INFORME FINAL DE LIQUIDACION

FECHA 29 DE DICIEMBRE DE 2025

CONTRATO 456 DE 2025

OBJETO:

“CONTRATAR LA CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS GEOLECTRICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS Y PREDISEÑOS DE POZOS PROFUNDOS PARA LAS VEREDAS SAN MIGUEL, LAS TAPIAS Y GUAYABAL EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA

1. IDENTIFICACIÓN DEL CONTRATO

NO. DEL CONTRATO	456 DE 2025
OBJETO DEL CONTRATO	CONTRATAR LA CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS GEOLECTRICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS Y PREDISEÑOS DE POZOS PROFUNDOS PARA LAS VEREDAS SAN MIGUEL, LAS TAPIAS Y GUAYABAL EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA
CUANTÍA DEL CONTRATO	TREINTA Y NUEVE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA MIL PESOS ($39.270.000) M/CTE.
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA
CONTRATISTA	JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S.
NIT DEL CONTRATISTA	NIT 900896846-3
DIRECCIÓN DEL CONTRATISTA	CR 20 NO. 7-67 Sogamoso – Boyacá
REPRESENTANTE LEGAL	JOSE BERNARDO ACEVEDO GUTIERREZ
IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL	C.C No. 9.530.964 de Sogamoso
FECHA DE FIRMA DEL CONTRATO	24 de noviembre de 2025
FECHA DE INICIO DE EJECUCIÓN	04 de diciembre de 2025
PLAZO DE EJECUCIÓN	Hasta el 30 de diciembre de 2025
FECHA DE TERMINACION INICIAL	Hasta el 30 de diciembre de 2025

AMPAROS

- SEGUROS DEL ESTADO – Emitió póliza de POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO A FAVOR ENTIDADES ESTATALES No. 21-46-101123999 expedida el 25 de noviembre de 2025, donde se relacionan las siguientes garantías.

AMPAROS	**VIGENCIA**		**VALOR ASEGURADO**
	INICIO	**FINAL**	
Cumplimiento	24/11/2025	27/12/2025	$3.927.000
Prestaciones sociales	24/11/2025	24/12/2028	$1.963.500
Calidad del Servicio	26/12/2025	25/12/2030	$7.854.000

ANEXO No. 01 POLIZAS
ANEXO No. 02 ACTA DE INICIO

2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe técnico y jurídico tiene por objeto dejar constancia del cumplimiento integral, oportuno y satisfactorio del Contrato de Consultoría No. 456 de 2025. El contratista ejecutó estudios geoeléctricos completos y especializados en las veredas Las Tapias, San Miguel y Guayabal del municipio de Chaparral – Tolima, logrando caracterizar el subsuelo desde el punto de vista geológico, geofísico e hidrogeológico.

Como resultado de los estudios realizados, se identificaron acuíferos potencialmente aprovechables, se establecieron las condiciones técnicas óptimas para la perforación de pozos profundos y se elaboraron los prediseños técnicos y presupuestos detallados de los pozos profundos y de los sistemas de acueducto veredal, dando estricto cumplimiento a la ficha técnica, al alcance contractual y a los principios que rigen la contratación estatal.

3. INTRODUCCIÓN

Los estudios geoeléctricos constituyen una herramienta técnica fundamental para la exploración indirecta del subsuelo, al permitir identificar variaciones de resistividad eléctrica asociadas a diferentes litologías, niveles de fracturamiento y condiciones de saturación de agua subterránea.

En el marco del presente contrato, los estudios geoeléctricos se desarrollaron con el propósito de reducir la incertidumbre técnica asociada a la perforación de pozos profundos, optimizar la localización de los mismos y garantizar un aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo, en beneficio de las comunidades rurales del municipio de Chaparral – Tolima.

La información obtenida permite sustentar técnicamente la viabilidad de los proyectos de captación de agua subterránea y constituye un insumo confiable para la toma de decisiones técnicas, ambientales y administrativas.

4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Identificar las condiciones litológicas, geológicas e hidrogeológicas del subsuelo en las veredas Las Tapias, San Miguel y Guayabal, con el fin de establecer la factibilidad técnica para la perforación de pozos profundos destinados al abastecimiento de agua potable.

Objetivos Específicos:

- Localizar niveles permeables saturados.
- Definir espesores y resistividades de las capas del subsuelo.
- Realizar correlación geológica–geofísica.
- Elaborar el prediseño técnico de pozos profundos y sistemas de acueducto veredal.

5. DESARROLLO TÉCNICO DE LOS ESTUDIOS

5.1. **Metodología Aplicada:** Se Para la ejecución de los estudios se empleó la metodología de **Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)** con arreglo Schlumberger, alcanzando profundidades entre **200 y 250 metros**, conforme a las especificaciones técnicas del contrato.

La adquisición de datos se realizó mediante equipos digitales emisor-receptor de alta precisión, garantizando la calidad y confiabilidad de la información recolectada en campo. Posteriormente, los datos fueron procesados e interpretados utilizando software especializado **IPI2WIN e IX1D (Interpex Ltda.)**, lo que permitió obtener modelos geoeléctricos representativos del subsuelo.

La interpretación de los resultados incluyó la correlación geológica–geofísica, la identificación de unidades permeables, la estimación de espesores y la evaluación de las condiciones hidrogeológicas asociadas a procesos de recarga e infiltración.

5.2. **Resultados Generales:** Los modelos geoeléctricos obtenidos permitieron identificar secuencias estratificadas del subsuelo, diferenciando capas de baja, media y alta resistividad, asociadas respectivamente a materiales arcillosos, unidades fracturadas y formaciones permeables saturadas. Estas condiciones evidencian la presencia de acuíferos potencialmente aprovechables, con espesores significativos y continuidad lateral suficiente.

5.3. **Análisis Hidrogeológico Integrado:** El análisis hidrogeológico evidenció que la recarga de los acuíferos identificados está asociada principalmente a procesos de infiltración directa de precipitaciones y aportes laterales provenientes de zonas montañosas circundantes. La presencia de porosidad primaria y secundaria favorece la acumulación y almacenamiento de agua subterránea, garantizando condiciones adecuadas para su explotación sostenible.

5.4. Resultados por Vereda

5.4.1. **Vereda Las Tapias:** LLos Sondeos Eléctricos Verticales ejecutados en la vereda Las Tapias permitieron identificar niveles permeables saturados con resistividades coherentes con acuíferos aprovechables. Se estableció una profundidad técnicamente viable para la perforación del pozo profundo, minimizando el riesgo técnico del proyecto.

Con base en los resultados obtenidos, se elaboró el prediseño del pozo profundo, definiendo diámetro, tipo de entubado, sistema de filtros, profundidad recomendada y criterios constructivos. Adicionalmente, se estructuró el presupuesto detallado del pozo profundo y del sistema de acueducto veredal, garantizando coherencia técnica y viabilidad económica.

5.4.2. **Vereda San Miguel:** En la vereda San Miguel, el estudio geoeléctrico permitió caracterizar el subsuelo e identificar unidades geológicas con comportamiento hidrogeológico favorable. Se definieron espesores, resistividades y características físicas de las capas, evidenciando zonas con potencial de almacenamiento y recarga de agua subterránea.

A partir de esta información, se formuló el **prediseño técnico del pozo profundo**, incluyendo los parámetros constructivos necesarios para su ejecución, así como el **presupuesto correspondiente**, ajustado a las condiciones específicas del terreno y a los requerimientos técnicos del proyecto.

5.4.3. **Vereda Mesa de Aguayo:** Los resultados del estudio geoeléctrico en la vereda Guayabal evidenciaron una **configuración estratigráfica favorable para la captación de agua subterránea**, identificando formaciones permeables con condiciones de saturación adecuadas.

La interpretación geoeléctrica permitió establecer recomendaciones técnicas para la perforación del pozo profundo, definir su prediseño y estructurar el **presupuesto detallado**, garantizando la viabilidad técnica del proyecto y un aprovechamiento eficiente y sostenible del recurso hídrico.

ANEXO No. 03 INFORME GEOELECTRICA VEREDA MESA DE AGUAYO PLANTA DE TRATAMIENTO
ANEXO No. 04 INFORME GEOELECTRICA VEREDA SAN MIGUEL
ANEXO No. 05 INFORME GEOELECTRICA VEREDA TAPIAS SECTOR ESCUELA – ACTUALIZADO
ANEXO No. 06 PRESUPUESTOS

6. **CONCLUSIONES TÉCNICAS.**
Los estudios geoeléctricos realizados cumplen plenamente con los objetivos planteados, proporcionando información confiable para la toma de decisiones. Se confirma la existencia de condiciones hidrogeológicas favorables en las tres veredas, recomendando la perforación de pozos profundos conforme a los prediseños elaborados.

Atentamente,

J.A INGENIERIA Y PERFORACIONES S.A.S
NIT: 900.896.846-3
JOSE BERNARDO ACEVEDO GUTIERREZ
C.C. No 9.530.964 Expedida En Sogamoso
Dirección: Carrera 20 No 7-67 Sogamoso
Correo Electrónico: japerfo@yahoo.es
Teléfono: 3105545617

ANEXO No. 01 POLIZAS

SEGUROS DEL ESTADO S.A.
NIT. 860.009.578-6

PÓLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL
DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN:	SUCURSAL:	COD. SUC:	NO. PÓLIZA:	ANEXO:
BOGOTA, D.C.	ANTIGUO COUNTRY	21	21-46-101123999	0

FECHA EXPEDICIÓN:			VIGENCIA DESDE:			A LAS:	VIGENCIA HASTA:			A LAS:	
DÍA:	MES:	AÑO:	DÍA:	MES:	AÑO:	HORAS:	DÍA:	MES:	AÑO:	HORAS:	TIPO MOVIMIENTO:
25	11	2025	24	11	2025	00:00	25	12	2030	23:59	EMISIÓN ORIGINAL

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S			IDENTIFICACIÓN:	NIT. :900,896,846-3
DIRECCIÓN:	CR 20 NRO. 7 - 67	CIUDAD:	SOGAMOSO - BOYACA	TELÉFONO:	3105545617

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO/BENEFICIARIO:	MUNICIPIO DE CHAPARRAL			IDENTIFICACIÓN:	NIT. :800,100,053-1
DIRECCIÓN:	CR 9 N 9 02	CIUDAD:	CHAPARRAL - TOLIMA	TELÉFONO:	2460290
ADICIONAL:					

OBJETO DEL SEGURO

CON SUJECIÓN A LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PÓLIZA QUE SE ANEXAN ECU010B, QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA MISMA Y QUE EL ASEGURADO Y EL TOMADOR DECLARAN HABER RECIBIDO Y HASTA EL LÍMITE DE VALOR ASEGURADO SEÑALADO EN CADA AMPARO, SEGUROS DEL ESTADO S.A., GARANTIZA:

EL CUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES DERIVADAS DE LA ORDEN DE SERVICIO NO. 0456 DEL 2025 DE CONSULTORIA CUYO OBJETO ES: CONTRATAR LA CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS GEOELECTRICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS Y PREDISENOS DE POZOS PROFUNDOS PARA LAS VEREDAS SAN MIGUEL, LAS TAPIAS Y GUAYABAL EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA.

AMPAROS

RIESGO: CONSULTORIA

AMPAROS:	VIGENCIA DESDE:	VIGENCIA HASTA:	SUMA ASEG/ACTUAL:
CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	24/11/2025	27/12/2025	$ 3,927,000.00
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	24/11/2025	24/12/2028	$ 1,963,500.00
CALIDAD DEL SERVICIO	26/12/2025	25/12/2030	$ 7,854,000.00

ACLARACIONES:

VALOR PRIMA NETA:	GASTOS EXPEDICIÓN:	IVA:	TOTAL A PAGAR:	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO:
$ 197,080.00	$ 8,000.00	$ 38,965.20	$ 244,045.20	$ 13,744,500.00	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCIÓN COASEGURO		
NOMBRE:	CLAVE:	% PART:	NOMBRE COMPAÑÍA:	% PART:	VALOR ASEGURADO:
ANKER RISK SOLUCIONES LTDA	184407	100,00			

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTÍA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO

PARA EFECTO DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 83 NO 19-10 - TELÉFONO: 4590601 - BOGOTA, D.C.

21-46-101123999

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda Acevedo - Vicepresidente de Fianzas

FIRMA TOMADOR

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA
VIGILADO

SEGUROS DEL ESTADO S.A.
NIT. 860.009.578-6

CONSTANCIA DE NO REVOCATORIA NI CANCELACIÓN POR FALTA DE PAGO DE LA PRIMA

Hacemos constar, que la póliza No. 21-46-101123999, anexo 0, no expirará por falta de pago de la prima, ni por revocatoria unilateral del tomador de la póliza o de la aseguradora.

Lo anterior de conformidad con lo establecido en el decreto 1082 de 2015, el cual regula las garantías ante entidades estatales.

Dado en BOGOTA, D.C., a los 25 días del mes de Noviembre de 2025



FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda Acevedo - Vicepresidente de Fianzas

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA
VIGILADO

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

Hace constar que: RECIBO DE PAGO Nº: 21461011239990

FECHA	
CONTADO	

RECIBIMOS DE: JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S NIT. NIT. :900,896,846-3

LA SUMA DE: DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL CUARENTA Y CINCO CON VEINTE CENTAVOS PESOS M/CTE

POR CONCEPTO DE: PAGO DE PÓLIZA NRO.: 21-46-101123999

SUC - RAMO - PÓLIZA - ENDOSO - CUOTA	PRIMA	GASTOS EXPEDICION	IVA	VALOR
ANTIGUO COUNTRY - CU. ESTATAL - 101123999 - 0 - 0	$ 197,080.00	$ 8,000.00	$ 38,965.20	$ 244,045.20

FORMA DE PAGO

	EFECTIVO:	$ 244,045.20
	CHEQUE:	$ 0.00
	TARJETA:	$ 0.00
	BD:	$ 0.00
INTERMEDIARIO: ANKER RISK SOLUCIONES LTDA - 184407	OTROS:	$ 0.00
	TOTAL:	$ 244,045.20
	CAJERO: RAPIESTADO	

ORIGINAL

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

Hace constar que: RECIBO DE PAGO Nº: 21461011239990

FECHA

CONTADO

RECIBIMOS DE: JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S NIT. NIT. :900,896,846-3

LA SUMA DE: DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL CUARENTA Y CINCO CON VEINTE CENTAVOS PESOS M/CTE

POR CONCEPTO DE: PAGO DE PÓLIZA NRO.: 21-46-101123999

SUC - RAMO - PÓLIZA - ENDOSO - CUOTA	PRIMA	GASTOS EXPEDICION	IVA	VALOR
ANTIGUO COUNTRY - CU. ESTATAL - 101123999 - 0 - 0	$ 197,080.00	$ 8,000.00	$ 38,965.20	$ 244,045.20

FORMA DE PAGO

	EFECTIVO:	$ 244,045.20
	CHEQUE:	$ 0.00
	TARJETA:	$ 0.00
	BD:	$ 0.00
INTERMEDIARIO: ANKER RISK SOLUCIONES LTDA - 184407	OTROS:	$ 0.00
	TOTAL:	$ 244,045.20
	CAJERO: RAPIESTADO	

COPIA

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

VIGILADO

SEGUROS DEL ESTADO S.A.
NIT. 860.009.578-6

PÓLIZA ÚNICA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO EN FAVOR DE ENTIDADES ESTATALES
SOMETIDA AL DECRETO 1082 DE 2015 No.21-46-101123999

1. AMPAROS.

SEGUROS DEL ESTADO S.A., QUE EN ADELANTE SE DENOMINARÁ SEGURESTADO OTORGA A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, HASTA EL MONTO DEL VALOR ASEGURADO PACTADO, LOS AMPAROS MENCIONADOS EN LA CARÁTULA DE LA PRESENTE PÓLIZA, CUBRIENDO CON ELLOS, SIEMPRE LOS PERJUICIOS DIRECTOS QUE CON SUJECIÓN A LA DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES ADELANTE INDICADAS, LLEGARE A CAUSAR EL GARANTIZADO POR EL INCUMPLIMIENTO QUE, ATRIBUIBLE A SU ACCIÓN U OMISIÓN, PRODUJERE.

LOS AMPAROS QUE SE OTORGAN EN ESTA PÓLIZA SERÁN INDEPENDIENTES UNOS DE OTROS RESPECTO DE SUS RIESGOS Y DE SUS VALORES ASEGURADOS. SEGÚN LAS DEFINICIONES QUE A CONTINUACIÓN SE INDICAN:

1.1 AMPARO DE SERIEDAD DE LA OFERTA.

EL AMPARO DE SERIEDAD DE LA OFERTA, CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, LA SANCIÓN DERIVADA DEL INCUMPLIMIENTO DE LA OFERTA, EN LOS SIGUIENTES EVENTOS:

1.1.1 LA NO AMPLIACIÓN DE LA VIGENCIA DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA OFERTA CUANDO EL PLAZO PARA LA ADJUDICACIÓN O PARA SUSCRIBIR EL CONTRATO ES PRORROGADO, SIEMPRE QUE TAL PRÓRROGA SEA INFERIOR A TRES (3) MESES.

1.1.2 EL RETIRO DE LA OFERTA DESPUÉS DE VENCIDO EL PLAZO FIJADO PARA LA PRESENTACIÓN DE LAS OFERTAS.

1.1.3 LA NO SUSCRIPCIÓN DEL CONTRATO SIN JUSTA CAUSA POR PARTE DEL ADJUDICATARIO.

1.1.4 LA FALTA DE OTORGAMIENTO POR PARTE DEL PROPONENTE SELECCIONADO DE LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.

1.2 AMPARO DE BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO.

EL AMPARO DE BUEN MANEJO Y CORRECTA INVERSIÓN DEL ANTICIPO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, DE LOS PERJUICIOS QUE SE LE LLEGUEN A CAUSAR, CON OCASIÓN DE (I) LA NO INVERSIÓN DEL ANTICIPO, (II) EL USO INDEBIDO DEL ANTICIPO Y (III) LA APROPIACIÓN INDEBIDA DE LOS RECURSOS RECIBIDOS POR EL CONTRATISTA GARANTIZADO EN CALIDAD DE ANTICIPO.

1.3 AMPARO DE DEVOLUCIÓN DE PAGO ANTICIPADO.

EL AMPARO DE DEVOLUCIÓN DE PAGO ANTICIPADO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, DE LOS PERJUICIOS QUE SE LE CAUSEN POR LA NO DEVOLUCIÓN TOTAL O PARCIAL, DEL DINERO ENTREGADO AL CONTRATISTA GARANTIZADO A TITULO DE PAGO ANTICIPADO, CUANDO A ELLO HUBIERE LUGAR.

1.4 AMPARO DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.

EL AMPARO DE CUMPLIMIENTO, CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, POR LOS PERJUICIOS DIRECTOS DERIVADOS DE: (A) EL INCUMPLIMIENTO TOTAL O PARCIAL DEL CONTRATO, CUANDO EL INCUMPLIMIENTO ES IMPUTABLE AL CONTRATISTA; (B) EL CUMPLIMIENTO TARDÍO O DEFECTUOSO DEL CONTRATO, CUANDO EL INCUMPLIMIENTO ES IMPUTABLE AL CONTRATISTA; (C) LOS DAÑOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA POR ENTREGAS PARCIALES DE LA OBRA, CUANDO EL CONTRATO NO PREVÉ ENTREGAS PARCIALES; Y (D) EL PAGO DEL VALOR DE LAS MULTAS Y DE LA CLÁUSULA PENAL PECUNIARIA SIEMPRE QUE SE HUBIEREN PACTADO PREVIAMENTE EN EL CONTRATO GARANTIZADO.

EN VIRTUD DE LO SEÑALADO POR EL ARTÍCULO 44 DE LA LEY 610 DE 2000, LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO CUBRIRÁ LOS PERJUICIOS CAUSADOS A LA ENTIDAD ESTATAL COMO CONSECUENCIA DE LA CONDUCTA DOLOSA O CULPOSA, IMPUTABLE AL CONTRATISTA GARANTIZADO, DERIVADOS DE UN PROCESO DE RESPONSABILIDAD FISCAL,SIEMPRE Y CUANDO ESOS PERJUICIOS DERIVEN DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES SURGIDAS DEL CONTRATO AMPARADO POR LA GARANTÍA.

1.5 AMPARO DE PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES.

EL AMPARO DE PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES DE NATURALEZA LABORAL, CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, POR LOS PERJUICIOS QUE SE LE OCASIONEN, A RAÍZ DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS OBLIGACIONES LABORALES A QUE ESTÉ OBLIGADO EL CONTRATISTA GARANTIZADO, DERIVADAS DE LA CONTRATACIÓN DEL PERSONAL UTILIZADO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO AMPARADO EN EL TERRITORIO NACIONAL.

ESTA GARANTÍA NO SE APLICARÁ PARA LOS CONTRATOS QUE SE EJECUTEN EN SU TOTALIDAD FUERA DEL TERRITORIO NACIONAL POR PERSONAL CONTRATADO BAJO UN RÉGIMEN JURÍDICO DISTINTO AL NACIONAL.

1.6 AMPARO DE ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA.

EL AMPARO DE ESTABILIDAD Y CALIDAD DE LA OBRA, CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, DE LOS PERJUICIOS QUE SE LE GENEREN COMO CONSECUENCIA DE CUALQUIER TIPO DE DAÑO O DETERIORO, PRESENTADOS EN LA OBRA ENTREGADA Y RECIBIDA A SATISFACCIÓN DE DICHA ENTIDAD ESTATAL O SUS REPRESENTANTES, CUYA CAUSA SEA IMPUTABLE AL CONTRATISTA GARANTIZADO.

1.7 AMPARO DE CALIDAD DEL SERVICIO

EL AMPARO DE CALIDAD DEL SERVICIO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, DE LOS PERJUICIOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA GARANTIZADO, QUE SE OCASIONEN CON POSTERIORIDAD A LA TERMINACIÓN DEL CONTRATO GARANTIZADO, Y QUE SE DERIVEN DE LA DEFICIENTE CALIDAD DEL SERVICIO PRESTADO.

EN LOS CONTRATOS DE INTERVENTORIA, LA VIGENCIA DE ÉSTE AMPARO DEBE SER IGUAL AL PLAZO DE LA GARANTÍA DE ESTABILIDAD DEL CONTRATO PRINCIPAL EN CUMPLIMIENTO DEL PARAGRAFO DEL ARTÍCULO 85 DE LA LEY 1474 DE 2011.

1.8 CALIDAD Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES Y EQUIPOS SUMINISTRADOS.

ESTE AMPARO CUBRE A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA DE LOS PERJUICIOS OCASIONADOS IMPUTABLES AL CONTRATISTA, SUFRIDOS POR LA DEFICIENTE CALIDAD E INCORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS BIENES QUE RECIBE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA EN CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO GARANTIZADO.

2. EXCLUSIONES.

LOS AMPAROS OTORGADOS EN LA PRESENTE PÓLIZA NO OPERARÁN CUANDO LOS DAÑOS A LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA SE GENEREN POR:

2.1 CAUSA EXTRAÑA, ESTO ES, LA FUERZA MAYOR O CASO FORTUITO, EL HECHO DE UN TERCERO O LA CULPA EXCLUSIVA DE LA VÍCTIMA.

2.2. DAÑOS CAUSADOS POR EL CONTRATISTA GARANTIZADO, A LOS BIENES DE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, NO DESTINADOS AL CUMPLIMIENTO DEL OBJETO CONTRACTUAL.

2.3. EL USO INDEBIDO O INADECUADO O LA FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A QUE SE ENCUENTRE OBLIGADA LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA.

2.4. EL DETERIORO NORMAL QUE SUFRAN LOS BIENES ENTREGADOS CON OCASIÓN DEL CONTRATO GARANTIZADO, COMO CONSECUENCIA DEL TRANSCURSO DEL TIEMPO.

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA
VIGILADO

SEGUROS DEL ESTADO S.A.
NIT. 860.009.578-6

3. SUMA ASEGURADA.

DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 1079 DEL CÓDIGO DE COMERCIO, SEGURESTADO NO ESTARÁ OBLIGADO A RESPONDER SI NO HASTA CONCURRENCIA DE LA SUMA ASEGURADA EN CASO DE SINIESTRO, DETERMINADA EN LA CARÁTULA DE ESTA PÓLIZA PARA CADA AMPARO.

4. VIGENCIA.

LA VIGENCIA DE LOS AMPAROS OTORGADOS EN LA PRESENTE PÓLIZA, SE HARÁ BAJO LOS LINEAMIENTOS DEL DECRETO 1082 DE 2015 Y CONSTARAN EN LA CARÁTULA DE LA MISMA O EN SUS ANEXOS.

5. EFECTIVIDAD DE LA GARANTÍA.
PARA HACER EFECTIVOS CUALQUIERA DE LOS AMPAROS OTORGADOS POR SEGURESTADO, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA DEBERÁ GARANTIZAR EL DEBIDO PROCESO DE SEGURESTADO Y EL CONTRATISTA, MEDIANTE EL AGOTAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 86 DE LA LEY 1474 DE 2011 O LAS NORMAS QUE LO SUSTITUYAN O MODIFIQUEN.

LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, LE CORRESPONDERÁ DEMOSTRAR LA OCURRENCIA DEL SINIESTRO Y ACREDITAR LA CUANTÍA DE LA PÉRDIDA SI FUERE EL CASO.

EL PROCEDIMIENTO QUE DEBERÁ SEGUIR LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, PARA LA EFECTIVIDAD DE LOS AMPAROS OTORGADOS POR ESTA PÓLIZA, SERÁ:

5.1 RESPECTO DEL AMPARO DE SERIEDAD DE LA OFERTA, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO QUE IMPONGA LA SANCIÓN PREVIAMENTE ESTABLECIDA POR LA OCURRENCIA DE UNO CUALQUIERA DE LOS EVENTOS PREVISTOS EN LA CONDICIÓN 1.1 DE ÉSTA PÓLIZA, Y DISPONGA LA EFECTIVIDAD DE ÉSTE AMPARO A SEGURESTADO.

5.2 EN CASO DE DECRETARSE LA CADUCIDAD, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE EN EL CUAL, ADEMÁS DE LA DECLARATORIA DE LA MISMA, HARÁ EFECTIVA LA CLÁUSULA PENAL O CUANTIFICARÁ EL MONTO DEL PERJUICIO, ORDENANDO SU PAGO TANTO AL CONTRATISTA COMO A SEGURESTADO. DICHO ACTO ADMINISTRATIVO SERÁ CONSTITUTIVO DEL SINIESTRO.

5.3 EN EL EVENTO DE IMPOSICIÓN DE MULTAS, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE ORDENANDO SU PAGO AL CONTRATISTA Y SEGURESTADO. DICHO ACTO ADMINISTRATIVO SERÁ CONSTITUTIVO DEL SINIESTRO.

5.4 EN LOS DEMÁS EVENTOS DE INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA GARANTIZADO, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA, PROFERIRÁ EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE, EN EL CUAL, ADEMÁS DE DECLARAR EL INCUMPLIMIENTO PROCEDERÁ A CUANTIFICAR EL MONTO DE LA PÉRDIDA O A HACER EFECTIVA LA CLÁUSULA PENAL, ORDENANDO SU PAGO AL CONTRATISTA Y SEGURESTADO. EL ACTO ADMINISTRATIVO CORRESPONDIENTE ES LA RECLAMACIÓN PARA LA COMPAÑÍA DE SEGURO.

LOS ACTOS ADMINISTRATIVOS EMITIDOS POR LA ENTIDAD ESTATAL CONTRATANTE QUE SEAN CONSTITUTIVOS O DECLARATIVOS DEL SINIESTRO, DEBERAN ESTAR EJECUTORIADOS Y DEBIDAMENTE NOTIFICADOS, DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 87 DE LA LEY 1437 DE 2011.

6. COMPENSACIÓN.

EN VIRTUD DE LA COMPENSACIÓN COMO MEDIO DE EXTINCIÓN DE LAS OBLIGACIONES RECONOCIDA EL ARTÍCULO 17 DE LA LEY 1150 DE 2007, SEGURESTADO TENDRÁ EN CUENTA TODAS LAS SUMAS DE DINERO QUE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA LE ADEUDE AL CONTRATISTA GARANTIZADO, POR CUALQUIER CONCEPTO. PARA TALES EFECTOS, SE DEBERÁ TENER EN CUENTA LA LIQUIDACIÓN DEL CONTRATO GARANTIZADO, EFECTUADA EN LOS TÉRMINOS LEGALES O CONVENCIONALES.

7. FORMAS DE PAGO DE LA INDEMNIZACIÓN.

LA INDEMNIZACIÓN SERÁ PAGADERA EN DINERO, O MEDIANTE LA REPOSICIÓN, REPARACIÓN O RECONSTRUCCIÓN DE LA COSA ASEGURADA, A OPCIÓN DE SEGURESTADO, SIN PERJUICIO QUE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA EN EL EVENTO DE DECLARATORIA DE CADUCIDAD DECIDA CONTINUAR LA EJECUCIÓN DEL OBJETO CONTRATADO A TRAVÉS DE SEGURESTADO O DE OTRO CONTRATISTA, A QUIEN A SU VEZ SE LE PODRÁ DECLARAR LA CADUCIDAD, SI A ELLO HUBIERE LUGAR.

EN EL EVENTO EN QUE POR INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA GARANTIZADO, SEGURESTADO RESOLVIERA CONTINUAR, COMO CESIONARIO, CON LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO Y LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA ESTUVIESE DE ACUERDO CON ELLO, EL CONTRATISTA GARANTIZADO ACEPTA DESDE EL MOMENTO DE LA CONTRATACIÓN DE ESTA PÓLIZA, LA CESIÓN DEL CONTRATO GARANTIZADO A FAVOR DE SEGURESTADO.

8. PLAZO PARA EL PAGO.
DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 1080 DEL CÓDIGO DE COMERCIO, SEGURESTADO DEBERÁ EFECTUAR EL PAGO DEL SINIESTRO DENTRO DEL MES SIGUIENTE AL CUAL LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA HAYA ACREDITADO LOS REQUISITOS DEL ARTÍCULO 1077 DEL CÓDIGO DE COMERCIO, A TRAVÉS DEL ACTO ADMINISTRATIVO A QUE HACE REFERENCIA EL NUMERAL 5. DE ESTAS CONDICIONES.

