreo isotópico, incluyendo validación de resultados, análisis de Oxigeno 18($\delta^{18}O$) y Deuterio ($\delta^{2}H$).
Unidad de medida y cantidad	Documento (1)
Alcance de la actividad	Consolidar y validar los resultados de laboratorio obtenidos para las muestras recolectadas; analizar los isótopos $\delta^{18}O$ y $\delta^{2}H$; construir la Línea Meteórica Mundial (GMWL) y construir y/o actualizar la Línea Meteórica Local (LMWL) con información isotópica secundaria disponible; elaborar gráficos de relación $\delta^{18}O$ vs. $\delta^{2}H$; calcular exceso de deuterio, identificar y estimar las zonas de recarga y analizar su relación con la dinámica del flujo subterráneo en las cuencas objeto del contrato.
Proceso de ejecución	1) Recepción, revisión y validación de los resultados de laboratorio. 2) Consolidación y depuración de la base de datos isotópica. 3) Revisión de la información isotópica secundaria disponible. 4) Construcción de la GMWL y construcción y/o actualización de la LMWL. 5) Elaboración e interpretación de diagramas $\delta^{18}O$ vs. $\delta^{2}H$. 6) Evaluación de la distribución espacial y comportamiento de los resultados isotópicos. 7) Identificación y estimación de zonas de recarga. 8) Análisis de la relación de los resultados isotópicos con la dinámica del flujo subterráneo. 9) Elaboración de productos gráficos y cartográficos. 10) Consolidación y revisión técnica del informe.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable técnico: Director. Coordinación y análisis: Coordinador. Toma: Profesional y auxiliares del laboratorio especializado.

Equipos y herramientas	Computadores, software para procesamiento y análisis estadístico de datos isotópicos, software SIG y herramientas para elaboración de gráficos y productos cartográficos.
Insumos y materiales	300 recipientes más controles, etiquetas, sellos, cadenas de custodia y materiales de limpieza, red evaluada, mapas, resultados históricos, inventario.
Normas y requisitos de calidad	Representatividad espacial e hidrogeológica; identificación inequívoca; plan de QA/QC y contingencias. Metodología reproducible, adecuada a densidad y distribución de datos; separación por unidad acuífera; análisis de incertidumbre. Laboratorio acreditado bajo ISO/IEC 17025 para el método o con competencia equivalente demostrable; trazabilidad, precisión e incertidumbre reportadas; protocolos contra evaporación y contaminación. Control documental y de versiones; trazabilidad de fuentes; revisión técnica interna; consistencia con el estudio previo, el presupuesto y el plan operativo; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda; manuales de fabricante para equipos; requisitos del SG-SST y gestión ambiental aplicables.
Criterios de aceptación	Informe y base de datos consolidados y validados, con resultados isotópicos trazables a las muestras y fuentes de laboratorio; líneas meteóricas mundial y local debidamente sustentadas; gráficos $\delta^{18}O$ vs. $\delta^{2}H$, identificación y estimación de zonas de recarga y análisis de su relación con la dinámica del flujo subterráneo; y productos gráficos y cartográficos consistentes con la base de datos y los resultados presentados en el informe.
Riesgos y controles principales	Resultados de laboratorio incompletos o inconsistentes, errores en la identificación de muestras, insuficiencia de información isotópica secundaria para la LMWL, datos atípicos y dificultades para establecer relaciones espaciales. Control mediante validación de resultados, trazabilidad de muestras y fuentes, criterios documentados de análisis y revisión técnica.

ITEM ET-11. Informe de caracterización hidrodinámica del sistema acuífero, integrando información piezométrica, isotópica e hidrogeológica, con análisis de recarga, descarga, flujo subterráneo, gradientes, conectividad y productos cartográficos.

Consecutivo	11 – Integración y caracterización
Nombre de la actividad	Caracterización del comportamiento hidrodinámico
Producto a obtener	Informe de caracterización hidrodinámica del sistema acuífero, integrando información piezométrica, isotópica e hidrogeológica, con análisis de recarga, descarga, flujo subterráneo, gradientes, conectividad y productos cartográficos.
Unidad de medida y cantidad	Informe (1)
Alcance de la actividad	Integrar y analizar la información histórica, niveles piezométricos, caudales, resultados isotópicos, información geológica, hidrogeológica y cartográfica disponible, con el propósito de caracterizar el comportamiento hidrodinámico del sistema acuífero, identificar zonas de recarga, establecer direcciones de flujo y analizar la posible conectividad hidráulica entre unidades hidrogeológicas, considerando las limitaciones e incertidumbres asociadas a la información disponible.
Proceso de ejecución	1) Revisión de la calidad, consistencia y comparabilidad de la información proveniente de las fases anteriores. 2) Integración de la información piezométrica, isotópica, geológica, hidrogeológica y cartográfica. 3) Análisis de la distribución espacial de los niveles piezométricos y de las cargas hidráulicas. 4) Identificación de gradientes y posibles direcciones de flujo subterráneo. 5) Integración e interpretación de la información isotópica para apoyar la identificación de zonas de recarga y patrones de circulación. 6) Análisis de la relación entre unidades hidrogeológicas y posibles condiciones de conectividad hidráulica. 7) Elaboración de productos gráficos y