9. CERTIFICADOS O ANEXOS DE MODIFICACIÓN.

PARA LOS CASOS EN QUE LA SUMA ASEGURADA DE ESTA PÓLIZA DEBA SER AUMENTADA O DISMINUIDA Y PARA AQUELLOS EN LOS CUALES LAS ESTIPULACIONES DEL CONTRATO GARANTIZADO SEAN MODIFICADAS, SEGURESTADO A SOLICITUD PREVIA DEL CONTRATISTA GARANTIZADO Y DE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA (O EL INTERVENTOR, SUPERVISOR, ETC., EN SU CASO), EXPEDIRÁ UN CERTIFICADO O ANEXO DE MODIFICACIÓN DE LA PÓLIZA, EN EL CUAL CONSTEN LAS MODIFICACIONES CORRESPONDIENTES. PARA TAL EFECTO SE HACE INDISPENSABLE ACOMPAÑAR A LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN A SEGURESTADO EL DOCUMENTO (OTROSÍ, CLÁUSULA ADICIONAL, ETC.) QUE CONTENGA LAS MODIFICACIONES AL CONTRATO GARANTIZADO.

EL ULTIMO ANEXO O CERTIFICADO DE MODIFICACIÓN, SERÁ EL QUE LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA HARÁ EFECTIVO, DE CONFORMIDAD CON EL NUMERAL 5. DE ESTAS CONDICIONES.

10. VIGILANCIA SOBRE LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO GARANTIZADO.

SEGURESTADO TENDRÁ LA FACULTAD DE EJERCER LA VIGILANCIA DEL CONTRATO, PARA LO CUAL LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA LE PRESTARÁ LA COLABORACIÓN NECESARIA PARA ELLO. EN LOS CASOS EN LOS CUALES EL CONTRATO GARANTIZADO TENGA POR OBJETO ASUNTOS RELACIONADOS CON EL ORDEN PÚBLICO Y LA SEGURIDAD NACIONAL, LA ENTIDAD ESTATAL ASEGURADA PODRÁ PROHIBIR O LIMITAR ÉSTA FACULTAD.

11. NO CANCELACIÓN DE LA PÓLIZA POR FALTA DE PAGO DE LA PRIMA E IRREVOCABILIDAD DE ESTE SEGURO.

LA PRESENTE PÓLIZA NO EXPIRARÁ POR FALTA DE PAGO DE LA PRIMA NI PODRÁ SER REVOCADA UNILATERALMENTE.

12. CLÁUSULAS INCOMPATIBLES

EN CASO DE INCONGRUENCIA PRESENTADA ENTRE LAS CONDICIONES PARTICULARES Y LAS CONDICIONES GENERALES DE ESTA PÓLIZA, PREVALECERÁN LAS PRIMERAS.

13. COASEGURO

EN CASO DE EXISTIR COASEGURO, ESTO ES LA DISTRIBUCIÓN ENTRE VARIAS ASEGURADORAS DE DETERMINADO RIESGO, AL NO EXISTIR SOLIDARIDAD ENTRE LAS MISMAS, EL IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN SE DISTRIBUIRÁ Y HARÁ EXIGIBLE ENTRE LOS COASEGURADORES, EN PROPORCIÓN A LAS CUANTÍAS DE SU RESPECTIVA PARTICIPACIÓN.

SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA
VIGILADO

ANEXO No. 02 ACTA DE INICIO

ACTA DE INICIO CONTRATO NO. 456 DEL 24 DE NOVIEMBRE DE 2025.

ACTA DE INICIO	**FECHA**	**04 DE DICIEMBRE DE 2025**
CONTRATO NO.	456-2025	
FECHA DE DEL CONTRATO	24 DE NOVIEMBRE DE 2025	
OBJETO DEL CONTRATO	**"CONTRATAR LA CONSULTORÍA PARA ESTUDIOS GEOELECTRICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE ACUÍFEROS Y PREDISEÑOS DE POZOS PROFUNDOS PARA LAS VEREDAS SAN MIGUEL, LAS TAPIAS Y GUAYABAL EN EL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA".**	
VALOR DEL CONTRATO	**TREINTA Y NUEVE MILLONES DOSCIENTOS SETENTA MIL PESOS ($39.270.000) M/CTE.**	
CONTRATISTA	**JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S.** identificado con **NIT. 900.896.846-3**	
REPRESENTANTE	**JOSE BERNARDO ACEVEDO GUTIERREZ** identificado con C.C No. **9.530.964** de Sogamoso	
SUPERVISOR	**INGENIERO EDWIN JAVIER OVIEDO CORREA**	
FORMA DE PAGO	• El Municipio, cancelará el valor del contrato así: UNICO PAGO: El 100% del valor del contrato una vez culminado el plazo y cumplido el objeto contractual a satisfacción del supervisor, para lo cual será requerido el informe final acompañado del certificado de cumplido a satisfacción de la consultoría, la acreditación de los pagos que en materia de salarios y seguridad social integral deberá efectuar EL CONTRATISTA al personal empleado en la ejecución del contrato. • Cada uno de los pagos, según el cumplimiento o requerimiento de la Alcaldía Municipal, previa presentación de las facturas y la certificación del supervisor del recibo a satisfacción, soportada con: la constancia de pago de aportes al régimen de seguridad social integral y acreditación de la entrada al Almacén Municipal sí hay lugar.	
LOCALIZACION	Municipio de Chaparral	
PLAZO DE DURACION DEL CONTRATO	HASTA EL TREINTA (30) DE DICIEMBRE DE 2025.	

En Chaparral Tolima a los cuatro (04) días del mes de diciembre de 2025, se reunió el Ingeniero **EDWIN JAVIER OVIEDO CORREA** Secretario de Infraestructura y Equipamiento Municipal en calidad de Supervisor y el contratista **JA INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S.** Identificado con **NIT.**

ACTA DE INICIO CONTRATO NO. 456 DEL 24 DE NOVIEMBRE DE 2025.

900.896.846-3 representado por el señor **JOSE BERNARDO ACEVEDO GUTIERREZ** identificado con la cedula de ciudadanía 9.530.964 de Sogamoso-Boyacá, con el fin de dejar constancia de la iniciación real y material de las obligaciones correspondientes al Contrato de Consultoría N° 056-2025 del 24 de Noviembre de 2025, de acuerdo con el objeto y términos descritos en el mismo.

EN CONSTANCIA FIRMAN QUIENES INTERVINIERON

EDWIN JAVIER OVIEDO CORREA Secretario de Infraestructura y Equipamiento Municipal	**JOSE BERNARDO ACEVEDO GUTIERREZ JA** INGENIERIA & PERFORACIONES S.A.S. **Contratista**

	NOMBRE	DEPENDENCIA	VO. BO.
Elaboró:	Ing. Jenyfer Leal Rayo	Secretaria de Infraestructura y Equipamiento Municipal Apoyo a la supervisión	
Apoyo supervisión:	Ing. Jenyfer Leal Rayo	Secretaria de Infraestructura y Equipamiento Municipal Apoyo a la supervisión	

Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y, por lo tanto, bajo nuestra propia responsabilidad, lo presentamos para la firma del ordenador del gasto.

ANEXO No. 03 INFORME GEOELECTRICA VEREDA MESA DE AGUAYO PLANTA DE TRATAMIENTO



INFORME FINAL

ESTUDIO GEOELÉCTRICO

2025

ESTUDIO GEOELÉCTRICO REALIZADO PARA ESTABLECER LA EXISTENCIA DE AGUA SUBTERRÁNE EN LA VEREDA MESA DE AGUAYO (PLANTA DE TRATAMIENTO EMPOCHAPARRAL), UBICADO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL (TOLIMA)

ELABORADO POR:

JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

CHAPARRAL – TOLIMA

2025

Contenido

1 RESUMEN 5
2 INTRODUCCIÓN 6
3 OBJETIVOS 7
3.1 Objetivos específicos 7
4 UBICACIÓN 8
5 ÁREA DE ESTUDIO 9
5.1 Clima 10
5.2 Precipitación 10
5.3 Temperatura 10
5.4 Hidrografía 10
5.5 CONCEPTOS 13
5.6 Sondeo Eléctrico Vertical 13
5.6.1 Método Schlumberger 13
5.6.2 Resistividad Eléctrica 15
5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger 17
5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales 18
5.9 Procedimiento para la recolección de datos 19
5.10 Procesamiento de datos e interpretación 20
5.11 Datos de campo 20
5.12 Ejecución de los trabajos 20
6 INTERPRETACIÓN SEVS 22
6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2 22
6.1.1 Geología y morfología 23
7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO 25
7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 25
8 GEOMORFOLOGIA 28
9 HIDROGEOLOGÍA 33
10 ANÁLISIS DE RESULTADOS 36
10.1 Análisis SEV 1 37
10.1.1 Curva de resistividad SEV 1 37

10.1.2 Curva de resistividad SEV 2 39
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41
12 REFERENCIAS 43

1 RESUMEN

Los resultados obtenidos en el Estudio Geo eléctrico realizado, nos muestran el modelo representativo geológico del subsuelo, que especifica las capas del subsuelo con espesores y la continuidad de las variables.

La hidrología juega un papel muy importante en este estudio, las condiciones hidrogeológicas permitirán conocer la factibilidad de las zonas favorables para la acumulación de agua infiltradas dentro de los niveles de porosidad primaria o secundaria.

Las aguas subsuperficiales en la zona dependen las precipitaciones que por medio de la infiltración lograr acumular grandes cantidades de agua subterránea, otro aporte importante para este tipo de agua es las corrientes provenientes de las zonas montañosas.

Por medio de los SEV se obtendrá las características hidrológicas, geológicas, recargas, entre otras que permitirán establecer las condiciones óptimas para el desarrollo del proyecto.

2 INTRODUCCIÓN

Este estudio se realiza con el fin de establecer las condiciones para perforar con éxito un pozo profundo, que permita explotar los recursos de agua potable subterránea de esta zona.

En el municipio de Chaparral-Tolima se requiere la construcción de un pozo profundo que suministre agua en la vereda Mesa de Aguayo, por lo que se realizó un estudio geo eléctrico que permite el análisis e interpretación de las capas que conforman el subsuelo. Para esto se definieron dos zonas en donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales (SEV), que se distribuyeron de forma estratégica para la obtención de una buena información como: unos aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos permiten definir la localización del pozo.

Se realizó un estudio Geo eléctrico por medio de (2) Sondeos Eléctricos Verticales abarcando áreas de hasta 225 metros de extensión. La información obtenida de los espesores y resistividades del modelo detallado, establece la posibilidad de construir un pozo a una profundidad determinada en el estudio (VER ANEXO 1), la cual puede incluir dentro del espesor cortado por la perforación exploratoria, varias zonas de acuíferos aprovechables.

Las resistividades obtenidas en campo, hace posible localizar zonas saturadas que aporten caudal requerido. Por otro lado, la interpretación del Sondeo Eléctrico Vertical y la evaluación de las condiciones geológicas existentes en la zona de estudio, permitiendo identificar las formaciones geológicas permeables, aumentando la capacidad de almacenamiento de agua, la cual se puede aprovechar de manera sostenible. Igualmente, esta información obtenida en los Sondeos Eléctrico Vertical, al ser relacionada con la geología de la zona permite determinar espesores y características físicas de estas rocas. La información litológica de la zona nos muestra el potencial de los acuíferos del área de estudio.

3 OBJETIVOS

Identificar las condiciones litológicas, geológico e hidrológicas de la zona aprovechables para el abastecimiento de agua en la vereda Mesa de Aguayo en el municipio de Chaparral - Tolima.

3.1 Objetivos específicos

- Localizar los niveles permeables saturados, con el fin de ubicar el pozo profundo para la extracción de agua subterránea en la vereda Mesa de Aguayo, Municipio de Chaparral-Tolima.
- Definir parámetros como espesor, resistividad de las rocas existentes en el subsuelo.
- Realizar la correlación geológica-geofísica de los materiales.
- Elaborar un pre diseño óptimo para el proyecto según la información obtenida

4 UBICACIÓN

Chaparral es un municipio colombiano ubicado en el sur del departamento del Tolima, en la región andina del país, a una altitud aproximada de 854 m s. n. m.; limita al norte con los municipios de Rioblanco, San Antonio y Rovira, al oriente con Coyaima y Natagaima, al sur con Ataco y Planadas, y al occidente con el departamento del Valle del Cauca, conformando un extenso territorio de transición entre la cordillera Central y el valle del Magdalena.

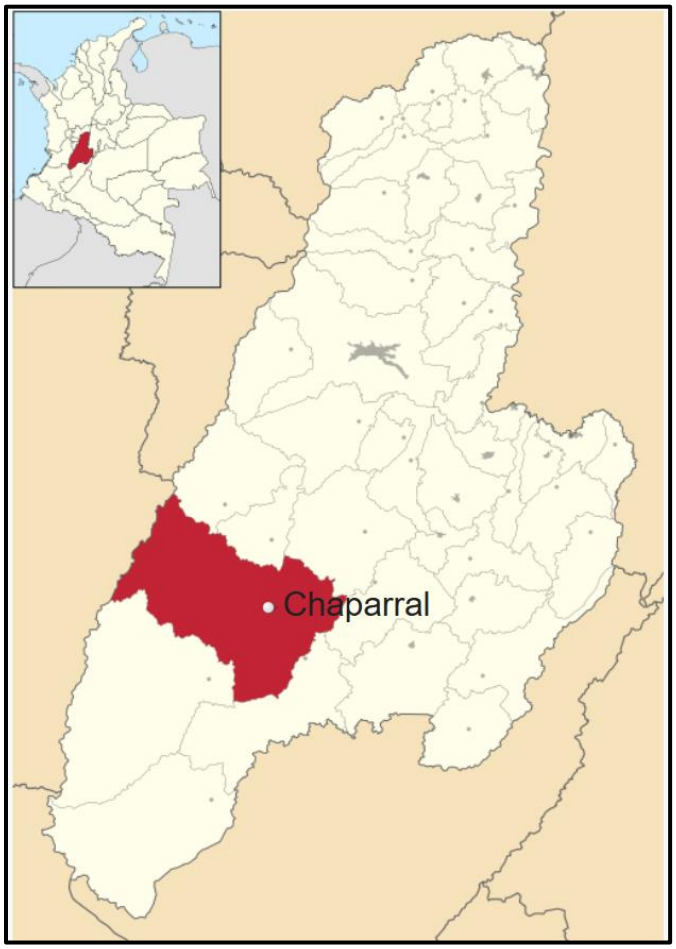
Figura 1. Ubicación municipio de Chaparral– Tolima



5 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca parte del municipio de Chaparral departamento de Tolima, Colombia. El estudio fue realizado en la vereda Mesa de Aguayo. El municipio ocupa un área 2124 km2. ubicado sobre las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes Colombianos, entre 3°43′25″N 75°29′05″O

Figura 2. Ubicación área de estudio



5.1 Clima

El municipio de Chaparral presenta un clima predominantemente cálido-húmedo en las zonas bajas y templado en áreas de mayor altitud, debido a su ubicación en el macizo colombiano y su variada topografía. Esta diversidad de pisos térmicos permite el desarrollo de diferentes actividades agrícolas y ecosistemas naturales, convirtiéndolo en un territorio con gran riqueza ambiental

5.2 Precipitación

Chaparral se caracteriza por tener una alta pluviosidad, con un régimen bimodal de lluvias que se concentra principalmente en los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Las precipitaciones promedio oscilan entre 1.800 y 2.500 mm anuales, lo que garantiza abundancia hídrica, aunque en algunos sectores rurales las lluvias intensas generan deslizamientos e inundaciones.

5.3 Temperatura

La temperatura en Chaparral varía según la altitud, pero en promedio se mantiene alrededor de los 24 °C en la cabecera municipal. En las partes más bajas puede superar los 28 °C, mientras que en las zonas altas, especialmente hacia los páramos y montañas, puede descender por debajo de los 15 °C, ofreciendo una marcada diferencia térmica en su territorio.

5.4 Hidrografía

Ubicación hidrográfica y contexto general

Chaparral se localiza dentro del macizo colombiano, una de las principales estrellas fluviales de Sudamérica, lo que lo convierte en un territorio estratégico en la producción y regulación de agua. Su geografía montañosa y la variedad de pisos térmicos permiten el

nacimiento de múltiples ríos, quebradas y manantiales que abastecen no solo a las comunidades locales, sino también a otros municipios y cuencas del sur del Tolima.

 Principales ríos

Entre los afluentes más destacados se encuentra el río Amolla, de gran relevancia por su aporte al consumo humano, riego agrícola y la generación hidroeléctrica en el proyecto Amoyá-La Esperanza. También sobresalen el río Ambeima, que constituye un importante corredor de biodiversidad; el Mendarco e Irco, que sostienen la vida rural y la producción agrícola; el río Anamichú, que discurre en zonas montañosas y abastece acueductos veredales; y el río Saldaña, que recibe caudales significativos desde el territorio chaparraluno y tributa directamente al río Magdalena.

 Quebradas y nacederos

Además de los grandes ríos, existen numerosas quebradas como Tuluní, La Virgen, Irco Arriba y La Cumbre, junto con una red de nacederos distribuidos en áreas de montaña. Estas fuentes son vitales para los acueductos rurales y para el sostenimiento de la caficultura, el plátano, la caña panelera y otros cultivos de importancia económica.

 Usos del recurso hídrico

El agua cumple múltiples funciones en el municipio: abastecimiento de consumo humano y doméstico, riego agrícola, generación de energía renovable mediante el proyecto hidroeléctrico Amoyá-La Esperanza, preservación de ecosistemas estratégicos y soporte al turismo de naturaleza, en especial en cascadas, balnearios naturales y zonas de alta biodiversidad.

Problemáticas y desafíos ambientales

La abundancia hídrica de Chaparral enfrenta presiones derivadas de la deforestación en zonas de recarga, la contaminación por prácticas agropecuarias, el riesgo de crecientes súbitas debido a las lluvias intensas y la presión sobre nacederos y quebradas menores, que en muchos casos carecen de protección adecuada de sus rondas hídricas.

Importancia estratégica

La riqueza hidrográfica del municipio no solo es un pilar para su desarrollo económico y social, sino que también constituye un aporte fundamental al río Magdalena, eje fluvial de Colombia. Su adecuada gestión es esencial para garantizar la sostenibilidad hídrica, energética y ambiental del Tolima y del país en general.

5.5 CONCEPTOS

5.6 Sondeo Eléctrico Vertical

5.6.1 Método Schlumberger

Un Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) consiste en medir desde la superficie, la resistividad aparente por medio de la inyección de corriente y las diferencias de potencial en puntos situados sobre una recta, que se alejan del centro O del dispositivo, en forma progresiva y regular, a intervalos de escala logarítmica. Se configura con dos electrodos de corriente (A y B) y dos electrodos de potencial (M y N). (Ver figura 3) El espaciamiento de los electrodos de corriente (AB/2) se define como la mitad de la distancia entre estos nodos de inyección de corriente en el subsuelo, y el espaciamiento (MN/2) como la media distancia entre los electrodos M y N que miden el potencial inducido por el flujo de la corriente entre los nodos A y B. La relación:

Ecuación 1. Resistividad

$$Ra = K\,\Delta\frac{V}{I}$$

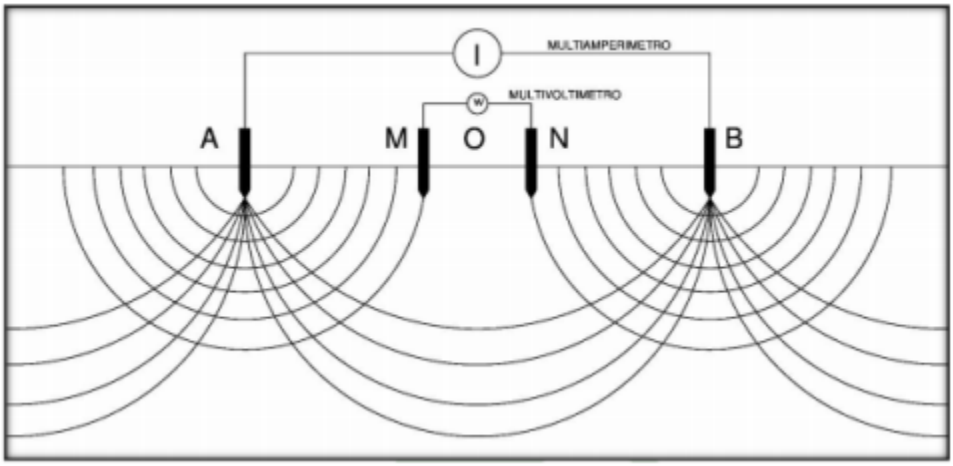
permite calcular la denominada resistividad aparente del terreno Ra asignada a una profundidad que es mayor cuanto mayor sea la distancia entre los electrodos AB. El facto K es una constante, que depende de la disposición geométrica de los electrodos. En el caso del llamado dispositivo Schlumberger (en el que los cuatro electrodos están alineados y la distancia MN es muy pequeña respecto de la distancia AB) la constante viene dada por:

Ecuación 2. Constante K

$$K = \frac{\pi}{MN}\left[\left(\frac{AB}{2}\right)^2 * \left(\frac{MN}{2}\right)^2\right]$$

La resistividad así calculada se denomina aparente porque sería la correspondiente a un subsuelo homogéneo e isótropo.

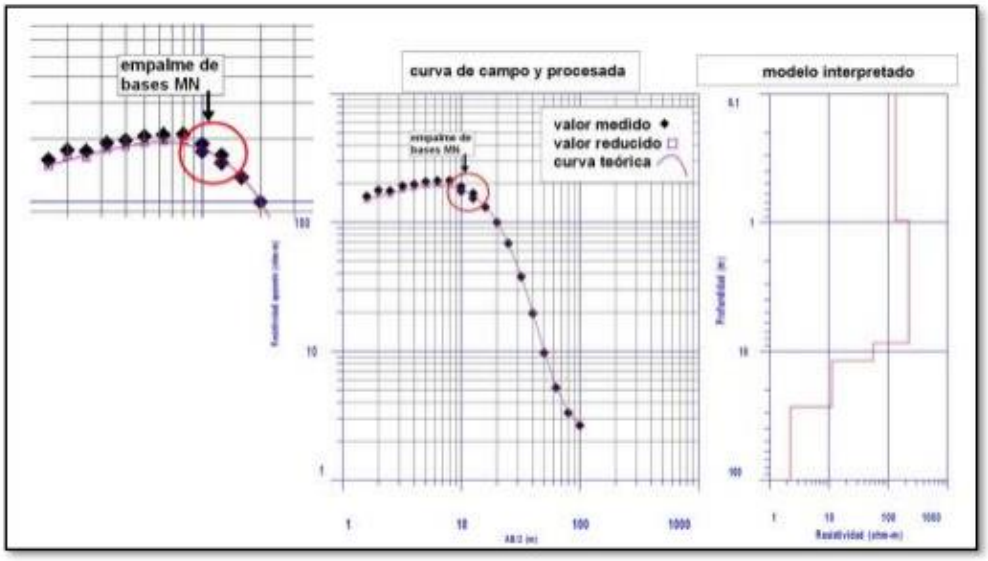
Figura 3. Esquema de un dispositivo Schlumberger para un SEV



Para efectuar un SEV se va aumentando la distancia AB a fin de ir obteniendo valores de resistividad aparente a profundidades crecientes, manteniendo constante la distancia MN. La diferencia de potencial entre los electrodos MN va disminuyendo al aumentar la distancia AB, por lo que a partir de un determinado momento es necesario aumentar la distancia MN a fin de que el valor medido esté dentro de la resolución instrumental. (Luís & Torres, 2012)

A la secuencia de los valores AB/2 resistividad aparente representados en escala logarítmica se la denomina “curva de campo” de un SEV (Figura 3). Los valores de resistividad obtenidos en los cambios de base son normalmente distintos, por lo que se produce un desplazamiento de la curva, que es necesario corregir antes de efectuar el proceso de inversión. Esta corrección consiste en desplazar los valores la magnitud dada en el empalme, para lo que pueden seguirse varios criterios; en el ejemplo de la Figura 3 se ha dejado fijo el tramo posterior al empalme, obteniendo los valores que hemos denominados “reducidos” para el primer segmento. (Luís & Torres, 2012)

Figura 4. Curvas datos de campo de un SEV (ejemplo)



La inversión de la curva de campo permite obtener el modelo de distribución de la resistividad del subsuelo en función de la profundidad (Luís & Torres, 2012). Este proceso, como en todos los métodos geofísicos, consiste básicamente en encontrar una distribución de capas del subsuelo cuya potencia y resistividad de lugar a una curva teórica AB/2 resistividad igual a la medida en campo.

5.6.2 Resistividad Eléctrica

Si el subsuelo está compuesto por un medio infinitamente espeso, homogéneo e isotrópico, o sea con materiales de la misma textura y propiedades físicas, entonces la resistividad calculada será la resistividad verdadera de ese medio (la Tierra). De otra manera, la resistividad calculada se denomina "Resistividad Aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

En general, para un medio heterogéneo, la resistividad aparente depende de la geometría, del espaciamiento y de la orientación del arreglo de electrodos del dispositivo de medición (Schlumberger de 4 electrodos), siendo afectada por cambios laterales en el terreno (fallas,

fracturas), y dependiendo en un alto porcentaje de la distribución espacial de materiales rocosos con resistividades eléctricas diferentes, causadas por cambios en su porosidad, permeabilidad, dureza y saturación de humedad. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Un estimativo de la verdadera Resistividad de los materiales rocosos que componen el subsuelo a diferentes profundidades es calculado a partir de las resistividades aparentes leídas usando diferentes espaciamientos y arreglos electrónicos (Schlumberger, Wenner, Polo Dipolo, etc.), para los cuales existe un software muy completo, diseñado para interpretar curvas de campo obtenidas con varios arreglos de electrodos. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Figura 5. Valores resistividad eléctrica de diferentes rocas y minerales

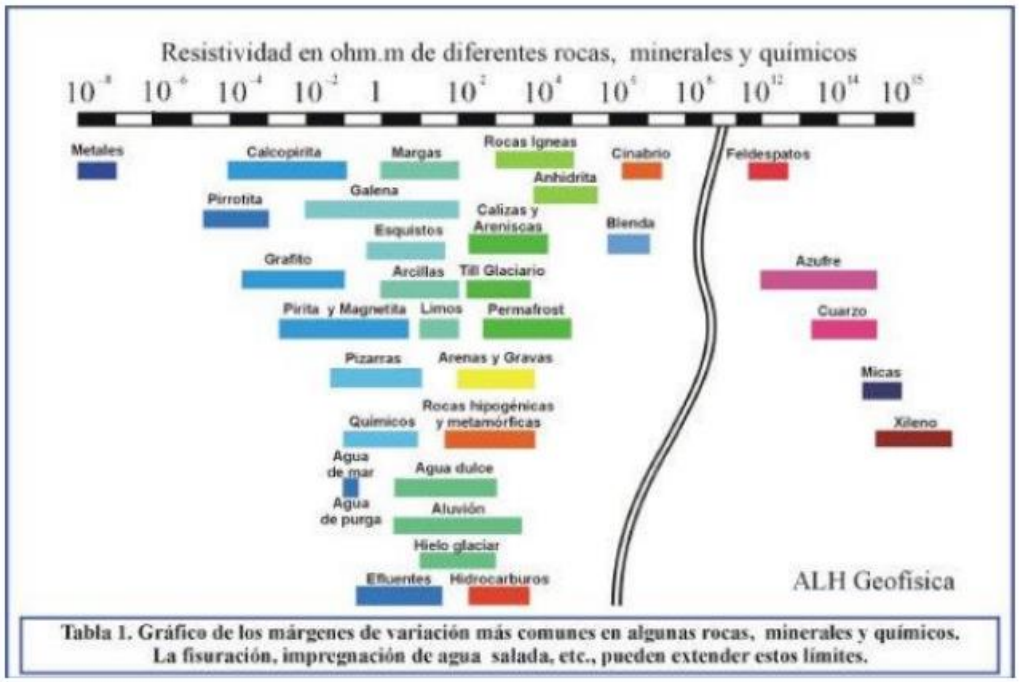
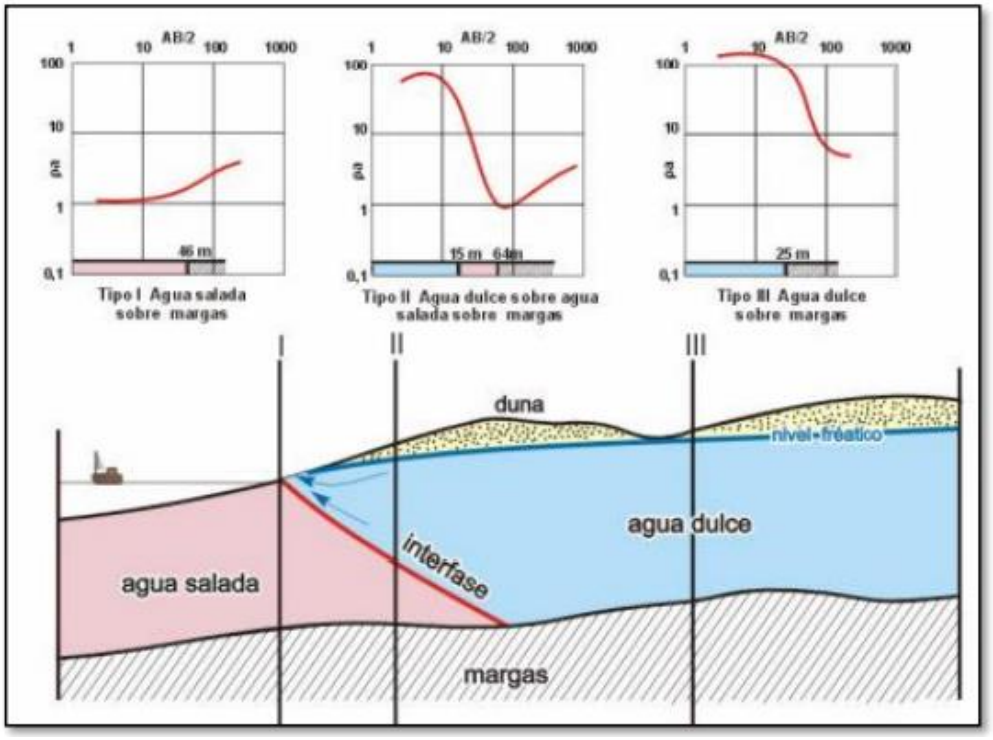


Tabla 1. Gráfico de los márgenes de variación más comunes en algunas rocas, minerales y químicos. La fisuración, impregnación de agua salada, etc., pueden extender estos límites.