	cartográficos. 8) Análisis de incertidumbres, conclusiones y recomendaciones. 6) Conclusiones, incertidumbres y recomendaciones.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Dirección científica y aprobación: Director. Apoyo: Profesional civil.
Equipos y herramientas	SIG, software geoespacial, herramientas de análisis y procesamiento de datos y software de ofimática
Insumos y materiales	Productos de las fases anteriores, bases de datos consolidadas, resultados isotópicos, información histórica, cartografía, información geológica e hidrogeológica disponible y productos generados durante el proyecto.
Normas y requisitos de calidad	Informe de caracterización hidrodinámica técnicamente sustentado y reproducible, que integre la información de las fases anteriores y presente la identificación de zonas de recarga, direcciones de flujo y análisis de conectividad hidráulica, con sus respectivos soportes gráficos y cartográficos, debidamente consistentes con las bases de datos y fuentes utilizadas.
Criterios de aceptación	Informe sustentado, reproducible y consistente con los productos cartográficos aprobado antes de producir cartografía e informe final. El informe deberá presentar la identificación y delimitación de zonas de recarga y descarga, determinación de direcciones y patrones de flujo subterráneo, análisis de gradientes hidráulicos, evaluación de la conectividad e interacción entre unidades acuíferas y la identificación de posibles zonas de interacción entre sistemas hidrogeológicos, soportados en la integración de los resultados del monitoreo piezométrico, la caracterización isotópica y la información hidrogeológica disponible. Deberá incluir los análisis, resultados, mapas temáticos, esquemas conceptuales y demás productos gráficos y cartográficos que sustenten la interpretación del comportamiento hidrodinámico de los sistemas acuífero.
Riesgos y controles principales	Sobre interpretación, datos insuficientes y mezcla de unidades acuíferas y métodos de interpolación inadecuados.

ITEM ET-12. Mapas de isopiezas y líneas de flujo por formación acuífera, elaborados con los niveles piezométricos obtenidos, incluyendo metodología de interpolación, puntos de control, dirección del flujo, elementos cartográficos, archivos editables y metadatos.

Consecutivo	12 – Cartografía e interpretación hidrodinámica
Nombre de la actividad	Elaboración de mapas de isopiezas y líneas de flujo subterráneo
Producto a obtener	Mapas de isopiezas y líneas de flujo por cada formación acuífera identificada en las cuencas objeto del contrato, elaborados a partir de los niveles piezométricos obtenidos durante la ejecución del contrato, con puntos de control y atributos asociados, metodología de interpolación, elementos cartográficos y metadatos.
Unidad de medida y cantidad	Mapas en cantidad definida de acuerdo con la distribución de los puntos de monitoreo que cuenten con información suficiente, en formatos PDF y editables (Shapefile y/o formatos de proyecto SIG).
Alcance de la actividad	Elaborar superficies piezométricas por formación acuífera a partir de información piezométrica suficiente y comparable, y representar las líneas de flujo subterráneo a partir de los gradientes hidráulicos, integrando la información geológica, hidrogeológica e isotópica disponible. Los puntos de control deberán conservar sus atributos asociados y se deberán identificar las zonas de extrapolación, limitaciones e incertidumbres de la interpretación.
Proceso de ejecución	1) Selección y validación de los datos piezométricos comparables. 2) Verificación de cotas, coordenadas y formación acuífera asociada. 3) Análisis de la distribución espacial de los datos. 4) Selección y aplicación del método de interpolación técnicamente adecuado. 5) Generación y validación de las superficies piezométricas. 6) Determinación de gradientes hidráulicos y trazado de líneas de flujo. 7) Integración y

	contraste con la información geológica, hidrogeológica e isotópica disponible. 8) Elaboración de los productos cartográficos y documentación de las metodologías, limitaciones e incertidumbres.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Elaboración SIG: Profesional civil. Aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Software SIG y herramientas de procesamiento e interpolación espacial, como ArcGIS, QGIS, Surfer o equivalentes, y equipos de cómputo.
Insumos y materiales	Base de datos piezométrica validada, información de cotas y coordenadas, unidades geológicas e hidrogeológicas, cartografía base, resultados isotópicos y demás información consolidada de las fases anteriores.
Normas y requisitos de calidad	Métodos de interpolación y criterios de selección documentados y técnicamente sustentados; validación de las superficies generadas; verificación de cotas, unidades y distribución de los puntos; identificación de zonas de extrapolación y limitaciones; coherencia entre las superficies piezométricas, gradientes y líneas de flujo; trazabilidad de las fuentes y control de versiones. Los productos cartográficos deberán cumplir con el sistema de referencia y las especificaciones cartográficas aplicables, incluyendo NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda.
Criterios de aceptación	Los mapas deberán presentar superficies piezométricas y líneas de flujo técnicamente sustentadas, consistentes con los datos utilizados y con la unidad acuífera representada (nivel, cota piezométrica, fecha de medición, formación acuífera y resultados isotópicos). Se deberá entregar la metodología utilizada y documentar las limitaciones e incertidumbres identificadas.
Riesgos y controles principales	Cobertura insuficiente de datos, errores en cotas o coordenadas, asociación incorrecta de puntos a unidades acuíferas, interpolaciones fuera del dominio de los datos y sobreinterpretación de las líneas de flujo. **Controles:** depuración y validación de los datos, separación por formación acuífera, revisión de las superficies generadas, análisis de gradientes y revisión hidrogeológica de los productos.

ITEM ET-13. Mapas multitemporales de isopiezas por formación acuífera, integrando información piezométrica histórica y del contrato, con análisis de variaciones y tendencias, entregados en formato geográfico y PDF, con atributos y metadatos.

Consecutivo	13 – Análisis multitemporal
Nombre de la actividad	Elaboración de mapas multitemporales de isopiezas
Producto a obtener	Mapas multitemporales de isopiezas de niveles piezométricos por formación acuífera, integrando información histórica disponible y validada con los resultados del monitoreo realizado durante el contrato, con análisis de variaciones y tendencias, puntos de control con atributos asociados, fuentes y metadatos.
Unidad de medida y cantidad	Mapas en cantidad definida de acuerdo con la distribución de los puntos de monitoreo que cuenten con información suficiente, en formatos PDF y editables (Shapefile y/o formatos de proyecto SIG).
Alcance de la actividad	Comparar espacial y temporalmente las superficies piezométricas generadas a partir de campañas históricas y de la campaña actual, evaluando cambios en los niveles piezométricos, tendencias espaciales y temporales, y variaciones en el comportamiento del sistema acuífero, considerando únicamente información técnicamente comparable y suficiente.
Proceso de ejecución	1) Selección de campañas históricas comparables. 2) Revisión y homologación de identificadores, sistemas de referencia, cotas, unidades y metodologías de medición. 3) Generación y validación de superficies piezométricas para los periodos seleccionados. 4) Comparación espacial y temporal de las superficies. 5) Identificación de variaciones,