Un ejemplo práctico del resultado del software para las resistividades eléctricas de diferentes rocas y minerales:

Figura 6. Sección eléctrica



El software de interpretación de estos datos geofísicos hace los ajustes necesarios para comparar la curva de campo con las curvas teóricas calculadas para diferentes algoritmos por varios autores (Orellana, Zhody, Bobachev y otros). Esta comparación, genera uno o varios modelos detallados de 4, 5 o 6 capas, y espesores y/o profundidades, los cuales se analizan cuidadosamente, seleccionando el mejor ajustado a las condiciones existentes en profundidad bajo la superficie de los dos pozos. O sea, que es representativo de los diferentes niveles rocosos que se encuentran realmente en el subsuelo, y es correlacionable con la geología local. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger

Para hacer un sondeo con el arreglo Schlumberger, la distancia entre los electrodos de corriente (A y B) se aumenta a partir del centro del dispositivo, como una sucesión de incrementos logarítmicos casi iguales (usualmente a la rata de 6 puntos por década), y la

resistividad aparente es calculada en cada espaciamiento de electrodos por medio de una ecuación que calcula este parámetro. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La distancia entre los electrodos de potencial (M y N), se mantiene fija para una serie de espaciamientos sucesivos de los electrodos de corriente (A y B). Este espaciamiento se interrumpe periódicamente, luego, la distancia entre los electrodos de potencial se aumenta, y la resistividad aparente se recalcula en este punto o empalme, para luego continuar expandiendo los electrodos de corriente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

El propósito de aumentar periódicamente la distancia entre los electrodos de potencial es para mantener un adecuado nivel de señal (milivoltios) entre los electrodos M y N, que sea significativa para calcular la Resistividad aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La condición que (AB/2) sea más grande que, o igual a 5 veces (MN/2) se debe mantener para aproximarse adecuadamente a la medición del campo eléctrico (que es el gradiente del potencial eléctrico) al centro del arreglo de electrodos.

5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales

La interpretación de una curva de un Sondeo Eléctrico Vertical, consiste en encontrar un modelo detallado del subsuelo, compuesto por materiales con diferentes resistividades y espesores y/o profundidades, de manera que la curva calculada para el modelo coincida con la curva de campo. Este modelo es sólo uno entre muchos otros que producen curvas de sondeos que también se ajustan con poco error a la curva obtenida en el campo. Esta similitud de modelos se conoce como “Equivalencia”. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La capacidad de análisis del intérprete, y las restricciones impuestas por la geología del área, basadas en resistividades típicas para ciertos tipos de rocas, ayudan mucho en eliminar muchos modelos matemáticamente equivalentes, y muy alejados de la naturaleza de las verdaderas unidades geológicas que se encuentran en el subsuelo (Ejemplos: Areniscas, por arcillas secas, basamento impermeable, rocas impermeables como acuíferos, espesores irreales, Resistividades muy altas o bajas, etc.).(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.9 Procedimiento para la recolección de datos

La curva del sondeo se grafica en el campo sobre un papel logarítmico log-log 3X3, y los datos de corriente (I) y potencial (mV) se anotan en una cartera especial, calculando la resistividad aparente de cada estación al hacer las mediciones sobre una línea de sondeo.

Se utiliza este sistema para identificar y corregir errores hechos por el operador o los ayudantes que manejan los cables, lo mismo que identifica el ruido geológico generado por cercas eléctricas o líneas de alto voltaje, también se detectan fugas de corriente o daños en el equipo. Se utilizan modernos equipos digitales para corriente continua DC, con sensibilidad en el rango de microvoltios y miliamperios, de alta impedancia de entrada, buena eliminación de ruido, y fuentes reguladas de alto voltaje hasta 800v DC, que generan un campo primario muy potente, con excelente resolución en casi todo tipo de terreno, Varillas de acero inoxidable # 304 se utilizan para los electrodos de corriente y potencial, que se conectan por cables de calibre No.12, especiales para estudios geofísicos.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.10 Procesamiento de datos e interpretación

La curva de campo se suaviza si es necesario, eliminando puntos fuera de continuidad, y digitalizándola por medio de 6 puntos igualmente espaciados en una década logarítmica, comenzando a partir del mayor valor de AB/2.

La razón de digitalizar la curva en 6 puntos igualmente espaciados por década, es para aumentar la velocidad de cálculo de varias curvas teóricas de sondeos, durante el proceso iterativo de ajuste (Zhody 1973). Los programas de interpretación aceptan curvas de campo o digitalizadas, y producen modelos detallados que se analizan, modifican y seleccionan para hacer la interpretación con el modelo que se considera más ajustado a las condiciones existentes en el subsuelo. El conocimiento de la geología del subsuelo es fundamental para obtener una aproximación acertada al modelo detallado y poder identificar zonas favorables con recursos de agua subterránea. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.11 Datos de campo

Las curvas de campo, AB/2, los valores de Resistividad y sus interpretaciones, son generados por medio de un software llamado IPI2WIN, este sirve para interpretar curvas de resistividades y polarización inducida, en una dimensión

5.12 Ejecución de los trabajos

El trabajo de campo se realizó en la vereda Mesa de Aguayo, se realizó el 16 de septiembre de 2025, aprovechando las mejores áreas de la zona, en busca de recursos explotables de agua subterránea. Para las mediciones se utilizó un equipo de Resistividad de alta precisión, con lectura digital, con todos sus accesorios. Los sondeos fueron realizados por el grupo de trabajo de JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS, un personal capacitado.

Figura 7. Equipo utilizado



Durante el trabajo de oficina se evaluó la calidad de las curvas de campo, y luego de algunos ajustes (digitalización, suaviza miento) se hizo la interpretación de los datos obtenidos en el campo, con la ayuda de programas para el procesamiento de datos geofísicos, que producen un modelo detallado de espesores y resistividades, equivalente a una sección de capas o niveles rocosos que se halla realmente en el subsuelo, debajo del sitio del sondeo. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Esta actividad es complementaria a un reconocimiento detallado de la geología y morfología del área que se complementa con vistas satelitales del programa Google Earth, mapas geológicos del INGEOMINAS, e incluye un análisis del drenaje superficial, la topografía del relieve circundante al área seleccionada, y las zonas de recarga. La litología interpretada y su correlación con la geología existente en el subsuelo de la zona de estudio, se presentan en el capítulo 8 “Análisis de los Resultados”, donde también se hacen observaciones indicando las zonas de mayor saturación, para la evaluación de los niveles de agua localizadas dentro del modelo detallado, que se obtiene con el software de interpretación y se correlaciona con los datos sobre las condiciones geológicas existentes en el área donde se hizo el estudio geoeléctrico del subsuelo.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

6 INTERPRETACIÓN SEVS

Para este proyecto se realizaron 2 Sondeos Eléctricos Verticales para los cuales se tomó 1 punto por cada SEV, esto con el fin de obtener mejor información y abarcar todos los puntos necesarios para determinar la zona con mejores características geológicas e hidrológicas en beneficio del contratista. VER ANEXO 1

6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2

Figura 8. Ubicación SEV 1 Y SEV 2



Tabla 1. Coordenadas SEV 1- SEV2

	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		
No.	NORTE	OESTE	ALTITUD (m.s.n.m)
SEV - 1	3°43´09"	75°31´04"	927.7
SEV - 2	3°43´09"	75°31´01"	926.5

6.1.1 Geología y morfología

6.1.1.1 Depósitos Aluviales Cuaternarios (Qal)

En las planicies de inundación y terrazas de los ríos Amoyá, Tuluní, Cucuana y otras quebradas, se encuentran depósitos cuaternarios recientes. Estos sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, poco consolidados, que han sido transportados y depositados por la dinámica fluvial. Son los materiales más jóvenes del municipio y constituyen suelos fértiles, aprovechados para la agricultura. Además, reflejan los procesos geomorfológicos actuales de erosión y sedimentación.

6.1.1.2 Formación Barzalosa

Corresponde al Paleógeno tardío (Eoceno–Oligoceno) y se compone de conglomerados, areniscas y limolitas con intercalaciones de lutitas. Se originó en ambientes continentales dominados por ríos trenzados y abanicos aluviales, donde la energía del transporte era alta. Estos depósitos marcan una etapa de levantamiento y erosión intensa en la cordillera, cuando grandes volúmenes de material fueron arrastrados hacia las cuencas bajas. En Chaparral, aflora en colinas intermedias y conserva estructuras sedimentarias típicas de sistemas fluviales antiguos.

6.1.1.3 Grupo Honda

El Grupo Honda, del Mioceno (Neógeno), es famoso por su riqueza paleontológica en Colombia. Está constituido por lutitas grises y verdosas, areniscas finas a medias y conglomerados, depositados en ambientes continentales como planicies aluviales, lagunas y

sistemas fluviales meándricos. En Chaparral, aflora en varios sectores intermedios y bajos del relieve. Su importancia radica en que guarda evidencias fósiles que permiten reconstruir el ambiente selvático y húmedo que dominó esta región hace unos 12 millones de años.

6.1.1.4 Formación Caballos

La Formación Caballos es de edad Cretácica (Aptiano–Albiano). Está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas, intercaladas con lutitas y niveles carbonosos. Su origen se asocia a ambientes marinos someros y estuarinos que transicionaron hacia sistemas fluviales. En Chaparral, esta formación aflora en zonas vinculadas al valle superior del Magdalena, representando el registro de la transgresión marina que inundó gran parte del territorio colombiano durante el Cretácico.

6.1.1.5 Formación Payandé

Esta formación es de edad Triásico superior (Noriano–Rhaetiano). Se distingue por sus calizas biomicríticas y micríticas, con presencia de chert y niveles fosilíferos. Representa un ambiente marino somero en el cual se acumularon carbonatos en plataformas relativamente tranquilas. En Chaparral, aflora en sitios como la quebrada Copete, y constituye uno de los registros más antiguos del municipio. Su presencia evidencia la historia temprana de la apertura de cuencas sedimentarias durante la fragmentación de Pangea

7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO

7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Chaparral se inscribe en la zona de contacto entre la cordillera Central y el Valle Superior del Magdalena, por lo que su estructura es el resultado directo de la larga historia orogénica andina. Desde el Neógeno la región ha estado sometida a un régimen compresional derivado de la subducción de la placa de Nazca bajo Sudamérica; ese esfuerzo horizontal acumulado generó levantamiento, doblamiento y acortamiento cortical. El resultado es un mosaico de paquetes sedimentarios plegados y desplazados por cabalgamientos y fallas inversas, interrumpidos localmente por intrusivos ígneos que afloran como núcleos resistentes en los relieves.

Los pliegues y estructuras dobladas son frecuentes en las unidades sedimentarias que afloran en el municipio: las capas carbonáticas, areniscas y lutitas muestran pliegues con ejes subparalelos a la dirección general de la cordillera. A escala de mapa predominan anticlinales y sinclinales que controlan la orientación de valles y cerros; estos pliegues habitualmente están ligados a zonas de cizalla y a superficies de desplazamiento mayores donde se concentra el acortamiento. En muchos sitios los estratos doblados se fracturan y muestran fallas menores que reflejan distintas etapas del esfuerzo tectónico.

Las fallas de tipo inverso/thrust son estructuras de primer orden en el área: planos de cabalgamiento que emplacaron paquetes más jóvenes sobre secuencias más antiguas y que han sido responsables del emplazamiento diferencial de formaciones como las cretácicas sobre las neógenas. Además de estas fallas compresionales, existen fallas con componente

de desplazamiento lateral y rampas oblicuas —es decir, fallas con componente transcurrente que acomodan la deformación en direcciones no puramente perpendiculares a la cadena—. Estas estructuras se traducen en líneas de contacto abruptas entre litologías de distinta resistencia y en cambios bruscos de pendiente en el terreno.

La presencia del Batolito de Ibagué y cuerpos ígneos asociados introduce otra faceta estructural: intrusiones plutónicas han deformado las rocas encajantes, generado halos metasomáticos y controlado la litología de las pendientes. Los contactos ígneo-sedimentarios suelen ser superficies de fractura preferente y muchos valles y quebradas siguen esos contactos o las zonas de alteración asociadas. En las rocas plutónicas se observa una red de diaclasado y falla que condiciona la escorrentía y la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

A escala geomorfológica las estructuras tectónicas controlan la distribución de suelos, la ubicación de terrazas aluviales y la red hidrográfica: las fallas y pliegues orientan drenajes, actúan como drenajes preferentes y definen cuencas locales. Las superficies de falla activas o reactivadas pueden generar zonas de mayor inestabilidad donde se concentra la erosión, los deslizamientos y los depósitos coluviales que, a su vez, rellenan depresiones estructurales. Esta relación entre estructura y geomorfología es clave para entender riesgos geológicos y la distribución de recursos (agua, materiales de construcción).

Finalmente, en términos de sismicidad y peligrosidad, la estructura de acortamiento y las fallas activas o recientemente reactivadas implican que el área puede responder a esfuerzos regionales con actividad sísmica localizada; aunque la mayoría de los movimientos registrados históricamente han sido de baja a moderada magnitud, la configuración de fallas

inversas y rampas significa que existe potencial de eventos sísmicos que afecten el relieve y la infraestructura. Para proyectos puntuales (obras civiles, planeación de asentamientos, estudios de riesgo) conviene siempre analizar el trazado de fallas locales con cartografía estructural detallada (p. ej. Plancha geológica SGC, perfiles geológicos y relevamientos de campo) para ubicar con precisión cabalgamientos, corrimientos y zonas de falla.

8 GEOMORFOLOGIA

- **Ubicación y contexto geográfico**
    - Chaparral se encuentra en el sur del Tolima, en la vertiente oriental de la cordillera Central de los Andes colombianos, ocupando un espacio de transición hacia el valle del río Magdalena.
    - Su posición geográfica le otorga una marcada diversidad de paisajes: desde las zonas bajas cálidas en el piedemonte hasta los ambientes de montaña de la cordillera, con relieves abruptos y escarpados.
    - Esta ubicación en la interfase cordillera–valle convierte al municipio en un punto estratégico para comprender la dinámica geomorfológica de los Andes centrales.
- **Altitud y relieve**
    - El rango altitudinal es muy amplio: desde aproximadamente **328 metros sobre el nivel del mar** en las partes más bajas hasta **4.112 metros** en los sectores de mayor altura.
    - La altitud promedio está alrededor de **1.500 metros**, lo que indica un predominio de terrenos de montaña media y alta.
    - El relieve es abrupto y de fuertes pendientes, con presencia de cuchillas, escarpes, laderas inestables, cañones profundos y divisorias montañosas.
    - Los valles de los ríos se encuentran profundamente encajonados, lo que evidencia procesos intensos de erosión fluvial y levantamiento tectónico.

- **Estructura geológica y formaciones**
    - El sustrato rocoso está compuesto por una variedad de litologías que incluyen calizas, areniscas, lutitas, esquistos y rocas volcánicas, reflejando una larga evolución geológica.
    - En zonas como Tuluní y Amoyá afloran rocas sedimentarias de origen marino, entre ellas calizas con intercalaciones de chert, que evidencian ambientes depositacionales antiguos.
    - También están presentes materiales volcánicos asociados al vulcanismo andino, que cubren sectores altos de la cordillera y aportan suelos fértiles, aunque en ocasiones poco estables.
    - La acción tectónica ha fracturado muchas de estas rocas, favoreciendo la inestabilidad de laderas y la infiltración de aguas subterráneas.

- **Geomorfología kárstica**
    - En varias veredas del municipio se han identificado rasgos kársticos asociados a las rocas calizas, como cuevas, sumideros y drenajes subterráneos.
    - Estos sistemas kársticos modifican el escurrimiento superficial y subterráneo, generando acuíferos locales y paisajes únicos con cavernas.
    - La disolución de las calizas en contacto con aguas ligeramente ácidas ha modelado el terreno, creando depresiones cerradas y suelos con alta porosidad.

- Este tipo de geomorfología influye en la disponibilidad de agua, pero también plantea riesgos de hundimientos y subsidencias.

- **Dinámica tectónica y fallas geológicas**
  - La región se encuentra atravesada por fallas geológicas activas de la cordillera Central, lo que explica la sismicidad y los procesos de fracturamiento del terreno.
  - Estas fallas han generado agrietamientos, desplazamientos diferenciales y deformaciones en suelos y rocas, con afectación en viviendas y vías rurales.
  - La actividad tectónica, combinada con la topografía inclinada, favorece la ocurrencia de deslizamientos y movimientos en masa.

- **Procesos erosivos e hídricos**
  - La acción de los ríos Amoyá, Saldaña, Tuluní y sus afluentes ha excavado profundos cañones y valles encajonados que marcan el paisaje.
  - Las fuertes precipitaciones aceleran la erosión de suelos en laderas y promueven procesos de remoción en masa.
  - Los ríos transportan grandes volúmenes de sedimentos que se acumulan en las partes bajas, formando terrazas fluviales y depósitos aluviales.
  - En sectores altos, la escorrentía superficial genera cárcavas, barrancos y desprendimientos de material, que son indicadores de la fragilidad del terreno.

- **Riesgos geomorfológicos**
    - El relieve accidentado, la inestabilidad de los suelos y las lluvias intensas hacen que el municipio sea muy susceptible a deslizamientos.
    - Se han identificado fallas locales y movimientos en masa en zonas rurales y en sectores como el Cañón de Las Hermosas.
    - Los procesos de subsidencia asociados al karst también representan un riesgo para las comunidades asentadas en estas áreas.
    - La erosión acelerada afecta la productividad agrícola y la estabilidad de las vías, lo que impacta directamente en el desarrollo económico local.
- **Usos del suelo condicionados por la geomorfología**
    - La topografía ha limitado la expansión urbana a un pequeño porcentaje del municipio, mientras que la mayor parte del territorio es rural y de difícil acceso.
    - Las zonas de valle y terrazas fluviales concentran la agricultura más productiva, mientras que en las laderas y pendientes se practican cultivos de café, maíz y otros productos adaptados al relieve.
    - En las áreas de montaña alta, la vegetación natural y los ecosistemas de páramo cumplen un papel clave en la regulación hídrica.
    - El relieve accidentado dificulta la construcción de infraestructura vial y de servicios, lo que ha condicionado históricamente el aislamiento de varias veredas.

- **Paisaje geomorfológico general**
    - El municipio puede describirse como un mosaico de ambientes geomorfológicos:
        - Zonas bajas de piedemonte con terrazas fluviales y colinas redondeadas.
        - Valles intermedios encajonados con ríos de caudal abundante y laderas empinadas.
        - Áreas montañosas altas con cumbres, cuchillas y páramos, donde predomina la erosión pluvial y glaciar antigua.
        - Sectores kársticos con cuevas, sumideros y drenaje subterráneo.
    - Esta combinación de formas hace de Chaparral un territorio con gran riqueza paisajística y un laboratorio natural para estudiar la interacción entre tectónica, clima e hidrología.

9 HIDROGEOLOGÍA

- Chaparral posee una red hidrográfica abundante debido a su ubicación en la vertiente oriental de la cordillera Central y a la influencia de climas húmedos que aportan gran cantidad de precipitaciones.

- El municipio se integra principalmente a la **cuenca del río Saldaña**, que es uno de los afluentes más importantes del río Magdalena.
- La configuración hidrogeológica está condicionada por la geología del terreno, con presencia de acuíferos superficiales en depósitos aluviales, acuíferos fracturados en formaciones rocosas y drenajes subterráneos asociados a sistemas kársticos.

Red hidrográfica superficial

- Los principales ríos que drenan el territorio son el **Saldaña, Amoyá, Tuluní, Anamichú y Davis**, además de múltiples quebradas menores.
- Estos ríos han excavado profundos cañones y valles, donde circulan corrientes de régimen torrencial en temporadas de lluvia.
- El agua superficial es la principal fuente de abastecimiento para la población y actividades agrícolas.
- Existen microcuencas estratégicas que alimentan acueductos rurales y que requieren conservación debido a la presión sobre los recursos hídricos.

Acuíferos y aguas subterráneas

- En las **zonas bajas**, los depósitos aluviales y coluviales conforman acuíferos libres y semiconfinados de relativa importancia, aprovechados en pozos someros.

- En las **laderas medias y altas**, el agua subterránea se concentra en acuíferos fracturados, alojados en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con abundantes fracturas y fisuras.
- En áreas de calizas se desarrollan **acuíferos kársticos**, donde la circulación del agua es rápida a través de cavernas, grietas y sumideros, lo que genera abundancia pero también vulnerabilidad a la contaminación.
- El potencial hidrogeológico de Chaparral es considerable, aunque está desigualmente distribuido según la geología local.

 Sistemas kársticos

- Asociados a las formaciones carbonáticas de Tuluní y Amoyá, se han identificado cuevas y sistemas de drenaje subterráneo que almacenan y transmiten agua.
- Estos sistemas permiten el desarrollo de manantiales y nacederos en las laderas, que abastecen acueductos veredales.
- La dinámica del karst es muy sensible a cambios de uso del suelo, deforestación y contaminación superficial.

 Recarga hídrica

- La **recarga natural** se da principalmente por la infiltración de lluvias en zonas de alta pendiente y cobertura boscosa.
- Los suelos permeables en terrazas y depósitos aluviales también favorecen la recarga de acuíferos someros.

- Los páramos y bosques de montaña funcionan como reguladores naturales, almacenando agua en suelos orgánicos y liberándola lentamente hacia quebradas y ríos.

Manantiales y nacimientos de agua

- Son abundantes en todo el municipio, especialmente en las zonas medias y altas.
- Muchos acueductos comunitarios dependen directamente de nacederos en laderas y quebradas.
- Estos manantiales son indicadores de la presencia de acuíferos locales y de zonas de recarga bien conservadas.

Riesgos hidrogeológicos

- La inestabilidad de laderas puede afectar manantiales y redes de acueducto, alterando la disponibilidad de agua.
- La contaminación difusa de fuentes hídricas, producto de la agricultura y el mal manejo de residuos, amenaza la calidad del agua subterránea y superficial.
- Los sistemas kársticos son especialmente vulnerables, ya que la filtración rápida no permite procesos de depuración natural.

10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

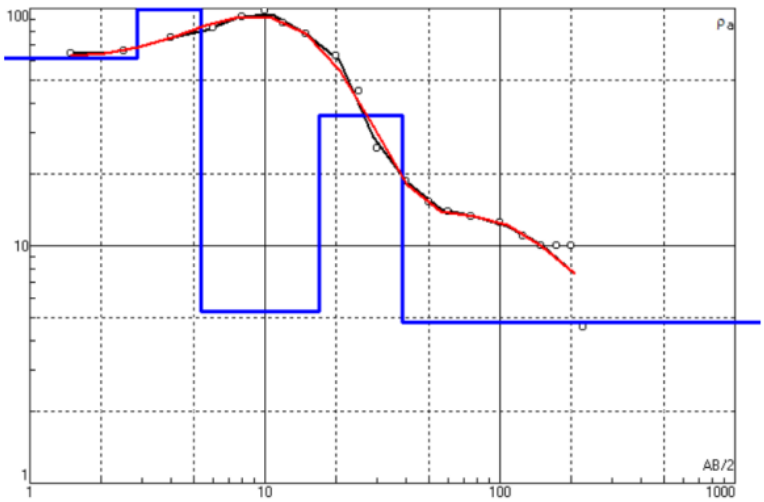
Usando las resistividades eléctricas encontradas a partir de la Ley de Archie, las conductividades eléctricas medida en el agua subterránea y a partir de los trabajos realizados de Geoeléctrica para aguas subterráneas en esta región y los datos del inventario o reconocimiento de aljibes y litologías de la zona, se interpretó el modelo de distribución de resistividad y se proponen la tabla de resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).

Las curvas interpretadas se correlacionaron con el fin de obtener una sección geoeléctrica del subsuelo que muestran la continuidad o discontinuidad de las capas espacialmente. En las siguientes tablas se muestra la caracterización litológica correspondiente los datos de resistividad.

10.1 Análisis SEV 1

10.1.1 Curva de resistividad SEV 1

Tabla 2. Curva de resistividad en el SEV1 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 1				COORDENADAS	
				3°43´09" N	75°31´04" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretación litológica	
1	3	3	69	Cobertura vegetal	
2	17	20	389	Limos intercaldos con arcillas	
3	30	50	350	Arenas cementadas	
4	20	70	98	Arcillas intercaladas con lentes de arena fina	
5	50	120	287	Areniscas compactas	

El modelo del SEV 1 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 2 y Ver anexo 1 con el pre diseño del pozo. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 69 Ohm-m y espesor de 3.0 metro. La capa (2) con un espesor de 17.0 metros, tope a tres metros y resistividad de 389

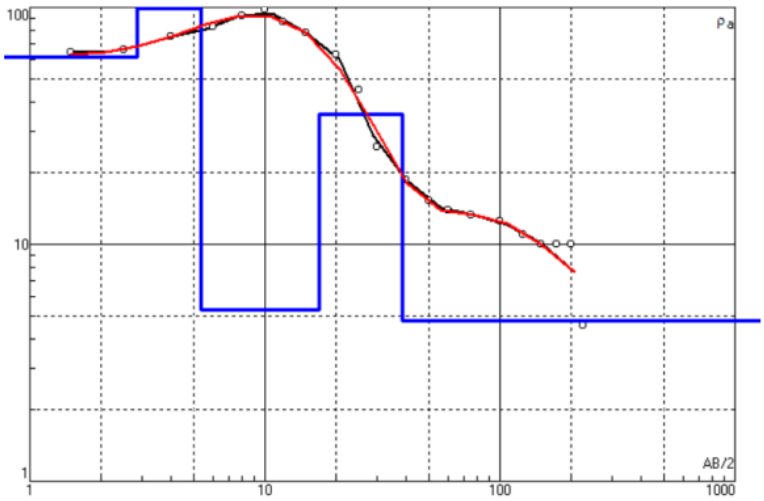
Ohm-m, se interpreta como Limos intercalados con arcillas. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Arenas cementada (3) con resistividad de 350 Ohm-m, tope a los 17.0 metros y espesor de 30. Luego se interpreta una capa Arcillas inetrcaldas con lentes de arena fina (4) con una resistividad de 98 Ohm-m, espesor de 20 metros y tope a los 50 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Arcillas compactas, con una resistividad de 287 Ohm-m, tope a los 70 metros y espesor de 50 metros.

Figura 9 Columna estratigráfica SEV 1



10.1.2 Curva de resistividad SEV 2

Tabla 3. Curva de resistividad en el SEV2 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 2				COORDENADAS	
				3°43´09" N	75°31´01" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretacion litologica	
1	1	1	57	Cobertura vegetal	
2	24	25	389	Gravas y arenas	
3	63	88	1110	Roca meteorizada	
4	14	102	105	Arena fina y grava	
5	78	180	275	Calizas con intercalaciones de lutitas	

El modelo del SEV 2 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 2 y Ver anexo 1 con el pre diseño del pozo. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 57 Ohm-m y espesor de 1.0 metro. La capa (2) con un espesor de 24.0 metros, tope a tres metros y resistividad de 389 Ohm-m, se interpreta como Gravas y arenas. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Roca meteorizada (3) con resistividad de 1110 Ohm-m, tope a los 25.0 metros

y espesor de 63. Luego se interpreta una capa Arenas fina y grava (4) con una resistividad de 105 Ohm-m, espesor de 14 metros y tope a los 88 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Caliza con intercalaciones de lutitas , con una resistividad de 275 Ohm-m, tope a los 102 metros y espesor de 78 metros.

Figura 10. Columna estratigráfica SEV 2



11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe recordar que la geofísica y la tomografía es un método económico y rápido para analizar las estructuras del subsuelo, en donde se puede obtener perfiles de resistividad de las formaciones, que se relacionan con ciertas características de las rocas, pudiéndose identificar algunas tendencias. Por esta razón siempre es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones exploratorias y correlacionarlas con sondeos y perfiles para que de esta manera se pueda tener información más exacta de la geología subterránea del sector.(*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

El estudio geoeléctrico es un método de análisis indirecto, el cual a través de la toma lecturas de resistividad eléctrica y su posterior interpretación mediante un software, el cual se usa para determinar de manera aproximada la litología presente en el área de estudio, más no para establecer el caudal de explotación del recurso hídrico subterráneo que puede brindar un pozo profundo en dicha área.

Geológicamente la zona de estudio, está conformada por formaciones como: Depósitos aluviales y formación payande.

De acuerdo con el modelo Geoeléctrico obtenido del **SEV-1** se presenta una **(1)** zona de posible descarga de acuíferos para la extracción de agua subterránea, que se correlacionan con las unidades geoeléctrica, geológicas e hidrogeológicas, esta se presenta aproximadamente entre los 100 hasta 120 metros de profundidad.

Se recomiendo perforar un pozo hasta una profundidad de 120 metros, en la Vereda Mesa de Aguayo.

De acuerdo con los resultados obtenidos de la lectura de campo del **SEV-1** el espesor del acuífero y las formaciones geológicas encontradas en el área de estudio, se elabora el

prediseño de un pozo exploratorio de (120) metros de profundidad, en diámetro de seis (6”) pulgadas, con tubería ciega noventa (90) Metros de tubería ciega y setenta (70) metros de tubería ranurada, esto con el fin de tener un mejor caudal y aprovechar las condiciones litoestratigráficas.

Esta perforación se llevará a cabo hasta la profundidad de aproximada de 12 metros con un radio de 225 metros de influencia de los SEV realizados en el predio. La profundidad y el diámetro de tubería a utilizar en la construcción del pozo, dependerá según la formación o fallas geológicas encontradas en el área de estudio, es decir, dependiendo del potencial de aporte hídrico de las muestras obtenidas a una profundidad de x y de la formación y su dureza, se decidirá si es viable perforar metros adicionales o completar el pozo. (*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

12 REFERENCIAS

INGEOMINAS. (1993). *Estudio geológico-geotécnico e identificación de amenazas geológicas en 20 cabeceras municipales del departamento del Tolima: Chaparral* [Informe técnico]. Servicio Geológico Colombiano. Disponible en: https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13314

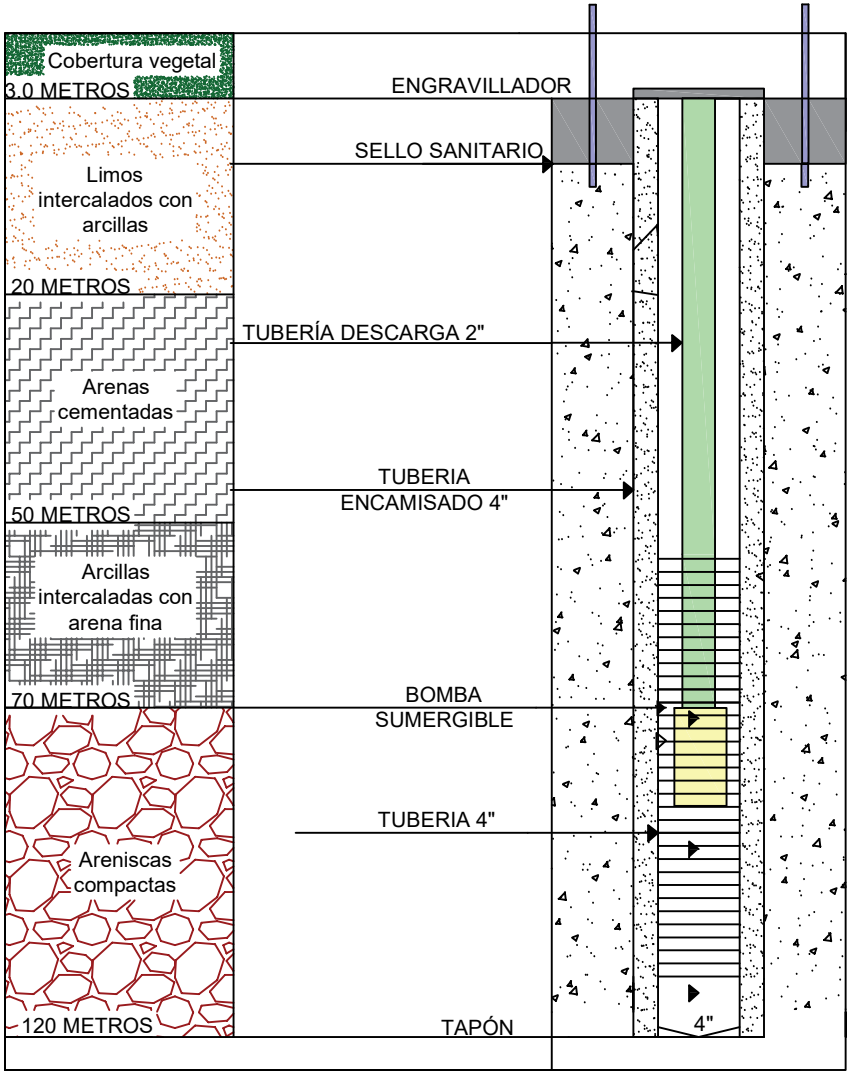
Valdivieso Bohórquez, G. E. (2019). *Sedimentología y mineralogía de la Formación Payandé en el sector Quebrada Copete en Chaparral, Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76932

Valdivieso Bohórquez, G. E., & Moreno Murillo, J. C. (2020). Evaluación del sistema cárstico Copete-Tuluní, municipio de Chaparral (Tolima, Colombia). *Revista Luna Azul, 50*(1), 196-221. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8502724

Cortolima. (s. f.). *Corporación Autónoma Regional del Tolima*. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de https://www.cortolima.gov.co

ANEXO 1

DISEÑO POZO



CONVENCIONES

FILTRO
TUBERÍA CIEGA
EMPAQUE
GRAVILLA
SELLO SANITARIO

JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

DISEÑO POZO

Municipio: Chaparral
Departamento: Tolima
Profundidad de perforación: 120 metros
Diámetro del pozo: 4 pulgadas

Convenciones

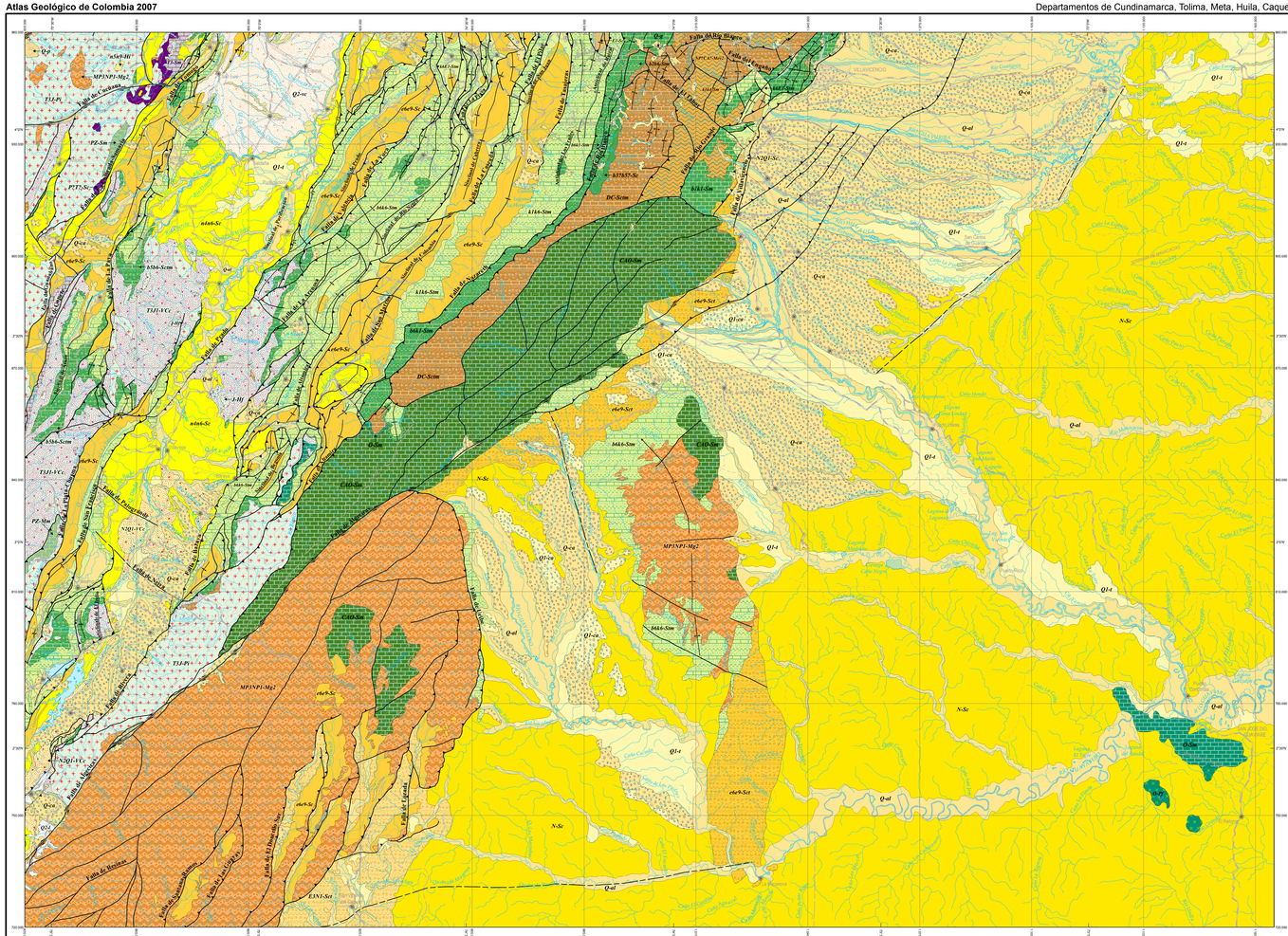
SIN ESCALA

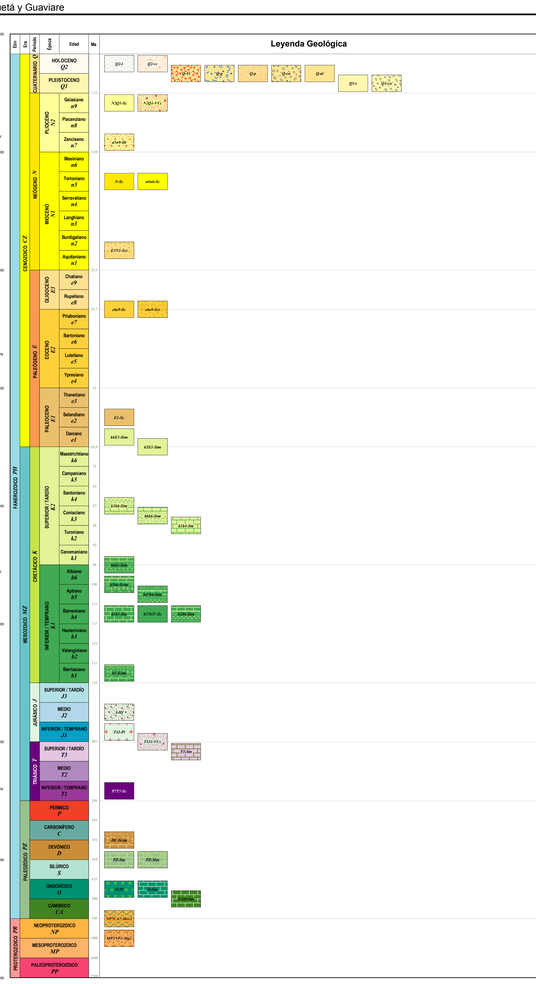
SEPTIEMBRE

Plano número: 1

ANEXO 2

MAPA GEOLÓGICO





Descripción

Q2-al: Depósitos aluviales.
Q2-vc: Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica.
Q-Kf: Andesitas porfíricas.
Q-g: Depósitos glaciares.
Q-pc: Depósitos de cenizas y tapiti de composición andesítica.
Q-vac: Abanicos aluviales y depósitos coluviales.
Q-al: Depósitos aluviales y llanuras aluviales.
Q1-t: Terrazas aluviales.
Q1-vac: Abanicos aluviales disectados.
N-Sc: Conglomerados de bloques a guijos con intercalaciones de arcillas y arenitas de grano fino a grueso.
N-Sc(-V-Cv): Arenitas feldespáticas y líticas, arcilitas y conglomerados con abundantes trozos de andesitas y dacitas.
mTeA-Sc: Porfidos andesíticos y dacíticos.
N-Sc: Conglomerados y arenitas poco consolidadas con matriz ferruginosa y arcillosa.
mTeA-Sc: Arenitosas líticas con intercalaciones de arcilolitas de color gris-verdosos y conglomerados.
E3-Sc: Arcilitas rojizas, arenitas líticas, e intercalaciones de conglomerados ferruginosos. Presenta vetillas de yeso y capas de carbón.
eNeN-Sc: Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcilolitas.
eNeN-Sc(-Scm): Arenitas de grano fino a conglomeráticas, interestratificadas con arcilolitas y limolitas. Ocasionales lentes de hierro oolítico y carbón.
E1-Sc: Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas arenosas.
kkE1-Sm: Arcilolitas rojizas con intercalaciones de cuarcoarenitas de grano fino. Localmente niveles de carbón a la base.
kTcT-Sm: Cuarcoarenitas de grano fino a conglomeráticas, intercaladas con lodolitas, limolitas y arcillolitas de color gris oscuro.
k1Ls-Sm: Shales, calizas, fosforitas, chert y cuarcoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy; facies más arenosas al sur.
k4Ls-Scm: Shales, calizas, arenitas, chert y fosforitas.
k1Ls-Scm: Lodolitas grises con intercalaciones medianas de calizas, cuarcoarenitas y lentes delgados de carbón.
k4Lt-Sm: Cuarcoarenitas de grano grueso a conglomeráticas con niveles de lodolitas grises y lentes de carbón.
k1Ss-Scm: Conglomerados rojizos, arenitas feldespáticas y arcilolitas abigarradas; cuarcoarenitas, calizas y shales; en el tope cuarcoarenitas glauconíticas y ferruginosas.
kvTsN-Sm: Cuarcoarenitas, al tope glauconíticas o ferruginosas; parte media con intercalaciones de arcillolitas.
k1Ls-Sm: Arcilolitas y limolitas negras con intercalaciones menores de arenitas y calizas. Segmentos de cuarcoarenitas de grano fino a grueso y conglomerados.
kTcN-Sm: Cuarcoarenitas y cuarcoarenitas conglomeráticas.
k2Ss-Sm: Shales calcáreos o silíceos, chert, cuarcoarenitas y arenitas líticas, conglomerados gradados y calizas arenáceas.
k1-Scm: Conglomerados y brechas; arenitas de grano fino a conglomeráticas; calizas arenomarmóreas e intercalaciones de lodolitas negras.
J-Kf2: Pórfidos dacíticos y andesíticos.
TJJ-Pz: Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarcomonzonitas a cuarzodioritas.
TJJ(-V-Cv): Tobas, aglomerados y lavas, ocasionalmente intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas (Formación Saldaña).
TJ-Sm: Calizas interestratificadas con arcilolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas (Formación Payandé).
PTrT-Sc: Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas (Formación Luisa).
DC-Scm(-Sc): Cuarcoarenitas, arcilolitas, lodolitas grises, y ocasionalmente calizas y conglomerados.
PZ-Sm: Pizarras, filitas y limolitas micáceas, intercaladas con cuarcoarenitas ocasionalmente micáceas.
PZ-Mm: Mármoles con intercalaciones menores de cuarcitas.
O-PZ: Sienita nefelínica (Sienita Nefelínica de San José del Guaviare).
O-Sm: Lodolitas, shales, limolitas silíceas, metalimolitas, metarenitas feldespáticas y cuarcoarenitas con niveles de chert negro.
C-k1Ls-Sm: Filitas y pizarras que alternan con cuarcoarenitas y arenitas líticas (Grupo Guejar).
NPYC-k1-Mm(-): Esquistos grafíticos, cuarcomoscoviticos, dioríticos y anfibolíticos; filitas, cuarcitas, mármoles y serpentinitas.
MP1NP1-Mg2: Neises cuarcofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortoneises, cuarcitas y mármoles.

Codificación de las Unidades Cronoestratigráficas del Atlas Geológico de Colombia

MP3NP1-Mg2

EDAD[1] + LITOLOGÍA + PROVINCIA

Mesoproterozoico-Neoproterozoico | Metamórfica en facies granulita | PLCMG

[1] Para las edades se acoge la International Stratigraphic Chart (IUGS, 2000)

Criterios Litológicos de Codificación

Litología	Rocas	Ígneas	Tipo de roca ígnea	Volcanitas (V)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m)
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Hipoabisales (Hi)	Composición	× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Plutónicas (P)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m), -
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
		Volcanoclásticas (V-C)			Ambiente	× Continental (c)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
		Sedimentarias (S)			Ambiente	× Continental (c)
						× Transicional [2] (t)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
						× Continental-Transicional [2] Marino (ctm)
						× Transicional [2] Marino (tm)
		Metamórficas (M)	Tipo de metamorfismo	Regional	Facies metamórficas	× Facies subesquisto verde (sev)
						× Facies esquisto verde (ev)
						× Facies anfibolita (a)
						× Facies granulita (g)
						× Facies eclogita (ecl)
						× Facies esquisto azul (ea)
						× Mármoles [3] (m)
				Dinámico (d)	Protolito	× Sedimentario (s)
		Depósitos	Tipo de depósito			× Aluvión (al)
						× De terraza (t)
						× De abanico (ca)
						× Paludal (l)
						× Morrénico (g)
						× De caída de cenizas (p)
						× De dunas (e)
						× De costas (m)
						× Vulcanoclástico (vc)

[2] Como de ambiente transicional se consideran llanuras deltáicas, pantanos costeros, llanuras intermareales y abanicos costeros.
[3] Rocas que ocurren en varias facies de metamorfismo.

Provincias Geológicas de Colombia

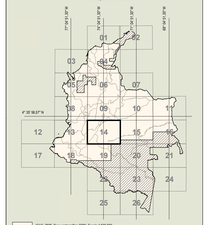


1 Provincia Litosférica Continental Paleoproterozoica Amazónica-**PLCPA**
2 Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana-**PLCMG**
3 Provincia Litosférica Oceánica Neoproterozoica? Arquía-**PLONA**
4 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental-**PLOCO**
5 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica de La Guajira-**PLOCG**

Convenciones Geológicas

- Falla
- Falla inferida
- Falla cubierta
- Falla de rumbo dextral
- Falla de rumbo dextral cubierta
- Falla de rumbo sinestral
- Falla de rumbo sinestral cubierta
- Falla inversa o de cabalgamiento
- Falla inversa o de cabalgamiento cubierta
- Falla normal
- Falla normal inferida
- Falla normal cubierta
- Lineamiento
- Anticlinal
- Anticlinal cubierto
- Anticlinal con cabeceo
- Anticlinal con doble cabeceo
- Anticlinal con flancos invertidos
- Anticlinal volcado
- Anticlinal volcado con cabeceo
- Sinclinal
- Sinclinal cubierto
- Sinclinal con cabeceo
- Sinclinal con doble cabeceo
- Sinclinal volcado
- Sinclinal volcado cubierto
- Sinclinal volcado con cabeceo
- Volcán

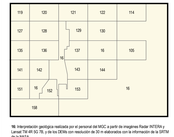
Mapa Índice



ISAC, 2006. Base cartográfica IGAC. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

ISAC, 2003. Mapa Digital Integrado de Colombia MGI. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

Fuentes de Información



1B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
2B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
3B. GEOPHOTO SERVICES, Inc. 1985. Geologic map farea area. Escala 1:50.000. Bogotá.
4B. Segura, A. & Ramoni, G. 1963. Geología del Cuadrángulo I. CI Medina. Escala 1:200.000. INGEOMINAS. Ibagué.
5B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
6B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
7B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
8B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
9B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
10B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
11B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
12B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 285. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
13B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 304. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
14B. Ferreira, P., Núñez, A. & Rodríguez, M.A. 1996. Geología de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
15B. Acosta, J. & Osorno, J.F. 1998. Geología de la Plancha 324 Tello. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
16B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 325. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
17B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 326. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
18B. Velandia, F., Morales, C.J., Caicedo, J.C. & Núñez, A. 1999. Geología de la Plancha 343 Garzón. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
19B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
20B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
21B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
22B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
23B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
24B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
25B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.

Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS
Servicio Geológico

ATLAS GEOLÓGICO DE COLOMBIA 2007

Jorge Gómez Tapias, Álvaro Nivia Guevara, Nohora Emma Montes Ramírez, Diana María Jiménez Mejía, María Janeth Sepúlveda Ospina, Tatiana Gaona Narváez, Jairo Alonso Osorio Naranjo, Hans Diederix, Myriam Mora Penagos y Martha Edith Velásquez David

Plancha 5-14

Escala 1:500.000

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50km

©
2007

Libertad y Orden
REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

CRÉDITOS:
Atlas Geológico de Colombia
Publicación digital generada con el Sistema de Información Georreferenciada-SIGER del Instituto Colombiano de Geología y Minería-INGEOMINAS, desarrollado en ArcGIS 9.1-ArcSDE 9.1sobre Oracle 10g.

Conceptualización y diseño SIGER: INGEOMINAS (Berenice Galan Cadena, Jorge Gómez Tapias)
Desarrollo y programación SIG: Unión Ltda.
Diseño template: Jorge Gómez Tapias
Diseño cartográfico: GeoNova E.U.

CITA RECOMENDADA
Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Jiménez, D.M., Sepúlveda, M.J., Gaona, T., Osorio, J.A., Diederix, H., Nivia, M. & Velásquez, M.E., compiladores, 2007. Plancha 5-14 del Atlas Geológico de Colombia 2007. Escala 1:500.000. INGEOMINAS. Bogotá.

PARAMETROS CARTOGRÁFICOS
Proyección Transversa de Mercator
Esferoide Internacional 1909
Datum WGS 84
Datum horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá, S.C.
Datum vertical: Nivel medio del mar, Buenaventura
Origen de coordenadas geográficas: 74° 04' 51.30" W 4° 35' 56.57" N
Falso origen (coordenadas planas, metros): X = 1.000.000 Y = 1.000.000

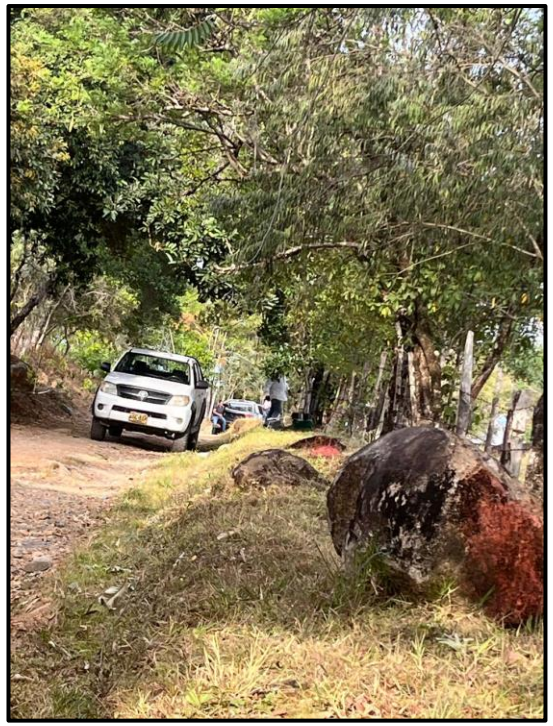
ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO

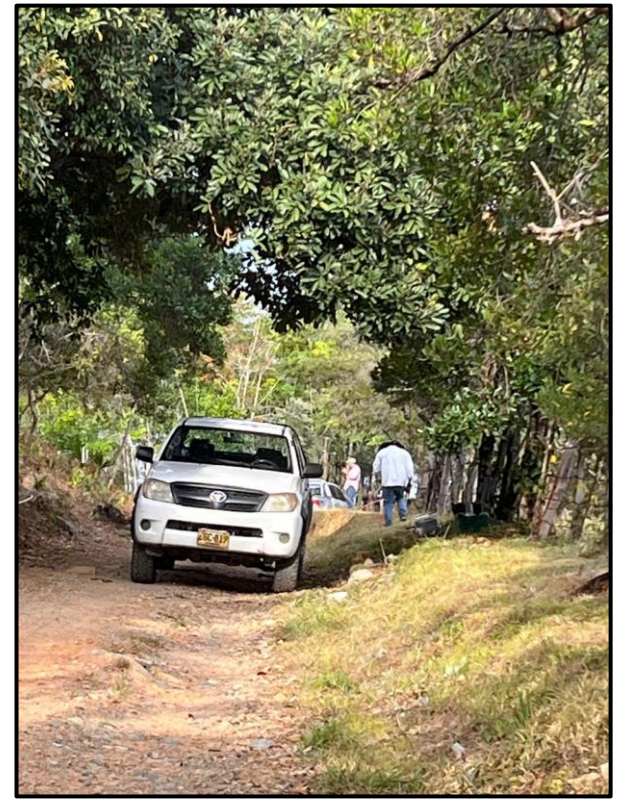












ANEXO No. 04 INFORME GEOELECTRICA VEREDA SAN MIGUEL



INFORME FINAL

ESTUDIO GEOELÉCTRICO

2025

ESTUDIO GEOELÉCTRICO REALIZADO PARA ESTABLECER LA EXISTENCIA DE AGUA SUBTERRÁNE EN LA VEREDA SAN MIGUEL, UBICADO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL-TOLIMA

ELABORADO POR:

JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

CHAPARRAL – TOLIMA

2025

Contenido

1 RESUMEN 5
2 INTRODUCCIÓN 6
3 OBJETIVOS 7
3.1 Objetivos específicos 7
4 UBICACIÓN 8
5 ÁREA DE ESTUDIO 9
5.1 Clima 10
5.2 Precipitación 10
5.3 Temperatura 10
5.4 Hidrografía 10
5.5 CONCEPTOS 13
5.6 Sondeo Eléctrico Vertical 13
5.6.1 Método Schlumberger 13
5.6.2 Resistividad Eléctrica 15
5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger 17
5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales 18
5.9 Procedimiento para la recolección de datos 19
5.10 Procesamiento de datos e interpretación 20
5.11 Datos de campo 20
5.12 Ejecución de los trabajos 20
6 INTERPRETACIÓN SEVS 22
6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2 22
6.1.1 Geología y morfología 23
7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO 25
7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 25
8 GEOMORFOLOGIA 28
9 HIDROGEOLOGÍA 33
10 ANÁLISIS DERESULTADOS 36
10.1 Análisis SEV 1 37
10.1.1 Curva de resistividad SEV 1 37
10.1.2 Curva de resistividad SEV 2 39
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

12 REFERENCIAS 43

1 RESUMEN

Los resultados obtenidos en el Estudio Geo eléctrico realizado, nos muestran el modelo representativo geológico del subsuelo, que especifica las capas del subsuelo con espesores y la continuidad de las variables.

La hidrología juega un papel muy importante en este estudio, las condiciones hidrogeológicas permitirán conocer la factibilidad de las zonas favorables para la acumulación de agua infiltradas dentro de los niveles de porosidad primaria o secundaria.

Las aguas subsuperficiales en la zona dependen las precipitaciones que por medio de la infiltración lograr acumular grandes cantidades de agua subterránea, otro aporte importante para este tipo de agua es las corrientes provenientes de las zonas montañosas.

Por medio de los SEV se obtendrá las características hidrológicas, geológicas, recargas, entre otras que permitirán establecer las condiciones óptimas para el desarrollo del proyecto.

2 INTRODUCCIÓN

Este estudio se realiza con el fin de establecer las condiciones para perforar con éxito un pozo profundo, que permita explotar los recursos de agua potable subterránea de esta zona.

En el municipio de Chaparral-Tolima se requiere la construcción de un pozo profundo que suministre agua en la vereda San Miguel, por lo que se realizó un estudio geo eléctrico que permite el análisis e interpretación de las capas que conforman el subsuelo. Para esto se definieron dos zonas en donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales (SEV), que se distribuyeron de forma estratégica para la obtención de una buena información como: unos aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos permiten definir la localización del pozo.

Se realizó un estudio Geo eléctrico por medio de (2) Sondeos Eléctricos Verticales abarcando áreas de hasta 225 metros de extensión. La información obtenida de los espesores y resistividades del modelo detallado, establece la posibilidad de construir un pozo a una profundidad determinada en el estudio (VER ANEXO 1), la cual puede incluir dentro del espesor cortado por la perforación exploratoria, varias zonas de acuíferos aprovechables.

Las resistividades obtenidas en campo, hace posible localizar zonas saturadas que aporten caudal requerido. Por otro lado, la interpretación del Sondeo Eléctrico Vertical y la evaluación de las condiciones geológicas existentes en la zona de estudio, permitiendo identificar las formaciones geológicas permeables, aumentando la capacidad de almacenamiento de agua, la cual se puede aprovechar de manera sostenible. Igualmente, esta información obtenida en los Sondeos Eléctrico Vertical, al ser relacionada con la geología de la zona permite determinar espesores y características físicas de estas rocas. La información litológica de la zona nos muestra el potencial de los acuíferos del área de estudio.

3 OBJETIVOS

Identificar las condiciones litológicas, geológico e hidrológicas de la zona aprovechables para el abastecimiento de agua en la vereda San Miguel en el municipio de Chaparral- Tolima.

3.1 Objetivos específicos

- Localizar los niveles permeables saturados, con el fin de ubicar el pozo profundo para la extracción de agua subterránea en la vereda San Miguel , Municipio de Chaparral-Tolima.
- Definir parámetros como espesor, resistividad de las rocas existentes en el subsuelo.
- Realizar la correlación geológica-geofísica de los materiales.
- Elaborar un pre diseño óptimo para el proyecto según la información obtenida

4 UBICACIÓN

Chaparral es un municipio colombiano ubicado en el sur del departamento del Tolima, en la región andina del país, a una altitud aproximada de 854 m s. n. m.; limita al norte con los municipios de Rioblanco, San Antonio y Rovira, al oriente con Coyaima y Natagaima, al sur con Ataco y Planadas, y al occidente con el departamento del Valle del Cauca, conformando un extenso territorio de transición entre la cordillera Central y el valle del Magdalena.

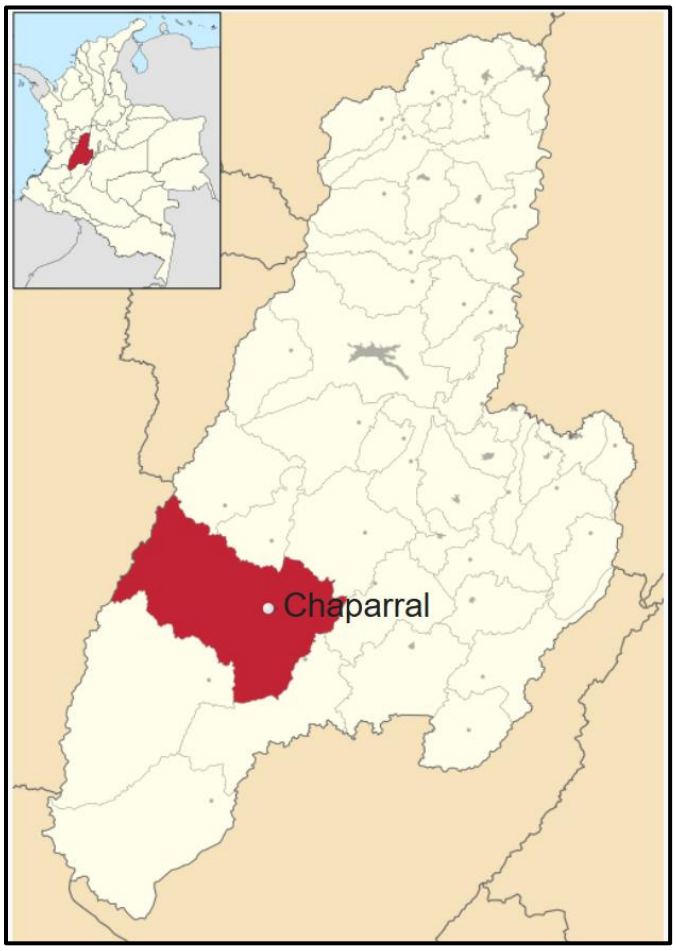
Figura 1. Ubicación municipio de Chaparral– Tolima



5 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca parte del municipio de Chaparral departamento de Tolima, Colombia. El estudio fue realizado en la vereda San Miguel. El municipio ocupa un área 2124 km2. ubicado sobre las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes Colombianos, entre 3°43′25″N 75°29′05″O

Figura 2. Ubicación área de estudio



5.1 Clima

El municipio de Chaparral presenta un clima predominantemente cálido-húmedo en las zonas bajas y templado en áreas de mayor altitud, debido a su ubicación en el macizo colombiano y su variada topografía. Esta diversidad de pisos térmicos permite el desarrollo de diferentes actividades agrícolas y ecosistemas naturales, convirtiéndolo en un territorio con gran riqueza ambiental

5.2 Precipitación

Chaparral se caracteriza por tener una alta pluviosidad, con un régimen bimodal de lluvias que se concentra principalmente en los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Las precipitaciones promedio oscilan entre 1.800 y 2.500 mm anuales, lo que garantiza abundancia hídrica, aunque en algunos sectores rurales las lluvias intensas generan deslizamientos e inundaciones.

5.3 Temperatura

La temperatura en Chaparral varía según la altitud, pero en promedio se mantiene alrededor de los 24 °C en la cabecera municipal. En las partes más bajas puede superar los 28 °C, mientras que en las zonas altas, especialmente hacia los páramos y montañas, puede descender por debajo de los 15 °C, ofreciendo una marcada diferencia térmica en su territorio.

5.4 Hidrografía

- **Ubicación hidrográfica y contexto general**

Chaparral se localiza dentro del macizo colombiano, una de las principales estrellas fluviales de Sudamérica, lo que lo convierte en un territorio estratégico en la producción y regulación de agua. Su geografía montañosa y la variedad de pisos térmicos permiten el

nacimiento de múltiples ríos, quebradas y manantiales que abastecen no solo a las comunidades locales, sino también a otros municipios y cuencas del sur del Tolima.