	tendencias y patrones de comportamiento. 6) Elaboración de productos cartográficos y análisis interpretativo. 7) Consolidación de resultados y revisión técnica.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional civil. Revisión: Coordinador. Aprobación: Director.
Equipos y herramientas	SIG, software de análisis espacial y geoestadístico ArcGIS/QGIS, Surfer, computadores y herramientas para elaboración de cartografía
Insumos y materiales	Base de datos histórica depurada y validada, resultados del monitoreo realizado durante el contrato, mapas de isopiezas generados en la ET-15, cartografía base e información hidrogeológica consolidada.
Normas y requisitos de calidad	La comparabilidad entre campañas deberá estar técnicamente sustentada, considerando identificadores, sistemas de referencia, cotas, unidades y condiciones de medición. Se deberá garantizar la trazabilidad de las fuentes, consistencia entre las superficies analizadas y la información de la base de datos, así como la documentación de las limitaciones e incertidumbres. Los productos deberán elaborarse en MAGNA-SIRGAS / Origen Nacional (EPSG:9377) y cumplir las especificaciones cartográficas y de metadatos aplicables, incluida la NTC 4611 cuando corresponda.
Criterios de aceptación	Productos cartográficos y análisis multitemporal elaborados a partir de información comparable y técnicamente sustentada, consistentes con las bases de datos históricas y actuales. La cantidad de mapas dependerá de las campañas y unidades acuíferas que dispongan de información suficiente para realizar comparaciones válidas, debiendo justificarse técnicamente los casos en que no sea posible efectuar el análisis.
Riesgos y controles principales	Diferencias entre puntos de monitoreo, metodologías o condiciones de medición, información incompleta, cambios en sistemas de referencia o cotas y distribución espacial o temporal insuficiente. Controles: homologación de la información, evaluación de comparabilidad, validación de las superficies, revisión hidrogeológica y documentación de las limitaciones e incertidumbres.

ITEM ET-14. Aplicativo web para descarga, visualización y almacenamiento de data por piezómetro durante el tiempo de ejecución del contrato y un año más que contenga su manual de operación.

Consecutivo	14 – Aplicativo web
Nombre de la actividad	Elaboración del manual de operación y validación del aplicativo web
Producto a obtener	Aplicativo web para descarga, visualización y almacenamiento de data por piezómetro durante el tiempo de ejecución del contrato y un año más que contenga su manual de operación.
Unidad de medida y cantidad	Aplicativo web y Documento técnico que contenga el manual de operación (1).
Alcance de la actividad	Verificar el funcionamiento del aplicativo web utilizado para la gestión de la información de la red de monitoreo satelital, garantizando la correcta visualización, consulta, descarga, almacenamiento y trazabilidad de los datos registrados por cada piezómetro, así como la adecuada sincronización e integración de la información con la base de datos NM10 de la Corporación. La actividad incluye la elaboración del manual de operación del sistema y la documentación de los resultados de las pruebas de validación realizadas, así como planes de datos celular para las estaciones.
Proceso de ejecución	1) Inventario de estaciones, variables y flujos de información. 2) Revisión de la arquitectura y funcionalidades del aplicativo web. 3) Configuración y validación de usuarios, permisos y accesos. 4) Verificación de los procesos de transmisión, almacenamiento, visualización y descarga de datos por piezómetro. 5) Validación de fechas, horas, variables, alarmas y trazabilidad de los registros. 6) Comparación de la información almacenada en el aplicativo con los registros de campo y bases de datos

	disponibles. 7) Verificación de la sincronización e integración con la base NM10. 8) Identificación y documentación de incidencias. 9) Elaboración del manual de operación del aplicativo 10) Consolidación de resultados y recomendaciones.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico. Apoyo: Coordinador y personal designado por la CAR. Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Computadores, software de configuración y diagnóstico, conectividad a internet, acceso al aplicativo web, acceso a la base NM10 y herramientas de verificación de datos.
Insumos y materiales	Credenciales de acceso, documentación técnica del sistema, protocolos de comunicación, estructura de bases de datos y registros históricos disponibles y plan de datos.
Normas y requisitos de calidad	El manual deberá documentar las funcionalidades del sistema, procedimientos de consulta, descarga, almacenamiento, respaldo y validación de la información. Las pruebas deberán verificar la integridad, continuidad, disponibilidad, trazabilidad y correcta asociación de los datos a cada piezómetro, así como la adecuada sincronización con la base NM10. Se deberá mantener control documental, registro de incidencias y trazabilidad de las validaciones realizadas.
Criterios de aceptación	Datos visibles, descargables y sincronizados; incidencias críticas cerradas o plan de acción aprobado.
Riesgos y controles principales	Fallas de señal, incompatibilidad de formatos, pérdida de datos, diferencias horarias y dependencia de terceros.

ITEM ET-15. Documento que contenga el análisis de los registros históricos y las labores ejecutadas durante los dos (2) mantenimientos (1) preventivo y (1) correctivo de la red de piezómetros satelital.

Consecutivo	15 – Análisis registros históricos
Nombre de la actividad	Consolidación de los mantenimientos preventivo y correctivo de la red de piezómetros satelital
Producto a obtener	Documento consolidado que contenga las labores ejecutadas durante los dos (2) mantenimientos (1) preventivo y (1) correctivo de la red de piezómetros satelital.
Unidad de medida y cantidad	Informe consolidado (1)
Alcance de la actividad	Análisis estadístico de los registros históricos de los quince (15) piezómetros satelitales, incluyendo estadística descriptiva, evaluación de la continuidad temporal, identificación de datos faltantes, valores atípicos y tendencias, cuando la calidad y disponibilidad de los registros lo permitan. Asimismo, consolidación y análisis de las actividades, intervenciones, resultados de patronamiento y/o calibración y estado operativo de las estaciones, correspondientes a los mantenimientos preventivo y correctivo.
Proceso de ejecución	1) Recopilación, depuración y validación de los registros históricos. 2) Cálculo de estadísticos descriptivos y evaluación de la continuidad y variabilidad temporal de las series. 3)Identificación de datos faltantes, valores atípicos y tendencias, cuando aplique. 4)Consolidación y análisis de los informes y soportes de los mantenimientos preventivo y correctivo 5) Verificación del estado operativo final de las estaciones. 6) Consolidación de registros fotográficos y demás soportes. 7) Elaboración de conclusiones y recomendaciones para la operación y mantenimiento de la red.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Coordinador. Elaboración: Profesional electrónico. Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Computadores, herramientas de procesamiento de información, software de ofimática y bases de datos.
Insumos y materiales	Informes de mantenimiento preventivo y correctivo, registros de campo, diagnósticos, formatos de intervención, resultados de pruebas, certificados o registros de calibración, registros fotográficos y relación de repuestos e insumos utilizados.

Normas y requisitos de calidad	El análisis estadístico deberá documentar la metodología aplicada, los criterios de depuración y los resultados estadísticos, garantizando la trazabilidad y consistencia de la información por estación. La información deberá ser consistente con los registros e informes de los mantenimientos ejecutados, garantizando trazabilidad de las intervenciones, repuestos, pruebas y resultados por estación. El documento deberá presentar control documental, identificación de las fuentes y revisión técnica interna.
Criterios de aceptación	Documento consolidado con el análisis estadístico de los registros históricos de los quince (15) piezómetros y la descripción de las labores ejecutadas durante los dos (2) mantenimientos (1) preventivo y (1) correctivo de la red de quince (15) piezómetros satelitales. La calibración y/o patronamiento se realizará para los quince (15) piezómetros que conforman actualmente la red, tanto durante el mantenimiento preventivo como durante el mantenimiento correctivo y se deberá adjuntar el certificado de calibración.
Riesgos y controles principales	Información incompleta o inconsistente entre los informes de mantenimiento, ausencia de soportes, diferencias en la identificación de estaciones y falta de registros de intervenciones. Control mediante revisión y validación cruzada de la documentación de cada mantenimiento y consolidación de la información por estación.

ITEM ET-16. Informe final consolidado de la ejecución del contrato, que integre las actividades, metodologías, resultados, análisis, productos cartográficos, bases de datos, conclusiones, recomendaciones y cumplimiento de los objetivos y productos contractuales.

Consecutivo	16 – Informe Final
Nombre de la actividad	Elaboración del informe final consolidado
Producto a obtener	Informe final consolidado de la ejecución del contrato, que integre las actividades, metodologías, resultados, análisis, productos cartográficos, bases de datos, conclusiones, recomendaciones y cumplimiento de los objetivos y productos contractuales.
Unidad de medida y cantidad	Informe consolidado (1)
Alcance de la actividad	Integrar y consolidar los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto, incluyendo la evaluación y optimización de la red de monitoreo, los resultados del monitoreo de niveles piezométricos y caudales, el análisis histórico de la información disponible, la comparación entre caudales medidos y concesionados cuando exista información comparable, los resultados del monitoreo isotópico, la caracterización hidrodinámica, los productos cartográficos generados, presentando las principales conclusiones, limitaciones y recomendaciones.
Proceso de ejecución	1) Recopilación y revisión de los productos generados en las diferentes fases del proyecto. 2) Consolidación de resultados, bases de datos y productos cartográficos. 3) Integración de los resultados del monitoreo piezométrico, isotópico e hidrodinámico. 4) Consolidación de los resultados del mantenimiento de la red de monitoreo. 5) Elaboración de conclusiones, limitaciones y recomendaciones. 6) Revisión técnica y ajuste del documento final. 7) Entrega del informe final y sus anexos.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Director. Elaboración: Coordinador. Aportes: Profesional electrónico y Profesional civil.
Equipos y herramientas	Computadores, SIG, herramientas de procesamiento de información, software de ofimática y bases de datos.
Insumos y materiales	Informes, bases de datos, productos cartográficos, registros de monitoreo, resultados isotópicos y demás productos generados durante el proyecto.

Normas y requisitos de calidad	Consistencia entre los resultados presentados y los productos generados durante las diferentes fases; trazabilidad de la información y de las fuentes utilizadas; coherencia entre bases de datos, análisis, cartografía y conclusiones; identificación de limitaciones e incertidumbres; control documental y revisión técnica interna; aplicación de NTC 4611 para metadatos geográficos cuando corresponda.
Criterios de aceptación	Informe final consolidado entregado y aprobado por la supervisión, integrando de manera coherente los resultados de todas las fases del proyecto, acompañado de las bases de datos, anexos técnicos y productos cartográficos correspondientes, garantizando la trazabilidad, consistencia y correspondencia entre los resultados presentados y los productos entregados.
Riesgos y controles principales	Información incompleta o inconsistente entre productos, diferencias entre bases de datos y cartografía, ausencia de soportes o trazabilidad de la información, y retrasos en la consolidación de los resultados. Control mediante revisión técnica integral, validación cruzada de productos, control documental y verificación de la consistencia de la información antes de la entrega final.

CAPÍTULO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

ITEM ET-1.1. Realizar muestreo isotópico a los pozos escogidos en el diseño de la red de monitoreo y mediante protocolos estandarizados, registro de condiciones de campo, seguir protocolos de conservación y transporte y recopilación y análisis de datos climáticos asociados.