- **Principales** ríos

Entre los afluentes más destacados se encuentra el río Amolla, de gran relevancia por su aporte al consumo humano, riego agrícola y la generación hidroeléctrica en el proyecto Amoyá-La Esperanza. También sobresalen el río Ambeima, que constituye un importante corredor de biodiversidad; el Mendarco e Irco, que sostienen la vida rural y la producción agrícola; el río Anamichú, que discurre en zonas montañosas y abastece acueductos veredales; y el río Saldaña, que recibe caudales significativos desde el territorio chaparraluno y tributa directamente al río Magdalena.

- **Quebradas y nacederos**

Además de los grandes ríos, existen numerosas quebradas como Tuluní, La Virgen, Irco Arriba y La Cumbre, junto con una red de nacederos distribuidos en áreas de montaña. Estas fuentes son vitales para los acueductos rurales y para el sostenimiento de la caficultura, el plátano, la caña panelera y otros cultivos de importancia económica.

- **Usos del recurso hídrico**

El agua cumple múltiples funciones en el municipio: abastecimiento de consumo humano y doméstico, riego agrícola, generación de energía renovable mediante el proyecto hidroeléctrico Amoyá-La Esperanza, preservación de ecosistemas estratégicos y soporte al turismo de naturaleza, en especial en cascadas, balnearios naturales y zonas de alta biodiversidad.

- **Problemáticas y desafíos ambientales**

La abundancia hídrica de Chaparral enfrenta presiones derivadas de la deforestación en zonas de recarga, la contaminación por prácticas agropecuarias, el riesgo de crecientes súbitas debido a las lluvias intensas y la presión sobre nacederos y quebradas menores, que en muchos casos carecen de protección adecuada de sus rondas hídricas.

- **Importancia estratégica**

La riqueza hidrográfica del municipio no solo es un pilar para su desarrollo económico y social, sino que también constituye un aporte fundamental al río Magdalena, eje fluvial de Colombia. Su adecuada gestión es esencial para garantizar la sostenibilidad hídrica, energética y ambiental del Tolima y del país en general.

5.5 CONCEPTOS

5.6 Sondeo Eléctrico Vertical

5.6.1 Método Schlumberger

Un Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) consiste en medir desde la superficie, la resistividad aparente por medio de la inyección de corriente y las diferencias de potencial en puntos situados sobre una recta, que se alejan del centro O del dispositivo, en forma progresiva y regular, a intervalos de escala logarítmica. Se configura con dos electrodos de corriente (A y B) y dos electrodos de potencial (M y N). (Ver figura 3) El espaciamiento de los electrodos de corriente (AB/2) se define como la mitad de la distancia entre estos nodos de inyección de corriente en el subsuelo, y el espaciamiento (MN/2) como la media distancia entre los electrodos M y N que miden el potencial inducido por el flujo de la corriente entre los nodos A y B. La relación:

Ecuación 1. Resistividad

$$Ra = K\,\Delta\frac{V}{I}$$

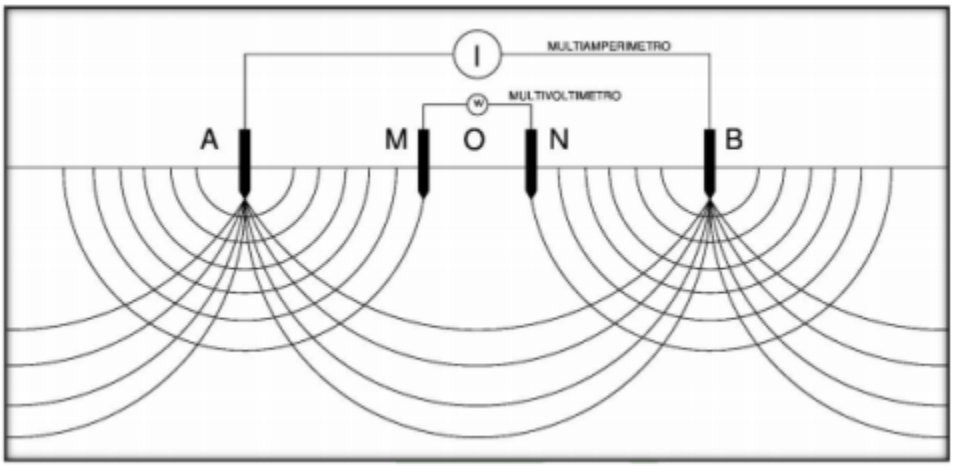
permite calcular la denominada resistividad aparente del terreno Ra asignada a una profundidad que es mayor cuanto mayor sea la distancia entre los electrodos AB. El facto K es una constante, que depende de la disposición geométrica de los electrodos. En el caso del llamado dispositivo Schlumberger (en el que los cuatro electrodos están alineados y la distancia MN es muy pequeña respecto de la distancia AB) la constante viene dada por:

Ecuación 2. Constante K

$$K = \frac{\pi}{MN}\left[\left(\frac{AB}{2}\right)^2 * \left(\frac{MN}{2}\right)^2\right]$$

La resistividad así calculada se denomina aparente porque sería la correspondiente a un subsuelo homogéneo e isótropo.

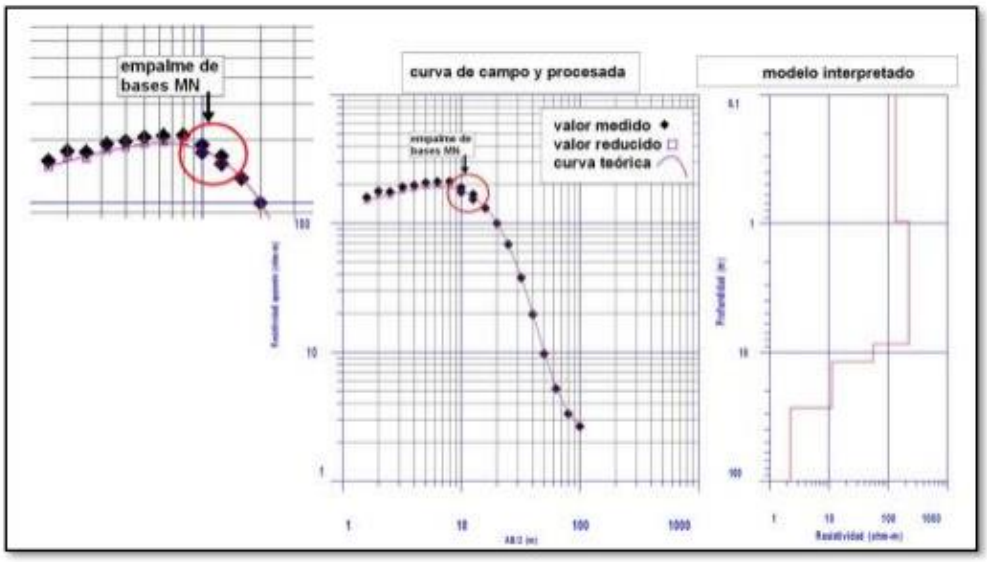
Figura 3. Esquema de un dispositivo Schlumberger para un SEV



Para efectuar un SEV se va aumentando la distancia AB a fin de ir obteniendo valores de resistividad aparente a profundidades crecientes, manteniendo constante la distancia MN. La diferencia de potencial entre los electrodos MN va disminuyendo al aumentar la distancia AB, por lo que a partir de un determinado momento es necesario aumentar la distancia MN a fin de que el valor medido esté dentro de la resolución instrumental. (Luís & Torres, 2012)

A la secuencia de los valores AB/2 resistividad aparente representados en escala logarítmica se la denomina “curva de campo” de un SEV (Figura 3). Los valores de resistividad obtenidos en los cambios de base son normalmente distintos, por lo que se produce un desplazamiento de la curva, que es necesario corregir antes de efectuar el proceso de inversión. Esta corrección consiste en desplazar los valores la magnitud dada en el empalme, para lo que pueden seguirse varios criterios; en el ejemplo de la Figura 3 se ha dejado fijo el tramo posterior al empalme, obteniendo los valores que hemos denominados “reducidos” para el primer segmento. (Luís & Torres, 2012)

Figura 4. Curvas datos de campo de un SEV (ejemplo)



La inversión de la curva de campo permite obtener el modelo de distribución de la resistividad del subsuelo en función de la profundidad (Luís & Torres, 2012). Este proceso, como en todos los métodos geofísicos, consiste básicamente en encontrar una distribución de capas del subsuelo cuya potencia y resistividad de lugar a una curva teórica AB/2 resistividad igual a la medida en campo.

5.6.2 Resistividad Eléctrica

Si el subsuelo está compuesto por un medio infinitamente espeso, homogéneo e isotrópico, o sea con materiales de la misma textura y propiedades físicas, entonces la resistividad calculada será la resistividad verdadera de ese medio (la Tierra). De otra manera, la resistividad calculada se denomina "Resistividad Aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

En general, para un medio heterogéneo, la resistividad aparente depende de la geometría, del espaciamiento y de la orientación del arreglo de electrodos del dispositivo de medición (Schlumberger de 4 electrodos), siendo afectada por cambios laterales en el terreno (fallas,

fracturas), y dependiendo en un alto porcentaje de la distribución espacial de materiales rocosos con resistividades eléctricas diferentes, causadas por cambios en su porosidad, permeabilidad, dureza y saturación de humedad. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Un estimativo de la verdadera Resistividad de los materiales rocosos que componen el subsuelo a diferentes profundidades es calculado a partir de las resistividades aparentes leídas usando diferentes espaciamientos y arreglos electrónicos (Schlumberger, Wenner, Polo Dipolo, etc.), para los cuales existe un software muy completo, diseñado para interpretar curvas de campo obtenidas con varios arreglos de electrodos. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Figura 5. Valores resistividad eléctrica de diferentes rocas y minerales

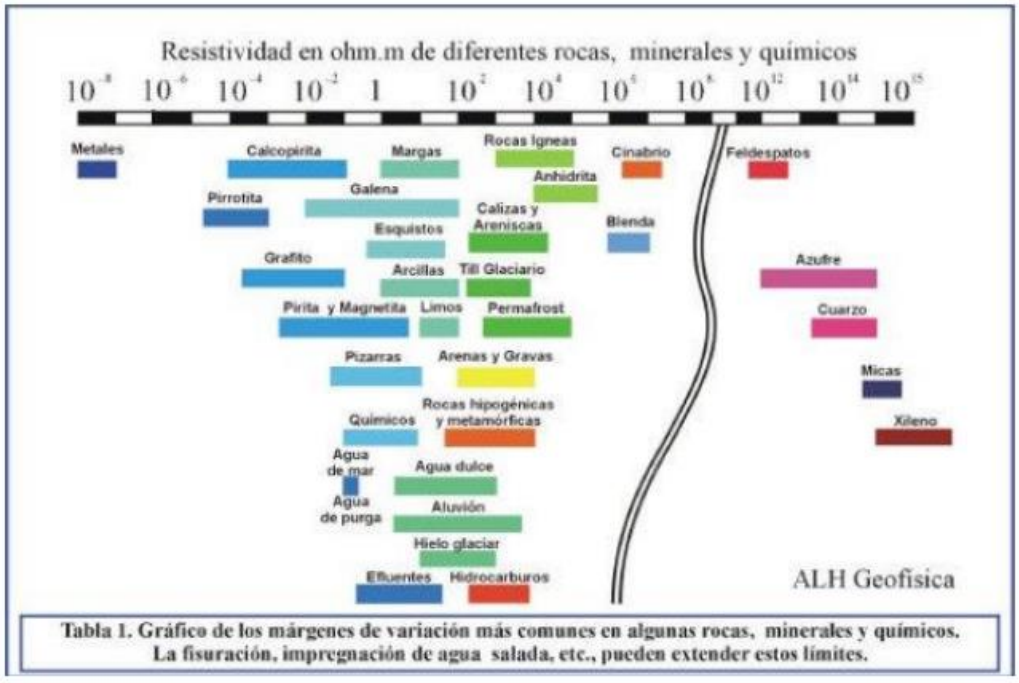
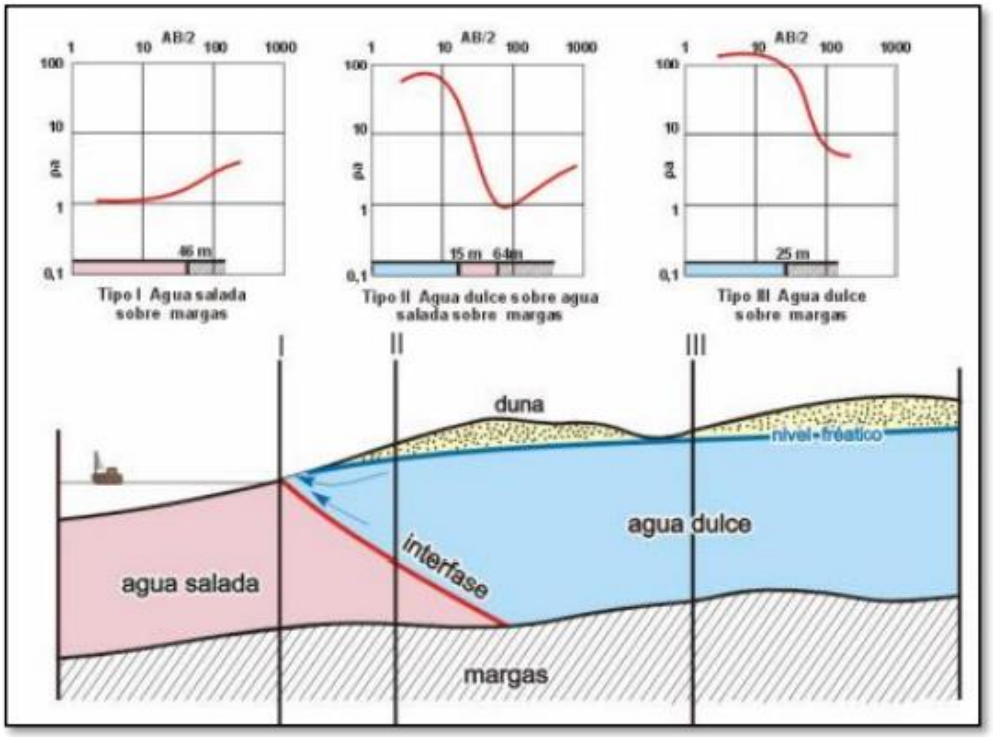


Tabla 1. Gráfico de los márgenes de variación más comunes en algunas rocas, minerales y químicos. La fisuración, impregnación de agua salada, etc., pueden extender estos límites.

Un ejemplo práctico del resultado del software para las resistividades eléctricas de diferentes rocas y minerales:

Figura 6. Sección eléctrica



El software de interpretación de estos datos geofísicos hace los ajustes necesarios para comparar la curva de campo con las curvas teóricas calculadas para diferentes algoritmos por varios autores (Orellana, Zhody, Bobachev y otros). Esta comparación, genera uno o varios modelos detallados de 4, 5 o 6 capas, y espesores y/o profundidades, los cuales se analizan cuidadosamente, seleccionando el mejor ajustado a las condiciones existentes en profundidad bajo la superficie de los dos pozos. O sea, que es representativo de los diferentes niveles rocosos que se encuentran realmente en el subsuelo, y es correlacionable con la geología local. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger

Para hacer un sondeo con el arreglo Schlumberger, la distancia entre los electrodos de corriente (A y B) se aumenta a partir del centro del dispositivo, como una sucesión de incrementos logarítmicos casi iguales (usualmente a la rata de 6 puntos por década), y la

resistividad aparente es calculada en cada espaciamiento de electrodos por medio de una ecuación que calcula este parámetro. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La distancia entre los electrodos de potencial (M y N), se mantiene fija para una serie de espaciamientos sucesivos de los electrodos de corriente (A y B). Este espaciamiento se interrumpe periódicamente, luego, la distancia entre los electrodos de potencial se aumenta, y la resistividad aparente se recalcula en este punto o empalme, para luego continuar expandiendo los electrodos de corriente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

El propósito de aumentar periódicamente la distancia entre los electrodos de potencial es para mantener un adecuado nivel de señal (milivoltios) entre los electrodos M y N, que sea significativa para calcular la Resistividad aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La condición que (AB/2) sea más grande que, o igual a 5 veces (MN/2) se debe mantener para aproximarse adecuadamente a la medición del campo eléctrico (que es el gradiente del potencial eléctrico) al centro del arreglo de electrodos.

5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales

La interpretación de una curva de un Sondeo Eléctrico Vertical, consiste en encontrar un modelo detallado del subsuelo, compuesto por materiales con diferentes resistividades y espesores y/o profundidades, de manera que la curva calculada para el modelo coincida con la curva de campo. Este modelo es sólo uno entre muchos otros que producen curvas de sondeos que también se ajustan con poco error a la curva obtenida en el campo. Esta similitud de modelos se conoce como “Equivalencia”. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La capacidad de análisis del intérprete, y las restricciones impuestas por la geología del área, basadas en resistividades típicas para ciertos tipos de rocas, ayudan mucho en eliminar muchos modelos matemáticamente equivalentes, y muy alejados de la naturaleza de las verdaderas unidades geológicas que se encuentran en el subsuelo (Ejemplos: Areniscas, por arcillas secas, basamento impermeable, rocas impermeables como acuíferos, espesores irreales, Resistividades muy altas o bajas, etc.).(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.9 Procedimiento para la recolección de datos

La curva del sondeo se grafica en el campo sobre un papel logarítmico log-log 3X3, y los datos de corriente (I) y potencial (mV) se anotan en una cartera especial, calculando la resistividad aparente de cada estación al hacer las mediciones sobre una línea de sondeo.

Se utiliza este sistema para identificar y corregir errores hechos por el operador o los ayudantes que manejan los cables, lo mismo que identifica el ruido geológico generado por cercas eléctricas o líneas de alto voltaje, también se detectan fugas de corriente o daños en el equipo. Se utilizan modernos equipos digitales para corriente continua DC, con sensibilidad en el rango de microvoltios y miliamperios, de alta impedancia de entrada, buena eliminación de ruido, y fuentes reguladas de alto voltaje hasta 800v DC, que generan un campo primario muy potente, con excelente resolución en casi todo tipo de terreno, Varillas de acero inoxidable # 304 se utilizan para los electrodos de corriente y potencial, que se conectan por cables de calibre No.12, especiales para estudios geofísicos.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.10 Procesamiento de datos e interpretación

La curva de campo se suaviza si es necesario, eliminando puntos fuera de continuidad, y digitalizándola por medio de 6 puntos igualmente espaciados en una década logarítmica, comenzando a partir del mayor valor de AB/2.

La razón de digitalizar la curva en 6 puntos igualmente espaciados por década, es para aumentar la velocidad de cálculo de varias curvas teóricas de sondeos, durante el proceso iterativo de ajuste (Zhody 1973). Los programas de interpretación aceptan curvas de campo o digitalizadas, y producen modelos detallados que se analizan, modifican y seleccionan para hacer la interpretación con el modelo que se considera más ajustado a las condiciones existentes en el subsuelo. El conocimiento de la geología del subsuelo es fundamental para obtener una aproximación acertada al modelo detallado y poder identificar zonas favorables con recursos de agua subterránea. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.11 Datos de campo

Las curvas de campo, AB/2, los valores de Resistividad y sus interpretaciones, son generados por medio de un software llamado IPI2WIN, este sirve para interpretar curvas de resistividades y polarización inducida, en una dimensión

5.12 Ejecución de los trabajos

El trabajo de campo se realizó en la vereda San Miguel, se realizó el 16 de septiembre de 2025, aprovechando las mejores áreas de la zona, en busca de recursos explotables de agua subterránea. Para las mediciones se utilizó un equipo de Resistividad de alta precisión, con lectura digital, con todos sus accesorios. Los sondeos fueron realizados por el grupo de trabajo de JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS, un personal capacitado.

Figura 7. Equipo utilizado



Durante el trabajo de oficina se evaluó la calidad de las curvas de campo, y luego de algunos ajustes (digitalización, suaviza miento) se hizo la interpretación de los datos obtenidos en el campo, con la ayuda de programas para el procesamiento de datos geofísicos, que producen un modelo detallado de espesores y resistividades, equivalente a una sección de capas o niveles rocosos que se halla realmente en el subsuelo, debajo del sitio del sondeo. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Esta actividad es complementaria a un reconocimiento detallado de la geología y morfología del área que se complementa con vistas satelitales del programa Google Earth, mapas geológicos del INGEOMINAS, e incluye un análisis del drenaje superficial, la topografía del relieve circundante al área seleccionada, y las zonas de recarga. La litología interpretada y su correlación con la geología existente en el subsuelo de la zona de estudio, se presentan en el capítulo 8 “Análisis de los Resultados”, donde también se hacen observaciones indicando las zonas de mayor saturación, para la evaluación de los niveles de agua localizadas dentro del modelo detallado, que se obtiene con el software de interpretación y se correlaciona con los datos sobre las condiciones geológicas existentes en el área donde se hizo el estudio geoeléctrico del subsuelo.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

6 INTERPRETACIÓN SEVS

Para este proyecto se realizaron 2 Sondeos Eléctricos Verticales para los cuales se tomó 1 punto por cada SEV, esto con el fin de obtener mejor información y abarcar todos los puntos necesarios para determinar la zona con mejores características geológicas e hidrológicas en beneficio del contratista. VER ANEXO 1

6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2

Figura 8. Ubicación SEV 1 Y SEV 2



Tabla 1. Coordenadas SEV 1- SEV2

	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		
No.	NORTE	OESTE	ALTITUD (m.s.n.m)
SEV - 1	3°42´29"	75°26´59"	792.9
SEV - 2	3°42´30"	75°27´00"	793.44

6.1.1 Geología y morfología

6.1.1.1 Depósitos Aluviales Cuaternarios (Qal)

En las planicies de inundación y terrazas de los ríos Amoyá, Tuluní, Cucuana y otras quebradas, se encuentran depósitos cuaternarios recientes. Estos sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, poco consolidados, que han sido transportados y depositados por la dinámica fluvial. Son los materiales más jóvenes del municipio y constituyen suelos fértiles, aprovechados para la agricultura. Además, reflejan los procesos geomorfológicos actuales de erosión y sedimentación.

6.1.1.2 Formación Barzalosa

Corresponde al Paleógeno tardío (Eoceno–Oligoceno) y se compone de conglomerados, areniscas y limolitas con intercalaciones de lutitas. Se originó en ambientes continentales dominados por ríos trenzados y abanicos aluviales, donde la energía del transporte era alta. Estos depósitos marcan una etapa de levantamiento y erosión intensa en la cordillera, cuando grandes volúmenes de material fueron arrastrados hacia las cuencas bajas. En Chaparral, aflora en colinas intermedias y conserva estructuras sedimentarias típicas de sistemas fluviales antiguos.

6.1.1.3 Grupo Honda

El Grupo Honda, del Mioceno (Neógeno), es famoso por su riqueza paleontológica en Colombia. Está constituido por lutitas grises y verdosas, areniscas finas a medias y conglomerados, depositados en ambientes continentales como planicies aluviales, lagunas y

sistemas fluviales meándricos. En Chaparral, aflora en varios sectores intermedios y bajos del relieve. Su importancia radica en que guarda evidencias fósiles que permiten reconstruir el ambiente selvático y húmedo que dominó esta región hace unos 12 millones de años.

6.1.1.4 Formación Caballos

La Formación Caballos es de edad Cretácica (Aptiano–Albiano). Está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas, intercaladas con lutitas y niveles carbonosos. Su origen se asocia a ambientes marinos someros y estuarinos que transicionaron hacia sistemas fluviales. En Chaparral, esta formación aflora en zonas vinculadas al valle superior del Magdalena, representando el registro de la transgresión marina que inundó gran parte del territorio colombiano durante el Cretácico.

6.1.1.5 Formación Payandé

Esta formación es de edad Triásico superior (Noriano–Rhaetiano). Se distingue por sus calizas biomicríticas y micríticas, con presencia de chert y niveles fosilíferos. Representa un ambiente marino somero en el cual se acumularon carbonatos en plataformas relativamente tranquilas. En Chaparral, aflora en sitios como la quebrada Copete, y constituye uno de los registros más antiguos del municipio. Su presencia evidencia la historia temprana de la apertura de cuencas sedimentarias durante la fragmentación de Pangea

7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO

7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Chaparral se inscribe en la zona de contacto entre la cordillera Central y el Valle Superior del Magdalena, por lo que su estructura es el resultado directo de la larga historia orogénica andina. Desde el Neógeno la región ha estado sometida a un régimen compresional derivado de la subducción de la placa de Nazca bajo Sudamérica; ese esfuerzo horizontal acumulado generó levantamiento, doblamiento y acortamiento cortical. El resultado es un mosaico de paquetes sedimentarios plegados y desplazados por cabalgamientos y fallas inversas, interrumpidos localmente por intrusivos ígneos que afloran como núcleos resistentes en los relieves.

Los pliegues y estructuras dobladas son frecuentes en las unidades sedimentarias que afloran en el municipio: las capas carbonáticas, areniscas y lutitas muestran pliegues con ejes subparalelos a la dirección general de la cordillera. A escala de mapa predominan anticlinales y sinclinales que controlan la orientación de valles y cerros; estos pliegues habitualmente están ligados a zonas de cizalla y a superficies de desplazamiento mayores donde se concentra el acortamiento. En muchos sitios los estratos doblados se fracturan y muestran fallas menores que reflejan distintas etapas del esfuerzo tectónico.

Las fallas de tipo inverso/thrust son estructuras de primer orden en el área: planos de cabalgamiento que emplacaron paquetes más jóvenes sobre secuencias más antiguas y que han sido responsables del emplazamiento diferencial de formaciones como las cretácicas sobre las neógenas. Además de estas fallas compresionales, existen fallas con componente de desplazamiento lateral y rampas oblicuas —es decir, fallas con componente transcurrente

que acomodan la deformación en direcciones no puramente perpendiculares a la cadena—. Estas estructuras se traducen en líneas de contacto abruptas entre litologías de distinta resistencia y en cambios bruscos de pendiente en el terreno.

La presencia del Batolito de Ibagué y cuerpos ígneos asociados introduce otra faceta estructural: intrusiones plutónicas han deformado las rocas encajantes, generado halos metasomáticos y controlado la litología de las pendientes. Los contactos ígneo-sedimentarios suelen ser superficies de fractura preferente y muchos valles y quebradas siguen esos contactos o las zonas de alteración asociadas. En las rocas plutónicas se observa una red de diaclasado y falla que condiciona la escorrentía y la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

A escala geomorfológica las estructuras tectónicas controlan la distribución de suelos, la ubicación de terrazas aluviales y la red hidrográfica: las fallas y pliegues orientan drenajes, actúan como drenajes preferentes y definen cuencas locales. Las superficies de falla activas o reactivadas pueden generar zonas de mayor inestabilidad donde se concentra la erosión, los deslizamientos y los depósitos coluviales que, a su vez, rellenan depresiones estructurales. Esta relación entre estructura y geomorfología es clave para entender riesgos geológicos y la distribución de recursos (agua, materiales de construcción).

Finalmente, en términos de sismicidad y peligrosidad, la estructura de acortamiento y las fallas activas o recientemente reactivadas implican que el área puede responder a esfuerzos regionales con actividad sísmica localizada; aunque la mayoría de los movimientos registrados históricamente han sido de baja a moderada magnitud, la configuración de fallas inversas y rampas significa que existe potencial de eventos sísmicos que afecten el relieve y

la infraestructura. Para proyectos puntuales (obras civiles, planeación de asentamientos, estudios de riesgo) conviene siempre analizar el trazado de fallas locales con cartografía estructural detallada (p. ej. Plancha geológica SGC, perfiles geológicos y relevamientos de campo) para ubicar con precisión cabalgamientos, corrimientos y zonas de falla.

8 GEOMORFOLOGIA

- **Ubicación y contexto geográfico**
    - Chaparral se encuentra en el sur del Tolima, en la vertiente oriental de la cordillera Central de los Andes colombianos, ocupando un espacio de transición hacia el valle del río Magdalena.
    - Su posición geográfica le otorga una marcada diversidad de paisajes: desde las zonas bajas cálidas en el piedemonte hasta los ambientes de montaña de la cordillera, con relieves abruptos y escarpados.
    - Esta ubicación en la interfase cordillera–valle convierte al municipio en un punto estratégico para comprender la dinámica geomorfológica de los Andes centrales.
- **Altitud y relieve**
    - El rango altitudinal es muy amplio: desde aproximadamente **328 metros sobre el nivel del mar** en las partes más bajas hasta **4.112 metros** en los sectores de mayor altura.
    - La altitud promedio está alrededor de **1.500 metros**, lo que indica un predominio de terrenos de montaña media y alta.
    - El relieve es abrupto y de fuertes pendientes, con presencia de cuchillas, escarpes, laderas inestables, cañones profundos y divisorias montañosas.
    - Los valles de los ríos se encuentran profundamente encajonados, lo que evidencia procesos intensos de erosión fluvial y levantamiento tectónico.

- **Estructura geológica y formaciones**
    - El sustrato rocoso está compuesto por una variedad de litologías que incluyen calizas, areniscas, lutitas, esquistos y rocas volcánicas, reflejando una larga evolución geológica.
    - En zonas como Tuluní y Amoyá afloran rocas sedimentarias de origen marino, entre ellas calizas con intercalaciones de chert, que evidencian ambientes depositacionales antiguos.
    - También están presentes materiales volcánicos asociados al vulcanismo andino, que cubren sectores altos de la cordillera y aportan suelos fértiles, aunque en ocasiones poco estables.
    - La acción tectónica ha fracturado muchas de estas rocas, favoreciendo la inestabilidad de laderas y la infiltración de aguas subterráneas.

- **Geomorfología kárstica**
    - En varias veredas del municipio se han identificado rasgos kársticos asociados a las rocas calizas, como cuevas, sumideros y drenajes subterráneos.
    - Estos sistemas kársticos modifican el escurrimiento superficial y subterráneo, generando acuíferos locales y paisajes únicos con cavernas.
    - La disolución de las calizas en contacto con aguas ligeramente ácidas ha modelado el terreno, creando depresiones cerradas y suelos con alta porosidad.

- Este tipo de geomorfología influye en la disponibilidad de agua, pero también plantea riesgos de hundimientos y subsidencias.

- **Dinámica tectónica y fallas geológicas**
  - La región se encuentra atravesada por fallas geológicas activas de la cordillera Central, lo que explica la sismicidad y los procesos de fracturamiento del terreno.
  - Estas fallas han generado agrietamientos, desplazamientos diferenciales y deformaciones en suelos y rocas, con afectación en viviendas y vías rurales.
  - La actividad tectónica, combinada con la topografía inclinada, favorece la ocurrencia de deslizamientos y movimientos en masa.
- **Procesos erosivos e hídricos**
  - La acción de los ríos Amoyá, Saldaña, Tuluní y sus afluentes ha excavado profundos cañones y valles encajonados que marcan el paisaje.
  - Las fuertes precipitaciones aceleran la erosión de suelos en laderas y promueven procesos de remoción en masa.
  - Los ríos transportan grandes volúmenes de sedimentos que se acumulan en las partes bajas, formando terrazas fluviales y depósitos aluviales.
  - En sectores altos, la escorrentía superficial genera cárcavas, barrancos y desprendimientos de material, que son indicadores de la fragilidad del terreno.
- **Riesgos geomorfológicos**

- El relieve accidentado, la inestabilidad de los suelos y las lluvias intensas hacen que el municipio sea muy susceptible a deslizamientos.
- Se han identificado fallas locales y movimientos en masa en zonas rurales y en sectores como el Cañón de Las Hermosas.
- Los procesos de subsidencia asociados al karst también representan un riesgo para las comunidades asentadas en estas áreas.
- La erosión acelerada afecta la productividad agrícola y la estabilidad de las vías, lo que impacta directamente en el desarrollo económico local.