Consecutivo	1 – Muestreo isotópico
Nombre de la actividad	Realizar muestreo isotópico a los pozos escogidos en el diseño de la red de monitoreo y mediante protocolos estandarizados, registro de condiciones de campo, seguir protocolos de conservación y transporte y recopilación y análisis de datos climáticos asociados.
Actividad a desarrollar	Documento metodológico y base de datos del muestreo isotópico del sistema acuífero, incluyendo selección de puntos, programación, procedimientos de muestreo, preservación, cadena de custodia, QA/QC, registros de campo, registro fotográfico y ejecución del muestreo.
Unidad de medida y cantidad	Documento (1) y Base de datos.
Alcance de la actividad	Ejecutar el muestreo isotópico en los ciento veinte (120) puntos previamente seleccionados, aplicando los criterios, procedimientos y protocolos definidos para la toma, identificación, preservación, almacenamiento, transporte y trazabilidad de las muestras. La actividad deberá incluir el registro de las condiciones de cada punto, documentación fotográfica, cadena de custodia, aplicación de protocolos QA/QC y consolidación de la información de campo en una base de datos trazable.
Proceso de ejecución	1) Revisión y validación de los puntos seleccionados. 2) Programación de la campaña y gestión de accesos. 3) Verificación de las condiciones del punto de muestreo. 4) Preparación y verificación de equipos e insumos. 5) Toma de muestras isotópicas conforme a los protocolos establecidos. 6) Identificación, rotulado y registro de las muestras. 7) Aplicación de los procedimientos de preservación, almacenamiento y transporte. 8) Diligenciamiento de formatos y cadena de custodia. 9) Registro fotográfico

	de los puntos y actividades realizadas. 10) Validación y consolidación de los registros de campo en la base de datos.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Director. Elaboración: Coordinador. Apoyo de campo: Profesional civil.
Equipos y herramientas	Equipos y elementos de muestreo, recipientes para muestras, equipos de medición de parámetros de campo cuando corresponda, elementos de georreferenciación, equipos de conservación y transporte, cámara o dispositivo fotográfico y formatos de campo.
Insumos y materiales	Recipientes y elementos de rotulado, etiquetas, formatos de campo, elementos de embalaje y conservación, elementos para cadena de custodia, EPP y demás insumos requeridos para la toma y transporte de las muestras, equipo de parámetros in situ cuando aplique, neveras/cajas de transporte, computador.
Normas y requisitos de calidad	Aplicación del Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Agua del IDEAM, normas ASTM, NTC-ICONTEC y demás procedimientos técnicos aplicables. Las muestras deberán contar con identificación única, trazabilidad, cadena de custodia y registro de las condiciones de toma, preservación, almacenamiento y transporte. Se deberán aplicar procedimientos QA/QC y documentar cualquier desviación o condición que pueda afectar la representatividad de la muestra. Resolución del laboratorio certificado.
Criterios de aceptación	Muestras recolectadas en los puntos seleccionados y aprobados, correctamente identificadas, rotuladas, registradas y trazables mediante cadena de custodia; registros de campo completos, incluyendo las condiciones del punto, fecha y hora de muestreo, ubicación, registro fotográfico y demás información aplicable; cumplimiento de los procedimientos de preservación, almacenamiento y transporte; y base de datos consolidada, consistente y validada con la totalidad de las muestras efectivamente recolectadas, todo esto ejecutado por un laboratorio debidamente certificado por el IDEAM.
Riesgos y controles principales	Imposibilidad de acceso, condiciones inadecuadas del punto, contaminación o alteración de las muestras, errores de identificación o rotulado, pérdida de trazabilidad, incumplimiento de condiciones de conservación y retrasos en el transporte.

ITEM ET-1.2. Mantenimiento correctivo y/o preventivo para cada piezómetro satelital, este ítem debe incluir la ampliación de un sistema almacenamiento y la implementación de un sistema redundante por medio de internet celular, durante la vigencia del contrato.) Periodicidad cada 3 meses.

Consecutivo	2 – Mantenimiento Correctivo
Nombre de la subactividad	Mantenimiento correctivo y/o preventivo para cada piezómetro satelital, este ítem debe incluir la ampliación de un sistema almacenamiento y la implementación de un sistema redundante por medio de internet celular, durante la vigencia del contrato.) Periodicidad cada 3 meses.
Actividad a desarrollar	Informe de mantenimiento correctivo de los quince (15) piezómetros de la red de monitoreo satelital distribuidas en los municipios de Nemocón (2), Tocancipá, Sibaté, Gachancipá (2), Sesquilé (2), Sopó, Anapoima, Chiquinquirá (2), San Miguel de Sema, El Rosal y Suesca, con el diagnóstico, las intervenciones realizadas, los repuestos e insumos suministrados, los registros de patronamiento y/o calibración, los resultados de las pruebas funcionales y el estado final de cada estación.
Unidad de medida y cantidad	Informe de mantenimiento correctivo, que contenga el desagregado por piezómetro intervenido. En caso de que no se presente el documento que contenga la información correspondiente a los quince (15) piezómetros, el valor del producto será reconocido proporcionalmente a la cantidad de piezómetros efectivamente intervenidos, tomando como base el cien por ciento (100 %) correspondiente al mantenimiento de los quince (15) piezómetros.

Alcance de la actividad	Identificar, diagnosticar y corregir las fallas que afecten la operación de los quince (15) piezómetros de la red de monitoreo satelital. Esto se hace mediante la reparación, sustitución, ajuste, configuración y puesta en funcionamiento de los componentes requeridos, para recuperar o mejorar la capacidad operativa de las estaciones.
Proceso de ejecución	1) Revisión de antecedentes, registros históricos y reportes de fallas. 2) Inspección técnica y diagnóstico de los componentes de medición, almacenamiento, transmisión, alimentación eléctrica y protección. 3) Identificación de elementos defectuosos o fuera de especificación. 4) Ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo, incluyendo reparación, ajuste o reemplazo de componentes. 5) Suministro e instalación de repuestos e insumos requeridos. 6) Patronamiento y/o calibración de los equipos intervenidos cuando aplique. 7) Verificación funcional y pruebas de operación. 8) Registro fotográfico y documental de las intervenciones realizadas antes/después 9) Consolidación de resultados y recomendaciones
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico. Coordinación: Coordinador. Revisión: Director.
Equipos y herramientas	Multímetro, herramientas eléctricas/electrónicas, computador, software de configuración, Troll Com o equivalente, sonda de nivel, EPP y vehículo.
Insumos y materiales	Repuestos, conectores, cables, baterías, reguladores, elementos de protección, materiales de fijación, elementos de limpieza, sílica gel y demás insumos requeridos para la recuperación operativa de las estaciones.
Normas y requisitos de calidad	Las actividades deberán ejecutarse conforme a las especificaciones técnicas y manuales de los fabricantes. Cada intervención deberá contar con diagnóstico previo, registro de las actividades ejecutadas, identificación de los repuestos e insumos suministrados, evidencias fotográficas, resultados de las pruebas funcionales y trazabilidad de las calibraciones o patronamientos efectuados. Se deberá garantizar el cumplimiento de los requisitos aplicables de seguridad y salud en el trabajo y la adecuada gestión documental de la información generada.
Criterios de aceptación	Documento de mantenimiento correctivo entregado y aprobado, con el diagnóstico de cada estación intervenida, descripción de las actividades ejecutadas, relación de repuestos e insumos suministrados, resultados de las pruebas de funcionamiento, registros de patronamiento y/o calibración cuando aplique, evidencias fotográficas y consolidado de las actividades realizadas. Las estaciones deberán quedar operativas o, en caso contrario, deberá presentarse el respectivo diagnóstico técnico debidamente sustentado.
Riesgos y controles principales	Los principales riesgos de la actividad son la restricción de acceso a los predios, la indisponibilidad u obsolescencia de repuestos, la pérdida de datos almacenados durante la intervención, el riesgo eléctrico y los accidentes en campo, las condiciones climáticas adversas y el vandalismo o hurto de componentes.

Consecutivo	2.1 – Mantenimiento preventivo
Nombre de la subactividad	Mantenimiento correctivo y/o preventivo para cada piezómetro satelital, este ítem debe incluir la ampliación de un sistema almacenamiento y la implementación de un sistema redundante por medio de internet celular, durante la vigencia del contrato.) Periodicidad cada 3 meses.
Actividad a desarrollar	Informe de mantenimiento preventivo de los quince (15) piezómetros de la red de monitoreo satelital distribuidos en los municipios de Nemocón (2), Tocancipá, Sibaté, Gachancipá (2), Sesquilé (2), Sopó, Anapoima, Chiquinquirá (2), San Miguel de Sema, El Rosal y Suesca., incluyendo diagnóstico, actividades ejecutadas, patronamiento y/o calibración, resultados obtenidos.

Unidad de medida y cantidad	Informe de mantenimiento preventivo, que contenga el desagregado por piezómetro intervenido. En caso de que no se presente el documento que contenga la información correspondiente a los quince (15) piezómetros, el valor del producto será reconocido proporcionalmente a la cantidad de piezómetros efectivamente intervenidos, tomando como base el cien por ciento (100 %) correspondiente al mantenimiento de los quince (15) piezómetros.
Alcance de la actividad	Verificar, conservar y optimizar las condiciones de funcionamiento de los piezómetros de la red de monitoreo satelital mediante actividades preventivas sobre los sistemas de medición, adquisición, almacenamiento, transmisión de datos, alimentación eléctrica, protección y estructura de soporte, con el fin de minimizar fallas operativas y garantizar la continuidad y confiabilidad del monitoreo.
Proceso de ejecución	1) Revisión de antecedentes, históricos de funcionamiento y reportes de eventos. 2) Inspección visual y funcional de los componentes de la estación. 3) Diagnóstico del estado operativo de sensores, datalogger, sistema de transmisión, alimentación eléctrica y elementos de protección. 4) Limpieza general de equipos, gabinetes, paneles solares y componentes asociados. 5) Verificación y ajuste de conexiones eléctricas, electrónicas y de comunicación. 6) Revisión del sistema de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas. 7) Verificación de baterías, paneles solares, reguladores y sistemas de alimentación. 8) Patronamiento y/o calibración de sensores y equipos de medición cuando aplique. 9) Pruebas funcionales y validación de la transmisión y almacenamiento de datos. 10) Registro fotográfico y documental de las actividades realizadas. 11) Elaboración de recomendaciones para la operación y mantenimiento futuro de las estaciones.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico. Coordinación y seguimiento: Coordinador. Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Multímetro, herramientas eléctricas y electrónicas, computador portátil, software de configuración y diagnóstico, equipos de verificación y calibración, herramientas manuales, elementos de protección personal y vehículo.
Insumos y materiales	Elementos de limpieza, conectores, terminales, etiquetas, elementos de fijación, materiales de protección y demás consumibles requeridos para la ejecución del mantenimiento preventivo.
Normas y requisitos de calidad	Las actividades deberán ejecutarse conforme a los manuales y especificaciones técnicas de los fabricantes. Cada estación deberá contar con diagnóstico previo, registro de las actividades realizadas, evidencias fotográficas, resultados de las pruebas funcionales y soportes de patronamiento y/o calibración cuando aplique. Se deberá garantizar la trazabilidad de las intervenciones, el control documental y el cumplimiento de los requisitos de seguridad y salud en el trabajo aplicables.
Criterios de aceptación	Informe de mantenimiento preventivo entregado y aprobado para cada estación intervenida, incluyendo diagnóstico, actividades ejecutadas, resultados de las verificaciones funcionales, registros de patronamiento y/o calibración cuando aplique, evidencias fotográficas y recomendaciones técnicas. Las estaciones deberán mantener o mejorar sus condiciones de operación y confiabilidad, quedando documentadas las observaciones o acciones futuras requeridas.
Riesgos y controles principales	Restricción de acceso a los predios, el daño de componentes o la pérdida de datos durante la intervención, el riesgo eléctrico y las condiciones climáticas adversas.