- **Usos del suelo condicionados por la geomorfología**
  - La topografía ha limitado la expansión urbana a un pequeño porcentaje del municipio, mientras que la mayor parte del territorio es rural y de difícil acceso.
  - Las zonas de valle y terrazas fluviales concentran la agricultura más productiva, mientras que en las laderas y pendientes se practican cultivos de café, maíz y otros productos adaptados al relieve.
  - En las áreas de montaña alta, la vegetación natural y los ecosistemas de páramo cumplen un papel clave en la regulación hídrica.
  - El relieve accidentado dificulta la construcción de infraestructura vial y de servicios, lo que ha condicionado históricamente el aislamiento de varias veredas.

- **Paisaje geomorfológico general**

- El municipio puede describirse como un mosaico de ambientes geomorfológicos:
    - Zonas bajas de piedemonte con terrazas fluviales y colinas redondeadas.
    - Valles intermedios encajonados con ríos de caudal abundante y laderas empinadas.
    - Áreas montañosas altas con cumbres, cuchillas y páramos, donde predomina la erosión pluvial y glaciar antigua.
    - Sectores kársticos con cuevas, sumideros y drenaje subterráneo.
- Esta combinación de formas hace de Chaparral un territorio con gran riqueza paisajística y un laboratorio natural para estudiar la interacción entre tectónica, clima e hidrología.

9 HIDROGEOLOGÍA

- Chaparral posee una red hidrográfica abundante debido a su ubicación en la vertiente oriental de la cordillera Central y a la influencia de climas húmedos que aportan gran cantidad de precipitaciones.

- El municipio se integra principalmente a la **cuenca del río Saldaña**, que es uno de los afluentes más importantes del río Magdalena.
- La configuración hidrogeológica está condicionada por la geología del terreno, con presencia de acuíferos superficiales en depósitos aluviales, acuíferos fracturados en formaciones rocosas y drenajes subterráneos asociados a sistemas kársticos.

Red hidrográfica superficial

- Los principales ríos que drenan el territorio son el **Saldaña, Amoyá, Tuluní, Anamichú y Davis**, además de múltiples quebradas menores.
- Estos ríos han excavado profundos cañones y valles, donde circulan corrientes de régimen torrencial en temporadas de lluvia.
- El agua superficial es la principal fuente de abastecimiento para la población y actividades agrícolas.
- Existen microcuencas estratégicas que alimentan acueductos rurales y que requieren conservación debido a la presión sobre los recursos hídricos.

Acuíferos y aguas subterráneas

- En las **zonas bajas**, los depósitos aluviales y coluviales conforman acuíferos libres y semiconfinados de relativa importancia, aprovechados en pozos someros.

- En las **laderas medias y altas**, el agua subterránea se concentra en acuíferos fracturados, alojados en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con abundantes fracturas y fisuras.
- En áreas de calizas se desarrollan **acuíferos kársticos**, donde la circulación del agua es rápida a través de cavernas, grietas y sumideros, lo que genera abundancia pero también vulnerabilidad a la contaminación.
- El potencial hidrogeológico de Chaparral es considerable, aunque está desigualmente distribuido según la geología local.

 Sistemas kársticos

- Asociados a las formaciones carbonáticas de Tuluní y Amoyá, se han identificado cuevas y sistemas de drenaje subterráneo que almacenan y transmiten agua.
- Estos sistemas permiten el desarrollo de manantiales y nacederos en las laderas, que abastecen acueductos veredales.
- La dinámica del karst es muy sensible a cambios de uso del suelo, deforestación y contaminación superficial.

 Recarga hídrica

- La **recarga natural** se da principalmente por la infiltración de lluvias en zonas de alta pendiente y cobertura boscosa.
- Los suelos permeables en terrazas y depósitos aluviales también favorecen la recarga de acuíferos someros.

- Los páramos y bosques de montaña funcionan como reguladores naturales, almacenando agua en suelos orgánicos y liberándola lentamente hacia quebradas y ríos.

Manantiales y nacimientos de agua

- Son abundantes en todo el municipio, especialmente en las zonas medias y altas.
- Muchos acueductos comunitarios dependen directamente de nacederos en laderas y quebradas.
- Estos manantiales son indicadores de la presencia de acuíferos locales y de zonas de recarga bien conservadas.

Riesgos hidrogeológicos

- La inestabilidad de laderas puede afectar manantiales y redes de acueducto, alterando la disponibilidad de agua.
- La contaminación difusa de fuentes hídricas, producto de la agricultura y el mal manejo de residuos, amenaza la calidad del agua subterránea y superficial.
- Los sistemas kársticos son especialmente vulnerables, ya que la filtración rápida no permite procesos de depuración natural.

10 ANÁLISIS DERESULTADOS

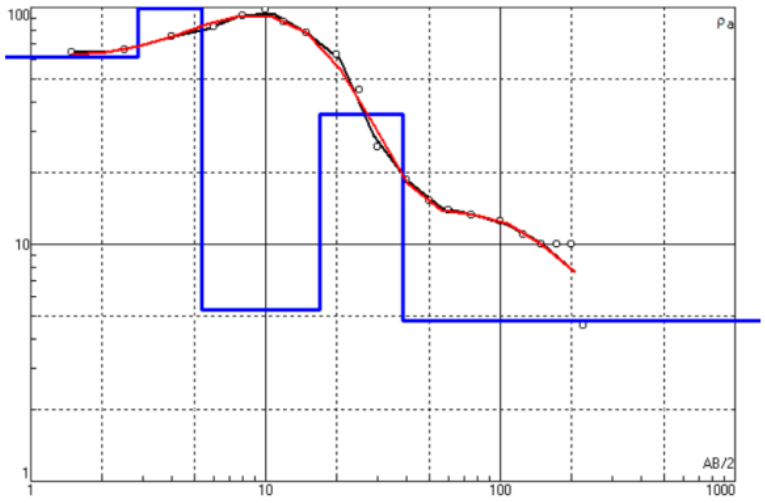
Usando las resistividades eléctricas encontradas a partir de la Ley de Archie, las conductividades eléctricas medida en el agua subterránea y a partir de los trabajos realizados de Geoeléctrica para aguas subterráneas en esta región y los datos del inventario o reconocimiento de aljibes y litologías de la zona, se interpretó el modelo de distribución de resistividad y se proponen la tabla de resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).

Las curvas interpretadas se correlacionaron con el fin de obtener una sección geoeléctrica del subsuelo que muestran la continuidad o discontinuidad de las capas espacialmente. En las siguientes tablas se muestra la caracterización litológica correspondiente los datos de resistividad.

10.1 Análisis SEV 1

10.1.1 Curva de resistividad SEV 1

Tabla 2. Curva de resistividad en el SEV1 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 1				COORDENADAS	
				3°42´29" N	75°26´59" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretación litológica	
1	1	1	22	Cobertura vegetal	
2	37	38	450	Arcilla con intercalaciones de arena	
3	36	74	285	Arenas finas a medias	
4	15	89	985	Arenas cementadas	
5	25	114	752	Arenisca con intercalaciones de caliza	

El modelo del SEV 1 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 2 y Ver anexo 1 con el pre diseño del pozo. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 22 Ohm-m y espesor de 1.0

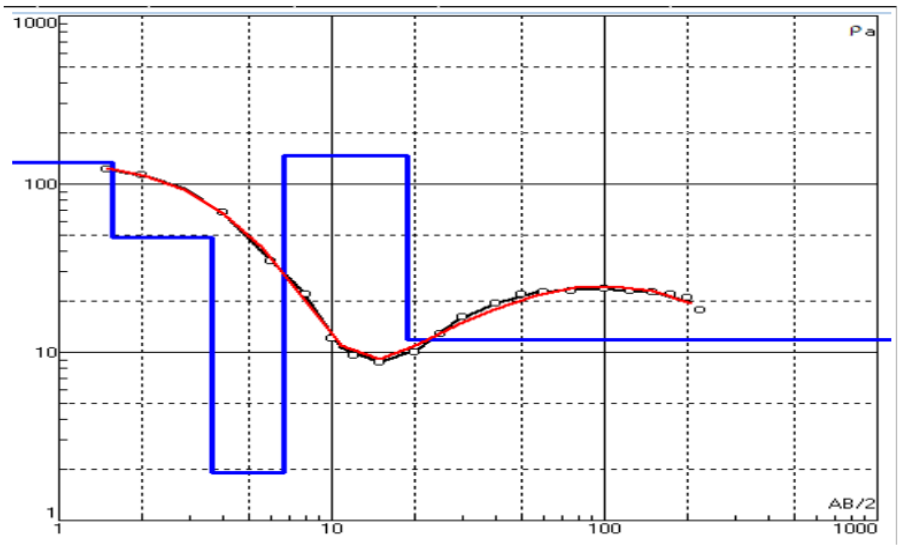
metro. La capa (2) con un espesor de 37 metros, tope a un metro y resistividad de 450 Ohm-m, se interpreta como Arcillas con intercalaciones de arenas. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Arenas finas a medias (3) con resistividad de 285 Ohm-m, tope a los 38.0 metros y espesor de 36. Luego se interpreta una capa de Atenas cementadas (4) con una resistividad de 985 Ohm-m, espesor de 15 metros y tope a los 74 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Arenisca con intercalaciones de caliza, con una resistividad de 985 Ohm-m, tope a los 89 metros y espesor de 25 metros.

Figura 9 Columna estratigráfica SEV 1



10.1.2 Curva de resistividad SEV 2

Tabla 3. Curva de resistividad en el SEV2 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 2				COORDENADAS	
				3°43´30" N	75°27´00" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretacion litologica	
1	1	1	27	Cobertura vegetal	
2	31	32	250	Arcilla limosa	
3	42	74	175	Capas de limo con intercalaciones de arcilla	
4	30	104	450	Arenisca interclada con lutitas	
5	35	139	1115	Caliza	

El modelo del SEV 2 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 3. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 27 Ohm-m y espesor de 1.0 metro. La capa (2) con un espesor de 13 metros, tope a los 1.0 m y resistividad de 250 Ohm-m, se interpreta Arcillas limossa. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Capas de limo con interclaciones

de arcilla (3) con resistividad de 175 Ohm-m, tope a los 32 m y espesor de 42 metros. Luego se interpreta una capa de Areniscas intercaladas con lutitas (4) con una resistividad de 450 Ohm-m, espesor de 30 metros y tope a los 74 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Caliza, con una resistividad de 1115 Ohm-m, tope a los 10 metros y espesor de 35 metros.

Figura 10. Columna estratigráfica SEV 2



11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe recordar que la geofísica y la tomografía es un método económico y rápido para analizar las estructuras del subsuelo, en donde se puede obtener perfiles de resistividad de las formaciones, que se relacionan con ciertas características de las rocas, pudiéndose identificar algunas tendencias. Por esta razón siempre es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones exploratorias y correlacionarlas con sondeos y perfiles para que de esta manera se pueda tener información más exacta de la geología subterránea del sector.(*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

El estudio geoeléctrico es un método de análisis indirecto, el cual a través de la toma lecturas de resistividad eléctrica y su posterior interpretación mediante un software, el cual se usa para determinar de manera aproximada la litología presente en el área de estudio, más no para establecer el caudal de explotación del recurso hídrico subterráneo que puede brindar un pozo profundo en dicha área.

Geológicamente la zona de estudio, está conformada por formaciones como: Formación tilata y Depósitos aluviales.

De acuerdo con el modelo Geoeléctrico obtenido del **SEV-1** se presenta una **(1)** zona de posible descarga de acuíferos para la extracción de agua subterránea, que se correlacionan con las unidades geoeléctrica, geológicas e hidrogeológicas, esta se presenta aproximadamente entre los 80 hasta 100 metros de profundidad.

Se recomiendo perforar un pozo hasta una profundidad de 100 metros, en la Vereda San Miguel

De acuerdo con los resultados obtenidos de la lectura de campo del **SEV-1** el espesor del acuífero y las formaciones geológicas encontradas en el área de estudio, se elabora el prediseño de un pozo exploratorio de (100) metros de profundidad, en diámetro de seis (6”) pulgadas, con tubería ciega noventa (90) Metros de tubería ciega en y setenta (70) metros de tubería ranurada, esto con el fin de tener un mejor caudal y aprovechar las condiciones litoestratigráficas.

Esta perforación se llevará a cabo hasta la profundidad de aproximada de 100 metros con un radio de 225 metros de influencia de los SEV realizados en el predio. La profundidad y el diámetro de tubería a utilizar en la construcción del pozo, dependerá según la formación o fallas geológicas encontradas en el área de estudio, es decir, dependiendo del potencial de aporte hídrico de las muestras obtenidas a una profundidad de x y de la formación y su dureza, se decidirá si es viable perforar metros adicionales o completar el pozo. (*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

12 REFERENCIAS

INGEOMINAS. (1993). *Estudio geológico-geotécnico e identificación de amenazas geológicas en 20 cabeceras municipales del departamento del Tolima: Chaparral* [Informe técnico]. Servicio Geológico Colombiano. Disponible en: https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13314

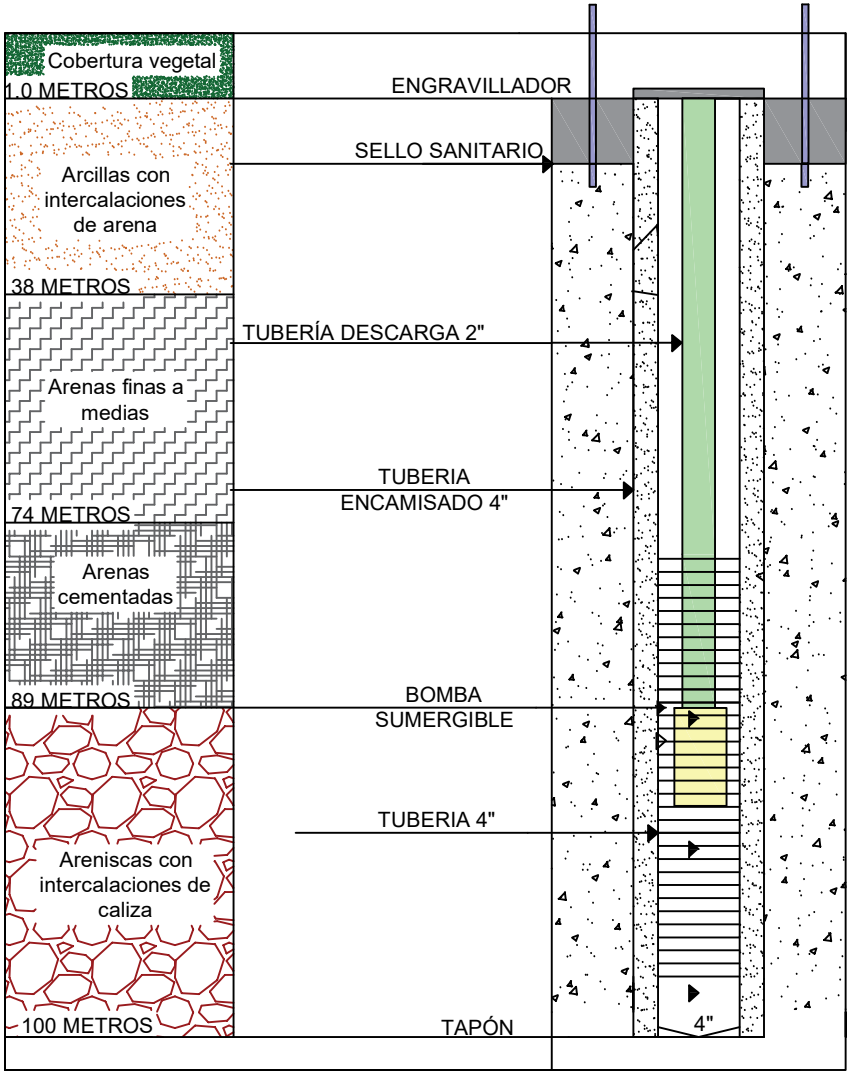
Valdivieso Bohórquez, G. E. (2019). *Sedimentología y mineralogía de la Formación Payandé en el sector Quebrada Copete en Chaparral, Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76932

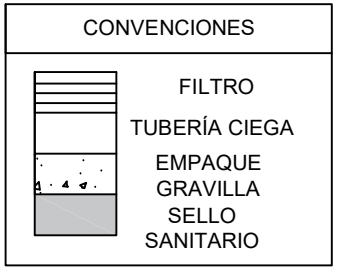
Valdivieso Bohórquez, G. E., & Moreno Murillo, J. C. (2020). Evaluación del sistema cárstico Copete-Tuluní, municipio de Chaparral (Tolima, Colombia). *Revista Luna Azul, 50*(1), 196-221. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8502724

Cortolima. (s. f.). *Corporación Autónoma Regional del Tolima*. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de https://www.cortolima.gov.co

ANEXO 1

DISEÑO POZO





JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

DISEÑO POZO

Municipio: Chaparral
Departamento: Tolima
Profundidad de perforación: 100 metros
Diámetro del pozo: 4 pulgadas

Convenciones

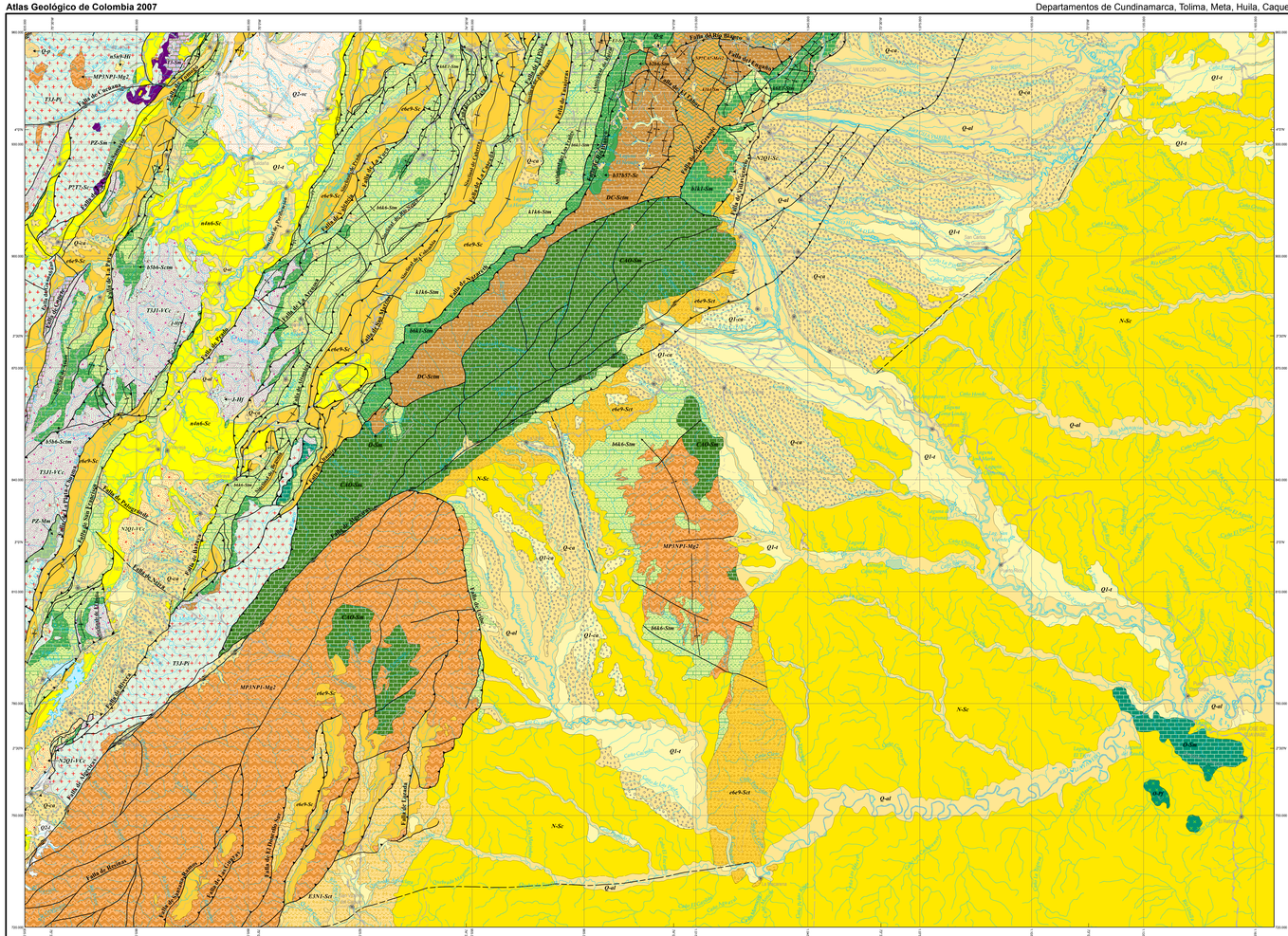
SIN ESCALA

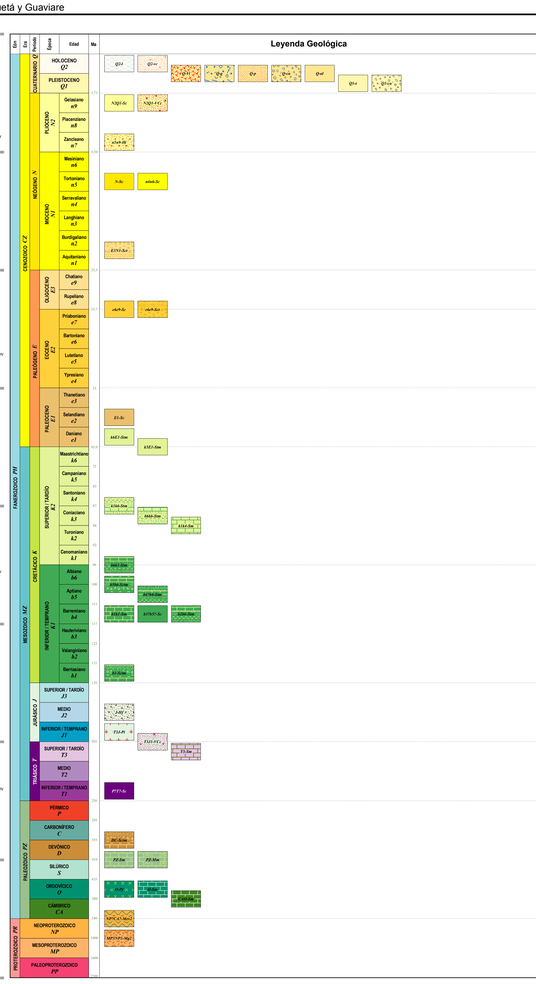
SEPTIEMBRE

Plano número: 1

ANEXO 2

MAPA GEOLÓGICO





Descripción

Q2-al: Depósitos aluviales.
Q2-vc: Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica.
Q-Kf: Andesitas porfíricas.
Q-g: Depósitos glaciares.
Q-pc: Depósitos de cenizas y tapiti de composición andesítica.
Q-vac: Abanicos aluviales y depósitos coluviales.
Q-al: Depósitos aluviales y llanuras aluviales.
Q1-t: Terrazas aluviales.
Q1-vac: Abanicos aluviales disectados.
N-Sc: Conglomerados de bloques a guijos con intercalaciones de arcillas y arenitas de grano fino a grueso.
N-Sc(-V-Cv): Arenitas feldespáticas y líticas, arcilitas y conglomerados con abundantes trozos de andesitas y dacitas.
mTeA-Sc: Porfidos andesíticos y dacíticos.
N-Sc: Conglomerados y arenitas poco consolidadas con matriz ferruginosa y arcillosa.
mTeA-Sc: Arenitosas líticas con intercalaciones de arcilolitas de color gris-verdosos y conglomerados.
E3-Sc: Arcilitas rojizas, arenitas líticas, e intercalaciones de conglomerados ferruginosos. Presenta vetillas de yeso y capas de carbón.
eNeN-Sc: Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcilolitas.
eNeN-Sc(-Scm): Arenitas de grano fino a conglomeráticas, interestratificadas con arcilolitas y limolitas. Ocasionales lentes de hierro oolítico y carbón.
E1-Sc: Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas arenosas.
kkE1-Sm: Arcilolitas rojizas con intercalaciones de cuarcoarenitas de grano fino. Localmente niveles de carbón a la base.
kTcT-Sm: Cuarcoarenitas de grano fino a conglomeráticas, intercaladas con lodolitas, limolitas y arcillolitas de color gris oscuro.
k1Ls-Sm: Shales, calizas, fosforitas, chert y cuarcoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy; facies más arenosas al sur.
k4Ls-Scm: Shales, calizas, arenitas, chert y fosforitas.
k1Ls-Scm: Lodolitas grises con intercalaciones medianas de calizas, cuarcoarenitas y lentes delgados de carbón.
k4Lt-Sm: Cuarcoarenitas de grano grueso a conglomeráticas con niveles de lodolitas grises y lentes de carbón.
k1Ss-Scm: Conglomerados rojizos, arenitas feldespáticas y arcilolitas abigarradas; cuarcoarenitas, calizas y shales; en el tope cuarcoarenitas glauconíticas y ferruginosas.
kvTsN-Sm: Cuarcoarenitas, al tope glauconíticas o ferruginosas; parte media con intercalaciones de arcillolitas.
k1Ls-Sm: Arcilolitas y limolitas negras con intercalaciones menores de arenitas y calizas. Segmentos de cuarcoarenitas de grano fino a grueso y conglomerados.
kTcN-Sm: Cuarcoarenitas y cuarcoarenitas conglomeráticas.
k2Ss-Sm: Shales calcáreos o silíceos, chert, cuarcoarenitas y arenitas líticas, conglomerados gradados y calizas arenáceas.
k1-Scm: Conglomerados y brechas; arenitas de grano fino a conglomeráticas; calizas arenomarmóreas e intercalaciones de lodolitas negras.
J-Kf2: Pórfidos dacíticos y andesíticos.
TJJ-Pz: Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarcomonzonitas a cuarzodioritas.
TJJ(-V-Cv): Tobas, aglomerados y lavas, ocasionalmente intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas (Formación Saldaña).
TJ-Sm: Calizas interestratificadas con arcilolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas (Formación Payandé).
PTrT-Sc: Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas (Formación Luisa).
DC-Scm(-Sc): Cuarcoarenitas, arcilolitas, lodolitas grises, y ocasionalmente calizas y conglomerados.
PZ-Sm: Pizarras, filitas y limolitas micáceas, intercaladas con cuarcoarenitas ocasionalmente micáceas.
PZ-Mm: Mármoles con intercalaciones menores de cuarcitas.
O-PZ: Sienita nefelínica (Sienita Nefelínica de San José del Guaviare).
O-Sm: Lodolitas, shales, limolitas silíceas, metalimolitas, metarenitas feldespáticas y cuarcoarenitas con niveles de chert negro.
C-k1Ls-Sm: Filitas y pizarras que alternan con cuarcoarenitas y arenitas líticas (Grupo Guejar).
NPYC-k1-Mm(-): Esquistos grafíticos, cuarcomoscoviticos, dioríticos y anfibolíticos; filitas, cuarcitas, mármoles y serpentinitas.
MP1NP1-Mg2: Neises cuarcofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortoneises, cuarcitas y mármoles.

Codificación de las Unidades Cronoestratigráficas del Atlas Geológico de Colombia

MP3NP1-Mg2

EDAD[1] + LITOLOGÍA + PROVINCIA

Mesoproterozoico-Neoproterozoico | Metamórfica en facies granulita | PLCMG

[1] Para las edades se acoge la International Stratigraphic Chart (IUGS, 2000)

Criterios Litológicos de Codificación

Litología	Rocas	Ígneas	Tipo de roca ígnea	Volcanitas (V)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m)
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Hipoabisales (Hi)	Composición	× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Plutónicas (P)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m), -
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
		Volcanoclásticas (V-C)			Ambiente	× Continental (c)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
		Sedimentarias (S)			Ambiente	× Continental (c)
						× Transicional [2] (t)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
						× Continental-Transicional [2] Marino (ctm)
						× Transicional [2] Marino (tm)
		Metamórficas (M)	Tipo de metamorfismo	Regional	Facies metamórficas	× Facies subesquisto verde (sev)
						× Facies esquisto verde (ev)
						× Facies anfibolita (a)
						× Facies granulita (g)
						× Facies eclogita (ecl)
						× Facies esquisto azul (ea)
						× Mármoles [3] (m)
				Dinámico (d)	Protolito	× Sedimentario (s)
		Depósitos	Tipo de depósito			× Aluvión (al)
						× De terraza (t)
						× De abanico (ca)
						× Paludal (l)
						× Morrénico (g)
						× De caída de cenizas (p)
						× De dunas (e)
						× De costas (m)
						× Vulcanoclástico (vc)

[2] Como de ambiente transicional se consideran llanuras deltáicas, pantanos costeros, llanuras intermareales y abanicos costeros.
[3] Rocas que ocurren en varias facies de metamorfismo.

Provincias Geológicas de Colombia

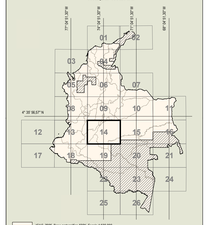


1 Provincia Litosférica Continental Paleoproterozoica Amazónica-**PLCPA**
2 Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana-**PLCMG**
3 Provincia Litosférica Oceánica Neoproterozoica? Arquía-**PLONA**
4 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental-**PLOCO**
5 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica de La Guajira-**PLOCG**

Convenciones Geológicas

- Falla
- Falla inferida
- Falla cubierta
- Falla de rumbo dextral
- Falla de rumbo dextral cubierta
- Falla de rumbo sinestral
- Falla de rumbo sinestral cubierta
- Falla inversa o de cabalgamiento
- Falla inversa o de cabalgamiento cubierta
- Falla normal
- Falla normal inferida
- Falla normal cubierta
- Lineamiento
- Anticlinal
- Anticlinal cubierto
- Anticlinal con cabeceo
- Anticlinal con doble cabeceo
- Anticlinal con flancos invertidos
- Anticlinal volcado
- Anticlinal volcado con cabeceo
- Sinclinal
- Sinclinal cubierto
- Sinclinal con cabeceo
- Sinclinal con doble cabeceo
- Sinclinal volcado
- Sinclinal volcado cubierto
- Sinclinal volcado con cabeceo
- Volcán

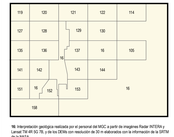
Mapa Índice



ISAC, 2006. Base cartográfica IGAC. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

ISAC, 2003. Mapa Digital Integrado de Colombia MGI. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

Fuentes de Información



1B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
2B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
3B. GEOPHOTO SERVICES, Inc. 1985. Geologic map farea area. Escala 1:50.000. Bogotá.
4B. Segura, A. & Ramoni, G. 1963. Geología del Cuadrángulo I. CI Medina. Escala 1:200.000. INGEOMINAS. Ibagué.
5B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
6B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
7B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
8B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
9B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
10B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
11B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
12B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 285. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
13B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 304. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
14B. Ferreira, P., Núñez, A. & Rodríguez, M.A. 1996. Geología de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
15B. Acosta, J. & Osorno, J.F. 1998. Geología de la Plancha 324 Tello. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
16B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 325. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
17B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 326. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
18B. Velandia, F., Morales, C.J., Caicedo, J.C. & Núñez, A. 1999. Geología de la Plancha 343 Garzón. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
19B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
20B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
21B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
22B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
23B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
24B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
25B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.

Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS
Servicio Geológico

ATLAS GEOLÓGICO DE COLOMBIA 2007

Jorge Gómez Tapias, Álvaro Nivia Guevara, Nohora Emma Montes Ramírez, Diana María Jiménez Mejía, María Janeth Sepúlveda Ospina, Tatiana Gaona Narváez, Jairo Alonso Osorio Naranjo, Hans Diederix, Myriam Mora Penagos y Martha Edith Velásquez David

Plancha 5-14

Escala 1:500.000

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50km

©
2007

Libertad y Orden
REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

CRÉDITOS:
Atlas Geológico de Colombia
Publicación digital generada con el Sistema de Información Georreferenciada-SIGER del Instituto Colombiano de Geología y Minería-INGEOMINAS, desarrollado en ArcGIS 9.1-ArcSDE 9.1sobre Oracle 10g.

Conceptualización y diseño SIGER: INGEOMINAS (Berenice Galan Cadena, Jorge Gómez Tapias)
Desarrollo y programación SIG: Unión Ltda.
Diseño template: Jorge Gómez Tapias
Diseño cartográfico: GeoNova E.U.

CITA RECOMENDADA
Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Jiménez, D.M., Sepúlveda, M.J., Gaona, T., Osorio, J.A., Diederix, H., Nivia, M. & Velásquez, M.E., compiladores, 2007. Plancha 5-14 del Atlas Geológico de Colombia 2007. Escala 1:500.000. INGEOMINAS. Bogotá.

PARAMETROS CARTOGRÁFICOS
Proyección Transversa de Mercator
Esferoide Internacional 1909
Datum WGS 84
Datum horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá, S.C.
Datum vertical: Nivel medio del mar, Buenaventura
Origen de coordenadas geográficas: 74° 04' 51.30" W 4° 35' 56.57" N
Falso origen (coordenadas planas, metros): X = 1.000.000 Y = 1.000.000

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO













ANEXO No. 05 INFORME GEOELECTRICA VEREDA TAPIAS SECTOR ESCUELA – ACTUALIZADO



INFORME FINAL

ESTUDIO GEOELÉCTRICO

2025

ESTUDIO GEOELÉCTRICO REALIZADO PARA ESTABLECER LA EXISTENCIA DE AGUA SUBTERRÁNE EN LA VEREDA TAPIAS, UBICADO EN EL AREA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL (TOLIMA)

ELABORADO POR:

JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

CHAPARRAL – TOLIMA

2025

Contenido

1 RESUMEN 5
2 INTRODUCCIÓN 6
3 OBJETIVOS 7
3.1 Objetivos específicos 7
4 UBICACIÓN 8
5 ÁREA DE ESTUDIO 9
5.1 Clima 10
5.2 Precipitación 10
5.3 Temperatura 10
5.4 Hidrografía 10
5.5 CONCEPTOS 13
5.6 Sondeo Eléctrico Vertical 13
5.6.1 Método Schlumberger 13
5.6.2 Resistividad Eléctrica 15
5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger 17
5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales 18
5.9 Procedimiento para la recolección de datos 19
5.10 Procesamiento de datos e interpretación 20
5.11 Datos de campo 20
5.12 Ejecución de los trabajos 20
6 INTERPRETACIÓN SEVS 22
6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2 22
6.1.1 Geología y morfología 23
7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO 25
7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 25
8 GEOMORFOLOGIA 28
9 HIDROGEOLOGÍA 33
10 ANÁLISIS DERESULTADOS 36
10.1 Análisis SEV 1 37
10.1.1 Curva de resistividad SEV 1 37
10.1.2 Curva de resistividad SEV 2 39
11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

12 REFERENCIAS 43

1 RESUMEN

Los resultados obtenidos en el Estudio Geo eléctrico realizado, nos muestran el modelo representativo geológico del subsuelo, que especifica las capas del subsuelo con espesores y la continuidad de las variables.

La hidrología juega un papel muy importante en este estudio, las condiciones hidrogeológicas permitirán conocer la factibilidad de las zonas favorables para la acumulación de agua infiltradas dentro de los niveles de porosidad primaria o secundaria.

Las aguas subsuperficiales en la zona dependen las precipitaciones que por medio de la infiltración lograr acumular grandes cantidades de agua subterránea, otro aporte importante para este tipo de agua es las corrientes provenientes de las zonas montañosas.

Por medio de los SEV se obtendrá las características hidrológicas, geológicas, recargas, entre otras que permitirán establecer las condiciones óptimas para el desarrollo del proyecto.

2 INTRODUCCIÓN

Este estudio se realiza con el fin de establecer las condiciones para perforar con éxito un pozo profundo, que permita explotar los recursos de agua potable subterránea de esta zona.

En el municipio de Chaparral-Tolima se requiere la construcción de un pozo profundo que suministre agua en la vereda Las Tapias, por lo que se realizó un estudio geo eléctrico que permite el análisis e interpretación de las capas que conforman el subsuelo. Para esto se definieron dos zonas en donde se realizaron los sondeos eléctricos verticales (SEV), que se distribuyeron de forma estratégica para la obtención de una buena información como: unos aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos permiten definir la localización del pozo.

Se realizó un estudio Geo eléctrico por medio de (2) Sondeos Eléctricos Verticales abarcando áreas de hasta 225 metros de extensión. La información obtenida de los espesores y resistividades del modelo detallado, establece la posibilidad de construir un pozo a una profundidad determinada en el estudio (VER ANEXO 1), la cual puede incluir dentro del espesor cortado por la perforación exploratoria, varias zonas de acuíferos aprovechables.

Las resistividades obtenidas en campo, hace posible localizar zonas saturadas que aporten caudal requerido. Por otro lado, la interpretación del Sondeo Eléctrico Vertical y la evaluación de las condiciones geológicas existentes en la zona de estudio, permitiendo identificar las formaciones geológicas permeables, aumentando la capacidad de almacenamiento de agua, la cual se puede aprovechar de manera sostenible. Igualmente, esta información obtenida en los Sondeos Eléctrico Vertical, al ser relacionada con la geología de la zona permite determinar espesores y características físicas de estas rocas. La información litológica de la zona nos muestra el potencial de los acuíferos del área de estudio.

3 OBJETIVOS

Identificar las condiciones litológicas, geológico e hidrológicas de la zona aprovechables para el abastecimiento de agua en la vereda Las Tapias en el municipio de Chaparral- Tolima.

3.1 Objetivos específicos

- Localizar los niveles permeables saturados, con el fin de ubicar el pozo profundo para la extracción de agua subterránea en la vereda Las Tapias , Municipio de Chaparral-Tolima.
- Definir parámetros como espesor, resistividad de las rocas existentes en el subsuelo.
- Realizar la correlación geológica-geofísica de los materiales.
- Elaborar un pre diseño óptimo para el proyecto según la información obtenida

4 UBICACIÓN

Chaparral es un municipio colombiano ubicado en el sur del departamento del Tolima, en la región andina del país, a una altitud aproximada de 854 m s. n. m.; limita al norte con los municipios de Rioblanco, San Antonio y Rovira, al oriente con Coyaima y Natagaima, al sur con Ataco y Planadas, y al occidente con el departamento del Valle del Cauca, conformando un extenso territorio de transición entre la cordillera Central y el valle del Magdalena.

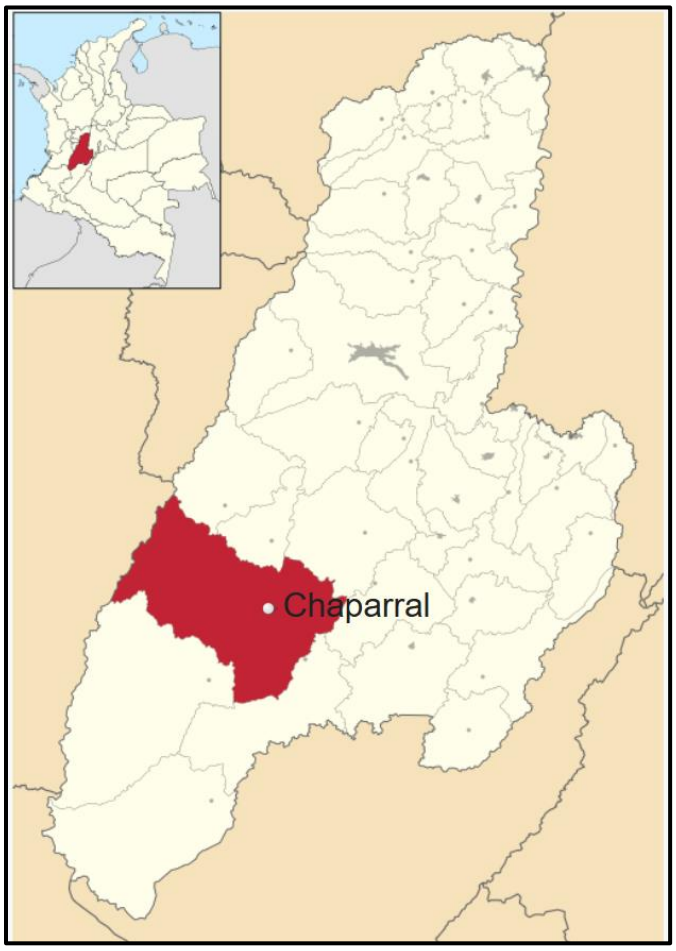
Figura 1. Ubicación municipio de Chaparral– Tolima



5 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca parte del municipio de Chaparral departamento de Tolima, Colombia. El estudio fue realizado en la vereda Las Tapias. El municipio ocupa un área 2124 km2. ubicado sobre las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes Colombianos, entre 3°43′25″N 75°29′05″O

Figura 2. Ubicación área de estudio



5.1 Clima

El municipio de Chaparral presenta un clima predominantemente cálido-húmedo en las zonas bajas y templado en áreas de mayor altitud, debido a su ubicación en el macizo colombiano y su variada topografía. Esta diversidad de pisos térmicos permite el desarrollo de diferentes actividades agrícolas y ecosistemas naturales, convirtiéndolo en un territorio con gran riqueza ambiental

5.2 Precipitación

Chaparral se caracteriza por tener una alta pluviosidad, con un régimen bimodal de lluvias que se concentra principalmente en los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Las precipitaciones promedio oscilan entre 1.800 y 2.500 mm anuales, lo que garantiza abundancia hídrica, aunque en algunos sectores rurales las lluvias intensas generan deslizamientos e inundaciones.

5.3 Temperatura

La temperatura en Chaparral varía según la altitud, pero en promedio se mantiene alrededor de los 24 °C en la cabecera municipal. En las partes más bajas puede superar los 28 °C, mientras que en las zonas altas, especialmente hacia los páramos y montañas, puede descender por debajo de los 15 °C, ofreciendo una marcada diferencia térmica en su territorio.

5.4 Hidrografía

- **Ubicación hidrográfica y contexto general**

Chaparral se localiza dentro del macizo colombiano, una de las principales estrellas fluviales de Sudamérica, lo que lo convierte en un territorio estratégico en la producción y regulación de agua. Su geografía montañosa y la variedad de pisos térmicos permiten el

nacimiento de múltiples ríos, quebradas y manantiales que abastecen no solo a las comunidades locales, sino también a otros municipios y cuencas del sur del Tolima.

- **Principales** ríos

Entre los afluentes más destacados se encuentra el río Amolla, de gran relevancia por su aporte al consumo humano, riego agrícola y la generación hidroeléctrica en el proyecto Amoyá-La Esperanza. También sobresalen el río Ambeima, que constituye un importante corredor de biodiversidad; el Mendarco e Irco, que sostienen la vida rural y la producción agrícola; el río Anamichú, que discurre en zonas montañosas y abastece acueductos veredales; y el río Saldaña, que recibe caudales significativos desde el territorio chaparraluno y tributa directamente al río Magdalena.

- **Quebradas y nacederos**

Además de los grandes ríos, existen numerosas quebradas como Tuluní, La Virgen, Irco Arriba y La Cumbre, junto con una red de nacederos distribuidos en áreas de montaña. Estas fuentes son vitales para los acueductos rurales y para el sostenimiento de la caficultura, el plátano, la caña panelera y otros cultivos de importancia económica.

- **Usos del recurso hídrico**

El agua cumple múltiples funciones en el municipio: abastecimiento de consumo humano y doméstico, riego agrícola, generación de energía renovable mediante el proyecto hidroeléctrico Amoyá-La Esperanza, preservación de ecosistemas estratégicos y soporte al turismo de naturaleza, en especial en cascadas, balnearios naturales y zonas de alta biodiversidad.

- **Problemáticas y desafíos ambientales**

La abundancia hídrica de Chaparral enfrenta presiones derivadas de la deforestación en zonas de recarga, la contaminación por prácticas agropecuarias, el riesgo de crecientes súbitas debido a las lluvias intensas y la presión sobre nacederos y quebradas menores, que en muchos casos carecen de protección adecuada de sus rondas hídricas.

- **Importancia estratégica**

La riqueza hidrográfica del municipio no solo es un pilar para su desarrollo económico y social, sino que también constituye un aporte fundamental al río Magdalena, eje fluvial de Colombia. Su adecuada gestión es esencial para garantizar la sostenibilidad hídrica, energética y ambiental del Tolima y del país en general.

5.5 CONCEPTOS

5.6 Sondeo Eléctrico Vertical

5.6.1 Método Schlumberger

Un Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) consiste en medir desde la superficie, la resistividad aparente por medio de la inyección de corriente y las diferencias de potencial en puntos situados sobre una recta, que se alejan del centro O del dispositivo, en forma progresiva y regular, a intervalos de escala logarítmica. Se configura con dos electrodos de corriente (A y B) y dos electrodos de potencial (M y N). (Ver figura 3) El espaciamiento de los electrodos de corriente (AB/2) se define como la mitad de la distancia entre estos nodos de inyección de corriente en el subsuelo, y el espaciamiento (MN/2) como la media distancia entre los electrodos M y N que miden el potencial inducido por el flujo de la corriente entre los nodos A y B. La relación:

Ecuación 1. Resistividad

$$Ra = K\,\Delta\frac{V}{I}$$

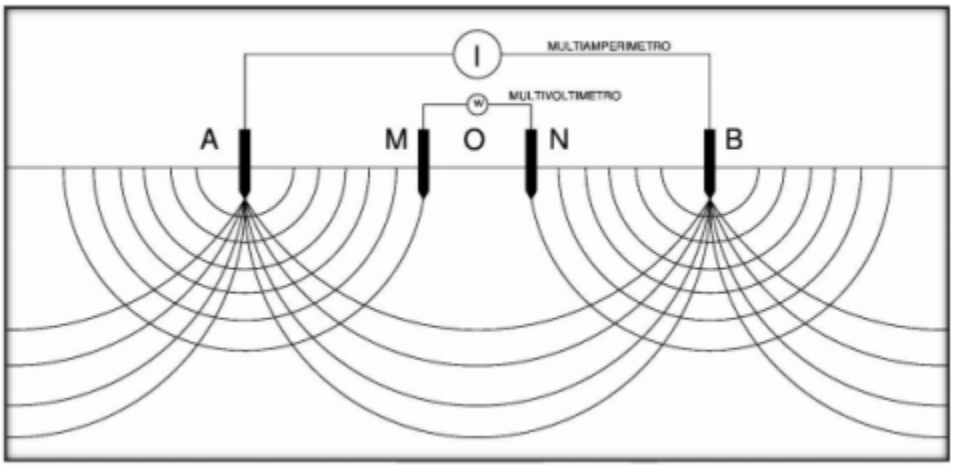
permite calcular la denominada resistividad aparente del terreno Ra asignada a una profundidad que es mayor cuanto mayor sea la distancia entre los electrodos AB. El facto K es una constante, que depende de la disposición geométrica de los electrodos. En el caso del llamado dispositivo Schlumberger (en el que los cuatro electrodos están alineados y la distancia MN es muy pequeña respecto de la distancia AB) la constante viene dada por:

Ecuación 2. Constante K

$$K = \frac{\pi}{MN}\left[\left(\frac{AB}{2}\right)^2 * \left(\frac{MN}{2}\right)^2\right]$$

La resistividad así calculada se denomina aparente porque sería la correspondiente a un subsuelo homogéneo e isótropo.

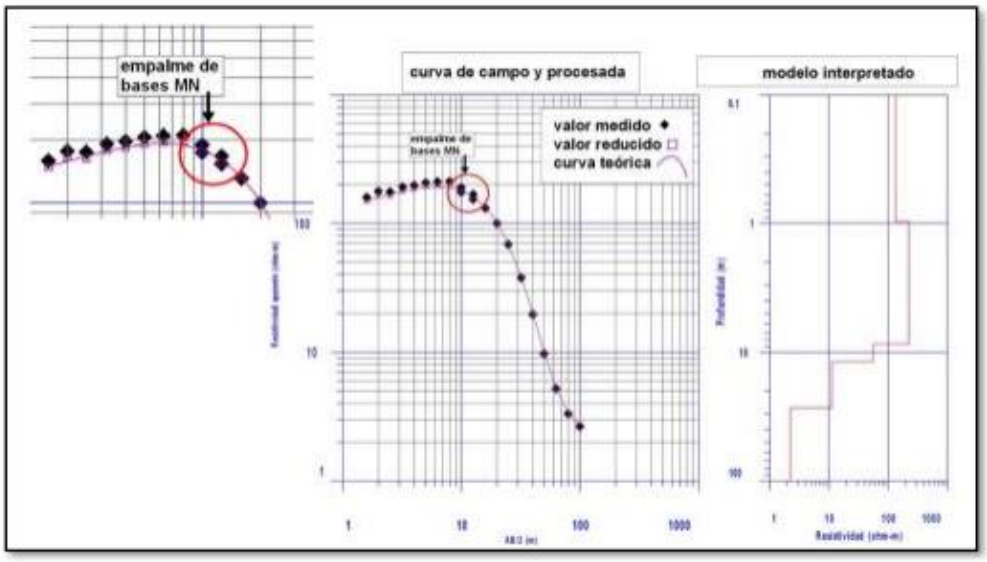
Figura 3. Esquema de un dispositivo Schlumberger para un SEV



Para efectuar un SEV se va aumentando la distancia AB a fin de ir obteniendo valores de resistividad aparente a profundidades crecientes, manteniendo constante la distancia MN. La diferencia de potencial entre los electrodos MN va disminuyendo al aumentar la distancia AB, por lo que a partir de un determinado momento es necesario aumentar la distancia MN a fin de que el valor medido esté dentro de la resolución instrumental. (Luís & Torres, 2012)

A la secuencia de los valores AB/2 resistividad aparente representados en escala logarítmica se la denomina “curva de campo” de un SEV (Figura 3). Los valores de resistividad obtenidos en los cambios de base son normalmente distintos, por lo que se produce un desplazamiento de la curva, que es necesario corregir antes de efectuar el proceso de inversión. Esta corrección consiste en desplazar los valores la magnitud dada en el empalme, para lo que pueden seguirse varios criterios; en el ejemplo de la Figura 3 se ha dejado fijo el tramo posterior al empalme, obteniendo los valores que hemos denominados “reducidos” para el primer segmento. (Luís & Torres, 2012)

Figura 4. Curvas datos de campo de un SEV (ejemplo)



La inversión de la curva de campo permite obtener el modelo de distribución de la resistividad del subsuelo en función de la profundidad (Luís & Torres, 2012). Este proceso, como en todos los métodos geofísicos, consiste básicamente en encontrar una distribución de capas del subsuelo cuya potencia y resistividad de lugar a una curva teórica AB/2 resistividad igual a la medida en campo.

5.6.2 Resistividad Eléctrica

Si el subsuelo está compuesto por un medio infinitamente espeso, homogéneo e isotrópico, o sea con materiales de la misma textura y propiedades físicas, entonces la resistividad calculada será la resistividad verdadera de ese medio (la Tierra). De otra manera, la resistividad calculada se denomina "Resistividad Aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

En general, para un medio heterogéneo, la resistividad aparente depende de la geometría, del espaciamiento y de la orientación del arreglo de electrodos del dispositivo de medición (Schlumberger de 4 electrodos), siendo afectada por cambios laterales en el terreno (fallas,

fracturas), y dependiendo en un alto porcentaje de la distribución espacial de materiales rocosos con resistividades eléctricas diferentes, causadas por cambios en su porosidad, permeabilidad, dureza y saturación de humedad. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Un estimativo de la verdadera Resistividad de los materiales rocosos que componen el subsuelo a diferentes profundidades es calculado a partir de las resistividades aparentes leídas usando diferentes espaciamientos y arreglos electrónicos (Schlumberger, Wenner, Polo Dipolo, etc.), para los cuales existe un software muy completo, diseñado para interpretar curvas de campo obtenidas con varios arreglos de electrodos. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Figura 5. Valores resistividad eléctrica de diferentes rocas y minerales

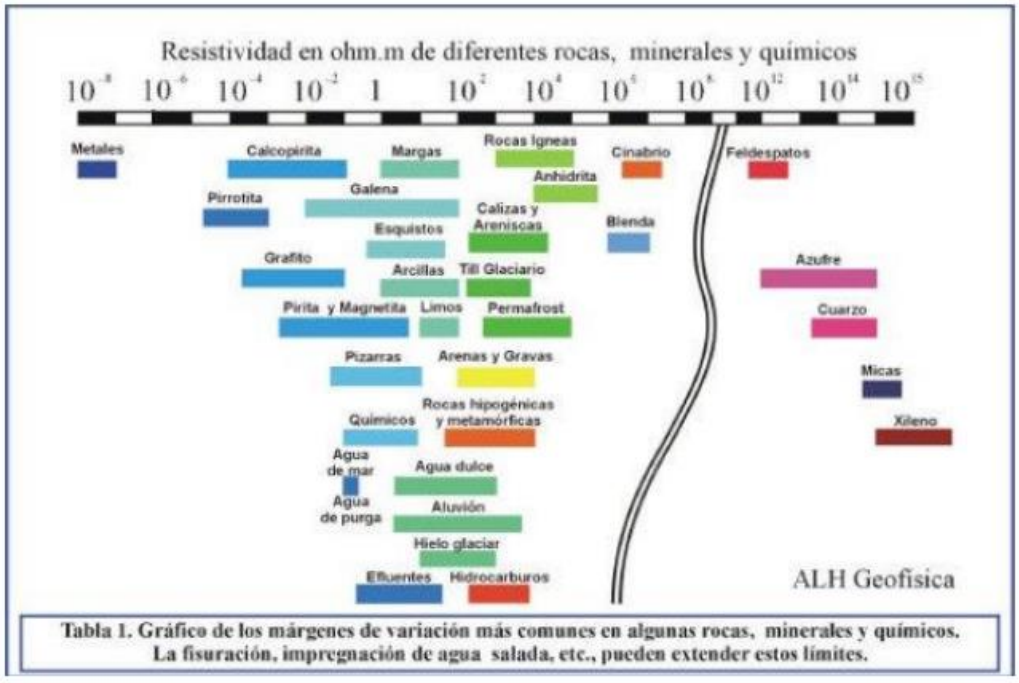
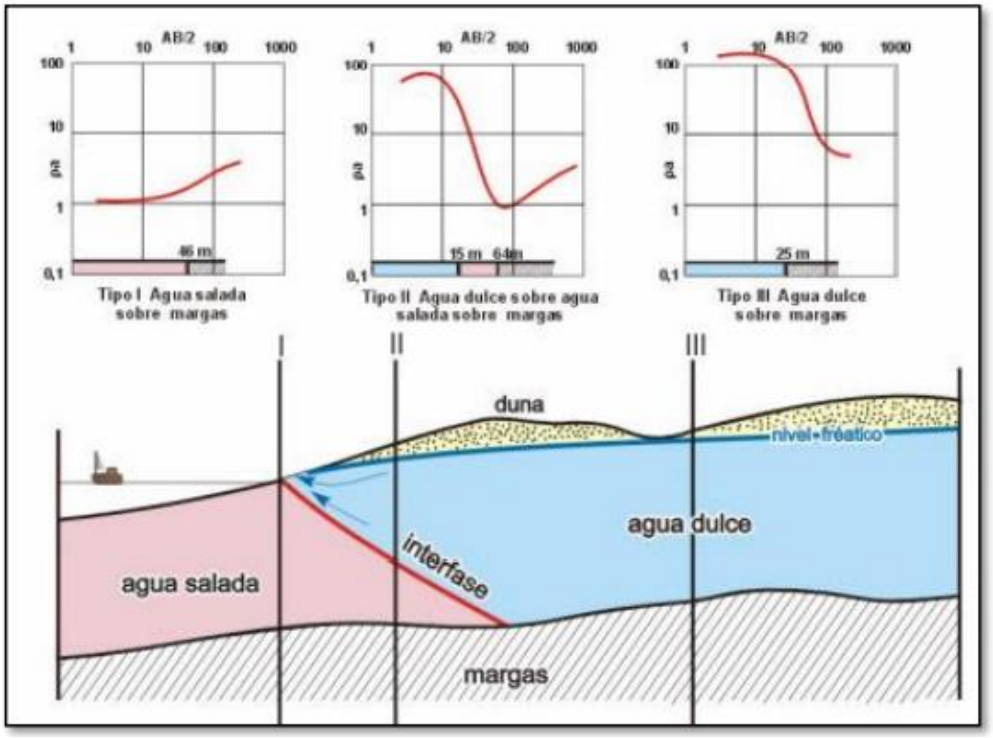


Tabla 1. Gráfico de los márgenes de variación más comunes en algunas rocas, minerales y químicos. La fisuración, impregnación de agua salada, etc., pueden extender estos límites.

Un ejemplo práctico del resultado del software para las resistividades eléctricas de diferentes rocas y minerales:

Figura 6. Sección eléctrica



El software de interpretación de estos datos geofísicos hace los ajustes necesarios para comparar la curva de campo con las curvas teóricas calculadas para diferentes algoritmos por varios autores (Orellana, Zhody, Bobachev y otros). Esta comparación, genera uno o varios modelos detallados de 4, 5 o 6 capas, y espesores y/o profundidades, los cuales se analizan cuidadosamente, seleccionando el mejor ajustado a las condiciones existentes en profundidad bajo la superficie de los dos pozos. O sea, que es representativo de los diferentes niveles rocosos que se encuentran realmente en el subsuelo, y es correlacionable con la geología local. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.7 Procedimiento de campo para sondeos Schlumberger

Para hacer un sondeo con el arreglo Schlumberger, la distancia entre los electrodos de corriente (A y B) se aumenta a partir del centro del dispositivo, como una sucesión de incrementos logarítmicos casi iguales (usualmente a la rata de 6 puntos por década), y la

resistividad aparente es calculada en cada espaciamiento de electrodos por medio de una ecuación que calcula este parámetro. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La distancia entre los electrodos de potencial (M y N), se mantiene fija para una serie de espaciamientos sucesivos de los electrodos de corriente (A y B). Este espaciamiento se interrumpe periódicamente, luego, la distancia entre los electrodos de potencial se aumenta, y la resistividad aparente se recalcula en este punto o empalme, para luego continuar expandiendo los electrodos de corriente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

El propósito de aumentar periódicamente la distancia entre los electrodos de potencial es para mantener un adecuado nivel de señal (milivoltios) entre los electrodos M y N, que sea significativa para calcular la Resistividad aparente. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La condición que (AB/2) sea más grande que, o igual a 5 veces (MN/2) se debe mantener para aproximarse adecuadamente a la medición del campo eléctrico (que es el gradiente del potencial eléctrico) al centro del arreglo de electrodos.

5.8 Técnicas de interpretación de Sondeos Eléctricos Verticales

La interpretación de una curva de un Sondeo Eléctrico Vertical, consiste en encontrar un modelo detallado del subsuelo, compuesto por materiales con diferentes resistividades y espesores y/o profundidades, de manera que la curva calculada para el modelo coincida con la curva de campo. Este modelo es sólo uno entre muchos otros que producen curvas de sondeos que también se ajustan con poco error a la curva obtenida en el campo. Esta similitud de modelos se conoce como “Equivalencia”. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

La capacidad de análisis del intérprete, y las restricciones impuestas por la geología del área, basadas en resistividades típicas para ciertos tipos de rocas, ayudan mucho en eliminar muchos modelos matemáticamente equivalentes, y muy alejados de la naturaleza de las verdaderas unidades geológicas que se encuentran en el subsuelo (Ejemplos: Areniscas, por arcillas secas, basamento impermeable, rocas impermeables como acuíferos, espesores irreales, Resistividades muy altas o bajas, etc.).(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.9 Procedimiento para la recolección de datos

La curva del sondeo se grafica en el campo sobre un papel logarítmico log-log 3X3, y los datos de corriente (I) y potencial (mV) se anotan en una cartera especial, calculando la resistividad aparente de cada estación al hacer las mediciones sobre una línea de sondeo.

Se utiliza este sistema para identificar y corregir errores hechos por el operador o los ayudantes que manejan los cables, lo mismo que identifica el ruido geológico generado por cercas eléctricas o líneas de alto voltaje, también se detectan fugas de corriente o daños en el equipo. Se utilizan modernos equipos digitales para corriente continua DC, con sensibilidad en el rango de microvoltios y miliamperios, de alta impedancia de entrada, buena eliminación de ruido, y fuentes reguladas de alto voltaje hasta 800v DC, que generan un campo primario muy potente, con excelente resolución en casi todo tipo de terreno, Varillas de acero inoxidable # 304 se utilizan para los electrodos de corriente y potencial, que se conectan por cables de calibre No.12, especiales para estudios geofísicos.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.10 Procesamiento de datos e interpretación

La curva de campo se suaviza si es necesario, eliminando puntos fuera de continuidad, y digitalizándola por medio de 6 puntos igualmente espaciados en una década logarítmica, comenzando a partir del mayor valor de AB/2.