ITEM ET-1.3. Repuestos para actualización y sostenimiento de la red de monitoreo satelital

Consecutivo	3 – Repuestos

Nombre de la actividad	Repuestos para actualización y sostenimiento de la red de monitoreo satelital.
Actividad a desarrollar	Repuestos suministrados, instalados y puestos en funcionamiento en los piezómetros de la red de monitoreo satelital, se debe verificar por la supervisión el inventario de repuestos entregados, la estación intervenida, los componentes reemplazados, las pruebas de funcionamiento y los soportes técnicos de cada elemento.
Unidad de medida y cantidad	Repuestos suministrados e instalados con cantidades, especificaciones técnicas y valor unitario, soportados en el informe de mantenimiento correctivo desagregado por piezómetro y por repuesto.
Alcance de la actividad	Suministrar e instalar los repuestos para reemplazar los componentes deteriorados, obsoletos o con fallas recurrentes. Actualizar los componentes que lo requieran para mantener la compatibilidad tecnológica de la red. Garantizar la continuidad, confiabilidad y vida útil de los sistemas de medición, adquisición, almacenamiento, transmisión de datos, alimentación eléctrica, protección y estructura de soporte. Los repuestos deben ser compatibles con los equipos existentes de la red.
Proceso de ejecución	1) Revisión de antecedentes, diagnósticos de mantenimiento y reportes de fallas para confirmar las necesidades de repuestos por estación. 2) Validación del listado de repuestos (referencias, compatibilidad con marca y modelo de los equipos instalados, cantidades) con la supervisión. 3) Adquisición de repuestos nuevos, originales o homologados por el fabricante, con fichas técnicas, certificados de calidad y garantía. 4) Recepción e inspección de los repuestos (estado, referencia, número de serie) y registro en el inventario. 5) Respaldo de las configuraciones de los equipos antes de la intervención. 6) Desmonte de los componentes a reemplazar y registro de su estado y número de serie. 7) Instalación, conexión y configuración de los repuestos. 8) Pruebas funcionales y validación de la medición, el almacenamiento y la transmisión satelital de datos. 9) Entrega de los componentes retirados a la entidad, con acta de devolución. 10) Registro fotográfico y documental antes, durante y después de la instalación. 11) Actualización de la hoja de vida de cada estación y elaboración de recomendaciones.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico; Coordinación y seguimiento: Coordinador.; Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Multímetro, herramientas eléctricas y electrónicas, computador portátil, software de configuración y diagnóstico de los equipos, equipos de verificación y calibración, herramientas manuales, elementos de protección personal y vehículo.
Insumos y materiales	Repuesto como: sensores de nivel o transductores de presión, dataloggers, módems o transmisores satelitales, antenas, baterías, paneles solares, reguladores de carga, cableado, conectores, protecciones eléctricas y contra descargas, gabinetes y elementos de soporte, según aplique. También consumibles de instalación: terminales, etiquetas, elementos de fijación y materiales de protección.
Normas y requisitos de calidad	Los repuestos deben ser nuevos, originales o homologados por el fabricante y compatibles con los equipos existentes. Deben contar con ficha técnica, certificado de calidad o de fábrica, garantía. La instalación debe seguir los manuales y especificaciones de los fabricantes. Se debe garantizar la trazabilidad de cada repuesto (referencia, serial, estación y fecha de instalación), el control documental y el cumplimiento de los requisitos de seguridad y salud en el trabajo aplicables.
Criterios de aceptación	Repuestos entregados e instalados conforme al listado aprobado, verificados en funcionamiento mediante pruebas funcionales y transmisión efectiva de datos. Para

	cada repuesto se entrega la ficha técnica, la garantía y el certificado de calibración cuando aplique, junto con el inventario con seriales, el acta de devolución de los componentes retirados y las evidencias fotográficas. Informe aprobado por la supervisión. Las estaciones intervenidas deben quedar operando y transmitiendo datos confiables.
Riesgos y controles principales	**Riesgos:** incompatibilidad de repuestos con los equipos existentes; descontinuación de referencias por el fabricante; demoras en importación o suministro; repuestos defectuosos o no originales; pérdida de configuración o de datos durante el reemplazo; condiciones climáticas adversas y acceso restringido a las estaciones. **Controles:** validación previa de compatibilidad, cotizaciones y tiempos de entrega verificados, inspección en recepción, exigencia de garantías y certificados, respaldo de configuraciones, pruebas funcionales posteriores y documentación detallada de cada intervención.

ITEM ET-1.4. Realizar patronamiento y/o calibración de piezómetros para monitoreo satelital de agua subterránea.

Consecutivo	4 – Patronamiento y/o calibración
Nombre de la actividad	Realizar patronamiento y/o calibración de piezómetros para monitoreo satelital de agua subterránea.
Actividad a desarrollar	Treinta (30) patronamientos y/o calibraciones ejecutadas en campo, dos (2) por piezómetro: uno en la visita de mantenimiento preventivo y otro en la de correctivo. Los piezómetros están distribuidos en los municipios de Nemocón (2), Tocancipá, Sibaté, Gachancipá (2), Sesquilé (2), Sopó, Anapoima, Chiquinquirá (2), San Miguel de Sema, El Rosal y Suesca. Cada uno se soporta con un acta o formato de intervención firmado, que contiene las lecturas de referencia y del sensor, los ajustes aplicados y la verificación posterior.
Unidad de medida y cantidad	Patronamiento y/o calibración ejecutado y soportado con acta (30 unidades: 15 en preventivo y 15 en correctivo). En caso de que no se ejecuten los treinta (30) patronamientos y/o calibraciones, el valor del producto se reconocerá proporcionalmente a la cantidad efectivamente ejecutada y soportada, sobre el cien por ciento (100 %) correspondiente a los treinta (30).
Alcance de la actividad	Verificar y ajustar en campo la exactitud de las mediciones de nivel y parámetros in situ (Ph, conductividad, OD, etc.) registradas y transmitidas por los sensores, en dos momentos. El primero, durante el mantenimiento correctivo, verifica el estado inicial y corrige desviaciones. El segundo, durante el mantenimiento preventivo, valida las mediciones después de reparaciones o reemplazos y establece la referencia vigente. El patronamiento se hace contra mediciones manuales de referencia. La calibración, cuando se requiera, se hace con equipo patrón trazable o en laboratorio.
Proceso de ejecución	1) Revisión de antecedentes: series históricas, certificados de calibración y, en la segunda campaña, resultados de la primera. 2) Verificación de la cota de referencia del punto de medición y de la profundidad de instalación del sensor. 3) Medición manual del nivel y parámetros in situ (Ph, conductividad, OD, etc.) con sonda calibrada, de forma simultánea con el registro del sensor (mínimo [3] lecturas). 4) Verificación de la compensación barométrica. 5) Cálculo en campo del error u offset frente a la tolerancia. 6) Ajuste de la configuración del sensor o datalogger cuando el error supere la tolerancia. 7) Calibración con equipo patrón o en laboratorio cuando el error no sea corregible en campo, con sensor de respaldo si aplica.

	8) En el correctivo: patronamiento obligatorio posterior a cualquier reparación, reemplazo de sensor o reinstalación. 9) Verificación posterior al ajuste y validación de la transmisión satelital del dato corregido. 10) Respaldo de configuraciones antes y después de la intervención. 11) Diligenciamiento del acta, indicando la campaña (preventivo o correctivo), y registro fotográfico.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico; Coordinación y seguimiento: Coordinador.; Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Sonda de nivel con certificado de calibración vigente, barómetro, equipo patrón de presión o nivel cuando aplique, multímetro, computador portátil, software de configuración del sensor y datalogger, herramientas manuales, elementos de protección personal y vehículo.
Insumos y materiales	Formatos o actas de campo, etiquetas, elementos de limpieza y desinfección de la sonda, consumibles de conexión y materiales de protección.
Normas y requisitos de calidad	Las actividades deben ejecutarse conforme a los manuales de los fabricantes. Los equipos patrón y las sondas deben tener certificado de calibración vigente. Se aplica el mismo procedimiento y la misma tolerancia en ambos mantenimientos, para que los resultados sean comparables. Se debe cumplir la seguridad y salud en el trabajo aplicable.
Criterios de aceptación	Acta completa por cada calibración (30 en total), identificada por piezómetro y en cada mantenimiento para los parámetros in situ (Ph, conductividad, OD, etc.) y nivel con el error posterior al ajuste dentro de la tolerancia, la transmisión satelital verificada, el respaldo de configuración y las evidencias fotográficas.
Riesgos y controles principales	Error en la medición manual; deriva no lineal; pérdida de configuración tras reparaciones; interrupción de la serie; clima adverso y acceso restringido.

ITEM ET-1.5. Documento que contenga valores obtenidos después de la calibración y/o patronamiento realizado a cada piezómetro de la red de monitoreo de aguas subterráneas

Consecutivo	5 – Documento de resultados del patronamiento y/o calibración
Nombre de la actividad	Documento que contenga valores obtenidos después de la calibración y/o patronamiento realizado a cada piezómetro de la red de monitoreo de aguas subterráneas.
Actividad a desarrollar	Documento técnico con los valores que contenga los valores obtenidos después de los treinta (30) patronamientos y/o calibraciones realizadas a cada piezómetro de la red de monitoreo satelital de aguas subterráneas, en el mantenimiento correctivo (15) y en el preventivo (15), con la comparación entre ellas por piezómetro, el análisis de deriva y las implicaciones sobre la serie histórica de niveles.
Unidad de medida y cantidad	Documento de resultados con el desagregado por piezómetro y por mantenimiento (30 registros). En caso de que el documento no contenga la información de los treinta (30) patronamientos y/o calibraciones, el valor del producto se reconocerá proporcionalmente a la cantidad efectivamente reportada, sobre el cien por ciento (100 %) correspondiente a los treinta (30).
Alcance de la actividad	Consolidar, procesar, analizar y reportar los valores de las calibraciones en los dos mantenimientos. Definir los factores de corrección aplicables a la serie histórica. Dejar una línea base de exactitud para futuros patronamientos.
Proceso de ejecución	1) Compilación de las 30 actas, los certificados y los respaldos de configuración realizados en los mantenimientos. 2) Control de calidad de los datos: consistencia, unidades, cotas y horas de lectura.

	3) Tabulación por piezómetro y campaña: cota de referencia, profundidad del sensor, lecturas manuales, lecturas del sensor y parámetros in situ (Ph, conductividad, OD, etc.) error inicial, ajuste aplicado (offset y factor), error final y estado frente a la tolerancia. 4) Comparación entre la campaña preventiva y la correctiva por piezómetro: deriva en el intervalo, cambios de cota, efecto de reparaciones o reemplazos. 5) Gráficas comparativas: lectura manual frente a sensor por campaña, evolución del error entre campañas, y serie antes y después de los ajustes. 6) Clasificación del estado final de cada sensor 7) Conclusiones, recomendaciones y frecuencia sugerida de patronamiento por estación, según la deriva observada. 8) Anexos: actas de ambas campañas, certificados, registro fotográfico.
Personal mínimo y responsabilidad	Responsable: Profesional electrónico; Coordinación y seguimiento: Coordinador.; Revisión y aprobación: Director.
Equipos y herramientas	Computador con software de hoja de cálculo, procesamiento de datos y graficación, y software de los dataloggers para la extracción de series.
Insumos y materiales	Actas y formatos de los dos mantenimientos, certificados de calibración y respaldos de configuración.
Normas y requisitos de calidad	El documento debe ser trazable a los registros de campo de ambos mantenimientos. Las unidades y cotas deben estar referidas a un mismo sistema de referencia. El documento debe seguir los lineamientos de presentación de informes de la entidad.
Criterios de aceptación	Documento aprobado por la supervisión con los 30 registros completos. Para cada piezómetro y campaña debe contener los valores antes y después del ajuste, el error final frente a la tolerancia y los factores de corrección. Debe incluir la comparación entre mantenimientos, el análisis de deriva, las gráficas, la clasificación del estado final y las recomendaciones. Los valores deben coincidir con las actas.
Riesgos y controles principales	Inconsistencias entre actas y base de datos; errores de transcripción; deriva aparente causada por cambios de cota o reemplazo de sensor y no por el sensor original.

CARLOS EMILIO GUTIERRÉZ ULLOA
Subdirector de la Subdirección General de Planificación y Ordenamiento Ambiental - SGPOA

CARLOS EDUARDO RODRÍGUEZ SUÁREZ
Director Técnico de la Dirección Técnica Científica y de Modelamiento Ambiental - DCMA

Proyectó: Yined Maoly Moreno Ballesteros – Contratista DCMA/CAR
Revisó: Fabio Alexander Beltrán Osorio – Contratista DCMA/CAR