La razón de digitalizar la curva en 6 puntos igualmente espaciados por década, es para aumentar la velocidad de cálculo de varias curvas teóricas de sondeos, durante el proceso iterativo de ajuste (Zhody 1973). Los programas de interpretación aceptan curvas de campo o digitalizadas, y producen modelos detallados que se analizan, modifican y seleccionan para hacer la interpretación con el modelo que se considera más ajustado a las condiciones existentes en el subsuelo. El conocimiento de la geología del subsuelo es fundamental para obtener una aproximación acertada al modelo detallado y poder identificar zonas favorables con recursos de agua subterránea. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

5.11 Datos de campo

Las curvas de campo, AB/2, los valores de Resistividad y sus interpretaciones, son generados por medio de un software llamado IPI2WIN, este sirve para interpretar curvas de resistividades y polarización inducida, en una dimensión

5.12 Ejecución de los trabajos

El trabajo de campo se realizó en la vereda Las Tapias, se realizó el 16 de septiembre de 2025, aprovechando las mejores áreas de la zona, en busca de recursos explotables de agua subterránea. Para las mediciones se utilizó un equipo de Resistividad de alta precisión, con lectura digital, con todos sus accesorios. Los sondeos fueron realizados por el grupo de trabajo de JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS, un personal capacitado.

Figura 7. Equipo utilizado



Durante el trabajo de oficina se evaluó la calidad de las curvas de campo, y luego de algunos ajustes (digitalización, suaviza miento) se hizo la interpretación de los datos obtenidos en el campo, con la ayuda de programas para el procesamiento de datos geofísicos, que producen un modelo detallado de espesores y resistividades, equivalente a una sección de capas o niveles rocosos que se halla realmente en el subsuelo, debajo del sitio del sondeo. (RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

Esta actividad es complementaria a un reconocimiento detallado de la geología y morfología del área que se complementa con vistas satelitales del programa Google Earth, mapas geológicos del INGEOMINAS, e incluye un análisis del drenaje superficial, la topografía del relieve circundante al área seleccionada, y las zonas de recarga. La litología interpretada y su correlación con la geología existente en el subsuelo de la zona de estudio, se presentan en el capítulo 8 “Análisis de los Resultados”, donde también se hacen observaciones indicando las zonas de mayor saturación, para la evaluación de los niveles de agua localizadas dentro del modelo detallado, que se obtiene con el software de interpretación y se correlaciona con los datos sobre las condiciones geológicas existentes en el área donde se hizo el estudio geoeléctrico del subsuelo.(RESOLUCIÓN N° 0594 DE 2021, 2015)

6 INTERPRETACIÓN SEVS

Para este proyecto se realizaron 2 Sondeos Eléctricos Verticales para los cuales se tomó 1 punto por cada SEV, esto con el fin de obtener mejor información y abarcar todos los puntos necesarios para determinar la zona con mejores características geológicas e hidrológicas en beneficio del contratista. VER ANEXO 1

6.1 Interpretación SEV 1 y SEV-2

Figura 8. Ubicación SEV 1 Y SEV 2



Tabla 1. Coordenadas SEV 1- SEV2

	COORDENADAS DATUM MAGNA SIRGAS, ORIGEN BOGOTÁ		
No.	NORTE	OESTE	ALTITUD (m.s.n.m)
SEV - 1	3°43´25"	75°25´35"	738
SEV - 2	3°43´24"	75°25´36"	736.5

6.1.1 Geología y morfología

6.1.1.1 Depósitos Aluviales Cuaternarios (Qal)

En las planicies de inundación y terrazas de los ríos Amoyá, Tuluní, Cucuana y otras quebradas, se encuentran depósitos cuaternarios recientes. Estos sedimentos están compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, poco consolidados, que han sido transportados y depositados por la dinámica fluvial. Son los materiales más jóvenes del municipio y constituyen suelos fértiles, aprovechados para la agricultura. Además, reflejan los procesos geomorfológicos actuales de erosión y sedimentación.

6.1.1.2 Formación Barzalosa

Corresponde al Paleógeno tardío (Eoceno–Oligoceno) y se compone de conglomerados, areniscas y limolitas con intercalaciones de lutitas. Se originó en ambientes continentales dominados por ríos trenzados y abanicos aluviales, donde la energía del transporte era alta. Estos depósitos marcan una etapa de levantamiento y erosión intensa en la cordillera, cuando grandes volúmenes de material fueron arrastrados hacia las cuencas bajas. En Chaparral, aflora en colinas intermedias y conserva estructuras sedimentarias típicas de sistemas fluviales antiguos.

6.1.1.3 Grupo Honda

El Grupo Honda, del Mioceno (Neógeno), es famoso por su riqueza paleontológica en Colombia. Está constituido por lutitas grises y verdosas, areniscas finas a medias y conglomerados, depositados en ambientes continentales como planicies aluviales, lagunas y sistemas fluviales meándricos. En Chaparral, aflora en varios sectores intermedios y bajos

del relieve. Su importancia radica en que guarda evidencias fósiles que permiten reconstruir el ambiente selvático y húmedo que dominó esta región hace unos 12 millones de años.

6.1.1.4 Formación Caballos

La Formación Caballos es de edad Cretácica (Aptiano–Albiano). Está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas, intercaladas con lutitas y niveles carbonosos. Su origen se asocia a ambientes marinos someros y estuarinos que transicionaron hacia sistemas fluviales. En Chaparral, esta formación aflora en zonas vinculadas al valle superior del Magdalena, representando el registro de la transgresión marina que inundó gran parte del territorio colombiano durante el Cretácico.

6.1.1.5 Formación Payandé

Esta formación es de edad Triásico superior (Noriano–Rhaetiano). Se distingue por sus calizas biomicríticas y micríticas, con presencia de chert y niveles fosilíferos. Representa un ambiente marino somero en el cual se acumularon carbonatos en plataformas relativamente tranquilas. En Chaparral, aflora en sitios como la quebrada Copete, y constituye uno de los registros más antiguos del municipio. Su presencia evidencia la historia temprana de la apertura de cuencas sedimentarias durante la fragmentación de Pangea

7 MORFOLOGÍA DE ESUDIO

7.1 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Chaparral se inscribe en la zona de contacto entre la cordillera Central y el Valle Superior del Magdalena, por lo que su estructura es el resultado directo de la larga historia orogénica andina. Desde el Neógeno la región ha estado sometida a un régimen compresional derivado de la subducción de la placa de Nazca bajo Sudamérica; ese esfuerzo horizontal acumulado generó levantamiento, doblamiento y acortamiento cortical. El resultado es un mosaico de paquetes sedimentarios plegados y desplazados por cabalgamientos y fallas inversas, interrumpidos localmente por intrusivos ígneos que afloran como núcleos resistentes en los relieves.

Los pliegues y estructuras dobladas son frecuentes en las unidades sedimentarias que afloran en el municipio: las capas carbonáticas, areniscas y lutitas muestran pliegues con ejes subparalelos a la dirección general de la cordillera. A escala de mapa predominan anticlinales y sinclinales que controlan la orientación de valles y cerros; estos pliegues habitualmente están ligados a zonas de cizalla y a superficies de desplazamiento mayores donde se concentra el acortamiento. En muchos sitios los estratos doblados se fracturan y muestran fallas menores que reflejan distintas etapas del esfuerzo tectónico.

Las fallas de tipo inverso/thrust son estructuras de primer orden en el área: planos de cabalgamiento que emplacaron paquetes más jóvenes sobre secuencias más antiguas y que han sido responsables del emplazamiento diferencial de formaciones como las cretácicas sobre las neógenas. Además de estas fallas compresionales, existen fallas con componente de desplazamiento lateral y rampas oblicuas —es decir, fallas con componente transcurrente

que acomodan la deformación en direcciones no puramente perpendiculares a la cadena—. Estas estructuras se traducen en líneas de contacto abruptas entre litologías de distinta resistencia y en cambios bruscos de pendiente en el terreno.

La presencia del Batolito de Ibagué y cuerpos ígneos asociados introduce otra faceta estructural: intrusiones plutónicas han deformado las rocas encajantes, generado halos metasomáticos y controlado la litología de las pendientes. Los contactos ígneo-sedimentarios suelen ser superficies de fractura preferente y muchos valles y quebradas siguen esos contactos o las zonas de alteración asociadas. En las rocas plutónicas se observa una red de diaclasado y falla que condiciona la escorrentía y la susceptibilidad a procesos de remoción en masa.

A escala geomorfológica las estructuras tectónicas controlan la distribución de suelos, la ubicación de terrazas aluviales y la red hidrográfica: las fallas y pliegues orientan drenajes, actúan como drenajes preferentes y definen cuencas locales. Las superficies de falla activas o reactivadas pueden generar zonas de mayor inestabilidad donde se concentra la erosión, los deslizamientos y los depósitos coluviales que, a su vez, rellenan depresiones estructurales. Esta relación entre estructura y geomorfología es clave para entender riesgos geológicos y la distribución de recursos (agua, materiales de construcción).

Finalmente, en términos de sismicidad y peligrosidad, la estructura de acortamiento y las fallas activas o recientemente reactivadas implican que el área puede responder a esfuerzos regionales con actividad sísmica localizada; aunque la mayoría de los movimientos registrados históricamente han sido de baja a moderada magnitud, la configuración de fallas inversas y rampas significa que existe potencial de eventos sísmicos que afecten el relieve y

la infraestructura. Para proyectos puntuales (obras civiles, planeación de asentamientos, estudios de riesgo) conviene siempre analizar el trazado de fallas locales con cartografía estructural detallada (p. ej. Plancha geológica SGC, perfiles geológicos y relevamientos de campo) para ubicar con precisión cabalgamientos, corrimientos y zonas de falla.

8 GEOMORFOLOGIA

- **Ubicación y contexto geográfico**
    - Chaparral se encuentra en el sur del Tolima, en la vertiente oriental de la cordillera Central de los Andes colombianos, ocupando un espacio de transición hacia el valle del río Magdalena.
    - Su posición geográfica le otorga una marcada diversidad de paisajes: desde las zonas bajas cálidas en el piedemonte hasta los ambientes de montaña de la cordillera, con relieves abruptos y escarpados.
    - Esta ubicación en la interfase cordillera–valle convierte al municipio en un punto estratégico para comprender la dinámica geomorfológica de los Andes centrales.
- **Altitud y relieve**
    - El rango altitudinal es muy amplio: desde aproximadamente **328 metros sobre el nivel del mar** en las partes más bajas hasta **4.112 metros** en los sectores de mayor altura.
    - La altitud promedio está alrededor de **1.500 metros**, lo que indica un predominio de terrenos de montaña media y alta.
    - El relieve es abrupto y de fuertes pendientes, con presencia de cuchillas, escarpes, laderas inestables, cañones profundos y divisorias montañosas.
    - Los valles de los ríos se encuentran profundamente encajonados, lo que evidencia procesos intensos de erosión fluvial y levantamiento tectónico.

- **Estructura geológica y formaciones**
    - El sustrato rocoso está compuesto por una variedad de litologías que incluyen calizas, areniscas, lutitas, esquistos y rocas volcánicas, reflejando una larga evolución geológica.
    - En zonas como Tuluní y Amoyá afloran rocas sedimentarias de origen marino, entre ellas calizas con intercalaciones de chert, que evidencian ambientes depositacionales antiguos.
    - También están presentes materiales volcánicos asociados al vulcanismo andino, que cubren sectores altos de la cordillera y aportan suelos fértiles, aunque en ocasiones poco estables.
    - La acción tectónica ha fracturado muchas de estas rocas, favoreciendo la inestabilidad de laderas y la infiltración de aguas subterráneas.

- **Geomorfología kárstica**
    - En varias veredas del municipio se han identificado rasgos kársticos asociados a las rocas calizas, como cuevas, sumideros y drenajes subterráneos.
    - Estos sistemas kársticos modifican el escurrimiento superficial y subterráneo, generando acuíferos locales y paisajes únicos con cavernas.
    - La disolución de las calizas en contacto con aguas ligeramente ácidas ha modelado el terreno, creando depresiones cerradas y suelos con alta porosidad.

- Este tipo de geomorfología influye en la disponibilidad de agua, pero también plantea riesgos de hundimientos y subsidencias.

- **Dinámica tectónica y fallas geológicas**
  - La región se encuentra atravesada por fallas geológicas activas de la cordillera Central, lo que explica la sismicidad y los procesos de fracturamiento del terreno.
  - Estas fallas han generado agrietamientos, desplazamientos diferenciales y deformaciones en suelos y rocas, con afectación en viviendas y vías rurales.
  - La actividad tectónica, combinada con la topografía inclinada, favorece la ocurrencia de deslizamientos y movimientos en masa.
- **Procesos erosivos e hídricos**
  - La acción de los ríos Amoyá, Saldaña, Tuluní y sus afluentes ha excavado profundos cañones y valles encajonados que marcan el paisaje.
  - Las fuertes precipitaciones aceleran la erosión de suelos en laderas y promueven procesos de remoción en masa.
  - Los ríos transportan grandes volúmenes de sedimentos que se acumulan en las partes bajas, formando terrazas fluviales y depósitos aluviales.
  - En sectores altos, la escorrentía superficial genera cárcavas, barrancos y desprendimientos de material, que son indicadores de la fragilidad del terreno.
- **Riesgos geomorfológicos**

- El relieve accidentado, la inestabilidad de los suelos y las lluvias intensas hacen que el municipio sea muy susceptible a deslizamientos.
- Se han identificado fallas locales y movimientos en masa en zonas rurales y en sectores como el Cañón de Las Hermosas.
- Los procesos de subsidencia asociados al karst también representan un riesgo para las comunidades asentadas en estas áreas.
- La erosión acelerada afecta la productividad agrícola y la estabilidad de las vías, lo que impacta directamente en el desarrollo económico local.

- **Usos del suelo condicionados por la geomorfología**
  - La topografía ha limitado la expansión urbana a un pequeño porcentaje del municipio, mientras que la mayor parte del territorio es rural y de difícil acceso.
  - Las zonas de valle y terrazas fluviales concentran la agricultura más productiva, mientras que en las laderas y pendientes se practican cultivos de café, maíz y otros productos adaptados al relieve.
  - En las áreas de montaña alta, la vegetación natural y los ecosistemas de páramo cumplen un papel clave en la regulación hídrica.
  - El relieve accidentado dificulta la construcción de infraestructura vial y de servicios, lo que ha condicionado históricamente el aislamiento de varias veredas.

- **Paisaje geomorfológico general**

- El municipio puede describirse como un mosaico de ambientes geomorfológicos:
    - Zonas bajas de piedemonte con terrazas fluviales y colinas redondeadas.
    - Valles intermedios encajonados con ríos de caudal abundante y laderas empinadas.
    - Áreas montañosas altas con cumbres, cuchillas y páramos, donde predomina la erosión pluvial y glaciar antigua.
    - Sectores kársticos con cuevas, sumideros y drenaje subterráneo.
- Esta combinación de formas hace de Chaparral un territorio con gran riqueza paisajística y un laboratorio natural para estudiar la interacción entre tectónica, clima e hidrología.

9 HIDROGEOLOGÍA

- Chaparral posee una red hidrográfica abundante debido a su ubicación en la vertiente oriental de la cordillera Central y a la influencia de climas húmedos que aportan gran cantidad de precipitaciones.

- El municipio se integra principalmente a la **cuenca del río Saldaña**, que es uno de los afluentes más importantes del río Magdalena.
- La configuración hidrogeológica está condicionada por la geología del terreno, con presencia de acuíferos superficiales en depósitos aluviales, acuíferos fracturados en formaciones rocosas y drenajes subterráneos asociados a sistemas kársticos.

Red hidrográfica superficial

- Los principales ríos que drenan el territorio son el **Saldaña, Amoyá, Tuluní, Anamichú y Davis**, además de múltiples quebradas menores.
- Estos ríos han excavado profundos cañones y valles, donde circulan corrientes de régimen torrencial en temporadas de lluvia.
- El agua superficial es la principal fuente de abastecimiento para la población y actividades agrícolas.
- Existen microcuencas estratégicas que alimentan acueductos rurales y que requieren conservación debido a la presión sobre los recursos hídricos.

Acuíferos y aguas subterráneas

- En las **zonas bajas**, los depósitos aluviales y coluviales conforman acuíferos libres y semiconfinados de relativa importancia, aprovechados en pozos someros.

- En las **laderas medias y altas**, el agua subterránea se concentra en acuíferos fracturados, alojados en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias con abundantes fracturas y fisuras.
- En áreas de calizas se desarrollan **acuíferos kársticos**, donde la circulación del agua es rápida a través de cavernas, grietas y sumideros, lo que genera abundancia pero también vulnerabilidad a la contaminación.
- El potencial hidrogeológico de Chaparral es considerable, aunque está desigualmente distribuido según la geología local.

 Sistemas kársticos

- Asociados a las formaciones carbonáticas de Tuluní y Amoyá, se han identificado cuevas y sistemas de drenaje subterráneo que almacenan y transmiten agua.
- Estos sistemas permiten el desarrollo de manantiales y nacederos en las laderas, que abastecen acueductos veredales.
- La dinámica del karst es muy sensible a cambios de uso del suelo, deforestación y contaminación superficial.

 Recarga hídrica

- La **recarga natural** se da principalmente por la infiltración de lluvias en zonas de alta pendiente y cobertura boscosa.
- Los suelos permeables en terrazas y depósitos aluviales también favorecen la recarga de acuíferos someros.

- Los páramos y bosques de montaña funcionan como reguladores naturales, almacenando agua en suelos orgánicos y liberándola lentamente hacia quebradas y ríos.

Manantiales y nacimientos de agua

- Son abundantes en todo el municipio, especialmente en las zonas medias y altas.
- Muchos acueductos comunitarios dependen directamente de nacederos en laderas y quebradas.
- Estos manantiales son indicadores de la presencia de acuíferos locales y de zonas de recarga bien conservadas.

Riesgos hidrogeológicos

- La inestabilidad de laderas puede afectar manantiales y redes de acueducto, alterando la disponibilidad de agua.
- La contaminación difusa de fuentes hídricas, producto de la agricultura y el mal manejo de residuos, amenaza la calidad del agua subterránea y superficial.
- Los sistemas kársticos son especialmente vulnerables, ya que la filtración rápida no permite procesos de depuración natural.

10 ANÁLISIS DERESULTADOS

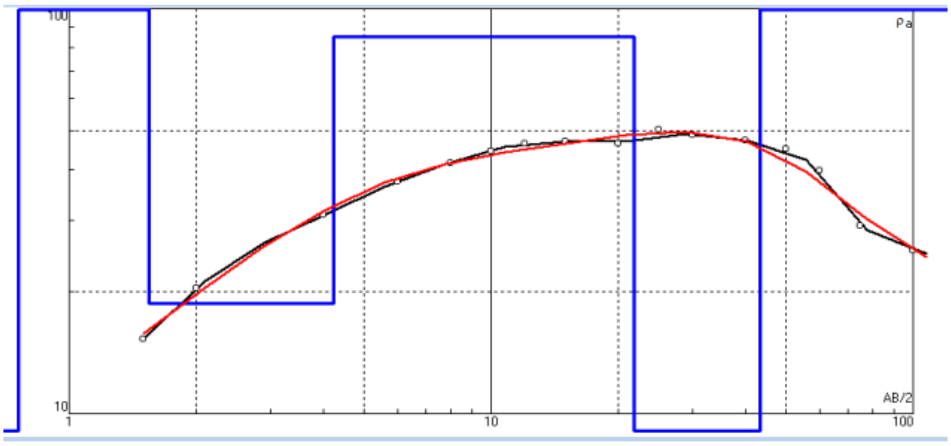
Usando las resistividades eléctricas encontradas a partir de la Ley de Archie, las conductividades eléctricas medida en el agua subterránea y a partir de los trabajos realizados de Geoeléctrica para aguas subterráneas en esta región y los datos del inventario o reconocimiento de aljibes y litologías de la zona, se interpretó el modelo de distribución de resistividad y se proponen la tabla de resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).

Las curvas interpretadas se correlacionaron con el fin de obtener una sección geoeléctrica del subsuelo que muestran la continuidad o discontinuidad de las capas espacialmente. En las siguientes tablas se muestra la caracterización litológica correspondiente los datos de resistividad.

10.1 Análisis SEV 1

10.1.1 Curva de resistividad SEV 1

Tabla 2. Curva de resistividad en el SEV1 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 1				COORDENADAS	
				3°43´09" N	75°31´21" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretación litológica	
1	1	1	25	Cobertura vegetal	
2	19	20	389	Gravas intercaldas con arcillas	
3	35	55	800	Arenas cementadas	
4	37	92	75	Arcillas intercaladas con arenas	
5	27	119	550	Arenisca cuarzosa	

El modelo del SEV 1 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 2 y Ver anexo 1 con el pre diseño del pozo. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 25 Ohm-m y espesor de 1.0 metro. La capa (2) con un espesor de 19.0 metros, tope a un metro y resistividad de 389 Ohm-

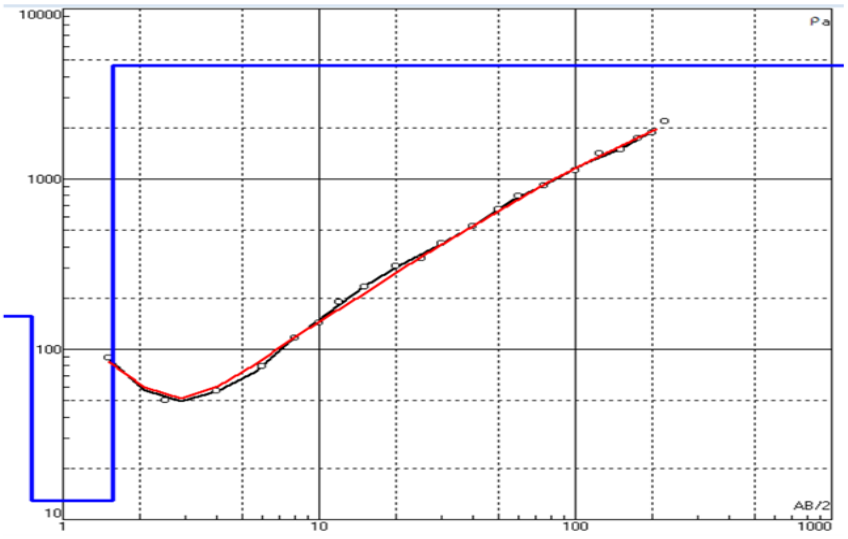
m, se interpreta como Gravas intercaladas con arcillas. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Arenas cementadas (3) con resistividad de 800 Ohm-m, tope a los 20.0 metros y espesor de 35. Luego se interpreta una capa de Arcillas intercaladas con arenas (4) con una resistividad de 75 Ohm-m, espesor de 37 metros y tope a los 55 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Arenisca Cuarzosa, con una resistividad de 550 Ohm-m, tope a los 75 metros y espesor de 27 metros.

Figura 9 Columna estratigráfica SEV 1



10.1.2 Curva de resistividad SEV 2

Tabla 3. Curva de resistividad en el SEV2 obtenida por el SOFTWARE



INTERPRETACIÓN SEV 2				COORDENADAS	
				3°43´22" N	75°31´22" W
Capa	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad (ohm.m)	Interpretacion litologica	
1	1	1	27	Cobertura vegetal	
2	29	30	250	Arena limosa	
3	35	65	1110	Roca meteorizada	
4	45	110	95	Arcillas intercaladas con arenas	
5	25	135	385	Conglomerado	

El modelo del SEV 2 está conformado por 5 niveles de resistividades distintas. La información se encuentra resumida en la Tabla 3. La primera capa corresponde a suelo (1) con una resistividad de 27 Ohm-m y espesor de 1.0 metro. La capa (2) con un espesor de 29 metros, tope a los 1.0 m y resistividad de 250 Ohm-m, se interpreta como Arenas limosas. La siguiente capa identificada en este modelo corresponde a Roca meteorizada (3) con

resistividad de 1110 Ohm-m, tope a los 30 m y espesor de 35 metros. Luego se interpreta una capa de Arcillas intercaladas con arenas (4) con una resistividad de 95 Ohm-m, espesor de 45 metros y tope a los 65 metros. La capa interpretada (5) corresponde a Conglomerado, con una resistividad de 385 Ohm-m, tope a los 110 metros y espesor de 25 metros.

Figura 10. Columna estratigráfica SEV 2



11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se debe recordar que la geofísica y la tomografía es un método económico y rápido para analizar las estructuras del subsuelo, en donde se puede obtener perfiles de resistividad de las formaciones, que se relacionan con ciertas características de las rocas, pudiéndose identificar algunas tendencias. Por esta razón siempre es necesario corroborar la información obtenida en campo con perforaciones exploratorias y correlacionarlas con sondeos y perfiles para que de esta manera se pueda tener información más exacta de la geología subterránea del sector.(*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

El estudio geoeléctrico es un método de análisis indirecto, el cual a través de la toma lecturas de resistividad eléctrica y su posterior interpretación mediante un software, el cual se usa para determinar de manera aproximada la litología presente en el área de estudio, más no para establecer el caudal de explotación del recurso hídrico subterráneo que puede brindar un pozo profundo en dicha área.

Geológicamente la zona de estudio, está conformada por formaciones como: Depósitos aluviales, Formación Saldaña y Payande.

De acuerdo con el modelo Geoeléctrico obtenido del **SEV-1** se presenta una **(1)** zona de posible descarga de acuíferos para la extracción de agua subterránea, que se correlacionan con las unidades geoeléctrica, geológicas e hidrogeológicas, esta se presenta aproximadamente entre los 100 hasta 120 metros de profundidad.

Se recomiendo perforar un pozo hasta una profundidad de 120 metros, en la Vereda Tapias

De acuerdo con los resultados obtenidos de la lectura de campo del **SEV-1** el espesor del acuífero y las formaciones geológicas encontradas en el área de estudio, se elabora el

prediseño de un pozo exploratorio de (120) metros de profundidad, en diámetro de seis (6”) pulgadas, con tubería ciega noventa (90) Metros de tubería ciega en y setenta (70) metros de tubería ranurada, esto con el fin de tener un mejor caudal y aprovechar las condiciones litoestratigráficas.

Esta perforación se llevará a cabo hasta la profundidad de aproximada de 120 metros con un radio de 225 metros de influencia de los SEV realizados en el predio. La profundidad y el diámetro de tubería a utilizar en la construcción del pozo, dependerá según la formación o fallas geológicas encontradas en el área de estudio, es decir, dependiendo del potencial de aporte hídrico de las muestras obtenidas a una profundidad de x y de la formación y su dureza, se decidirá si es viable perforar metros adicionales o completar el pozo. (*Resolución N° 0951 de 2021*, 2021)

12 REFERENCIAS

INGEOMINAS. (1993). *Estudio geológico-geotécnico e identificación de amenazas geológicas en 20 cabeceras municipales del departamento del Tolima: Chaparral* [Informe técnico]. Servicio Geológico Colombiano. Disponible en: https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13314

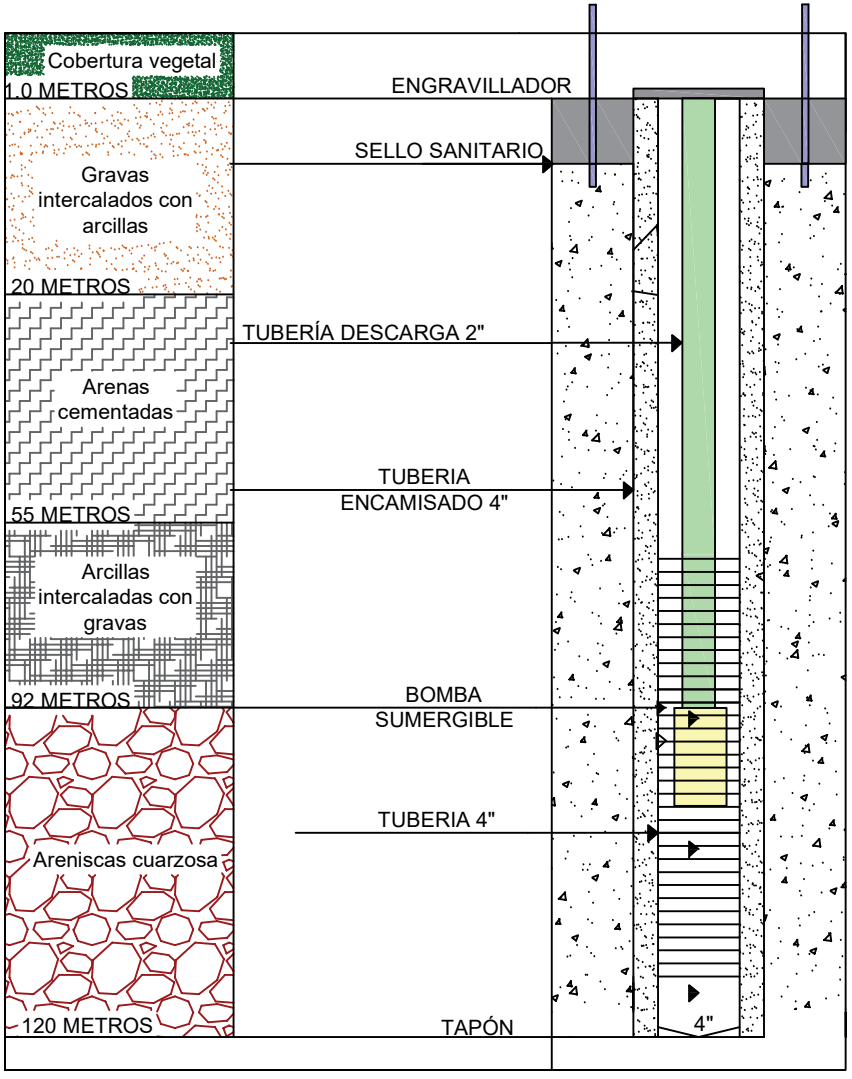
Valdivieso Bohórquez, G. E. (2019). *Sedimentología y mineralogía de la Formación Payandé en el sector Quebrada Copete en Chaparral, Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76932

Valdivieso Bohórquez, G. E., & Moreno Murillo, J. C. (2020). Evaluación del sistema cárstico Copete-Tuluní, municipio de Chaparral (Tolima, Colombia). *Revista Luna Azul, 50*(1), 196-221. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8502724

Cortolima. (s. f.). *Corporación Autónoma Regional del Tolima*. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de https://www.cortolima.gov.co

ANEXO 1

DISEÑO POZO



CONVENCIONES

FILTRO
TUBERÍA CIEGA
EMPAQUE
GRAVILLA
SELLO SANITARIO

JA INGENIERIA Y PERFORACIONES SAS

DISEÑO POZO

Municipio: Chaparral
Departamento: Tolima
Profundidad de perforación: 120 metros
Diámetro del pozo: 4 pulgadas

Convenciones

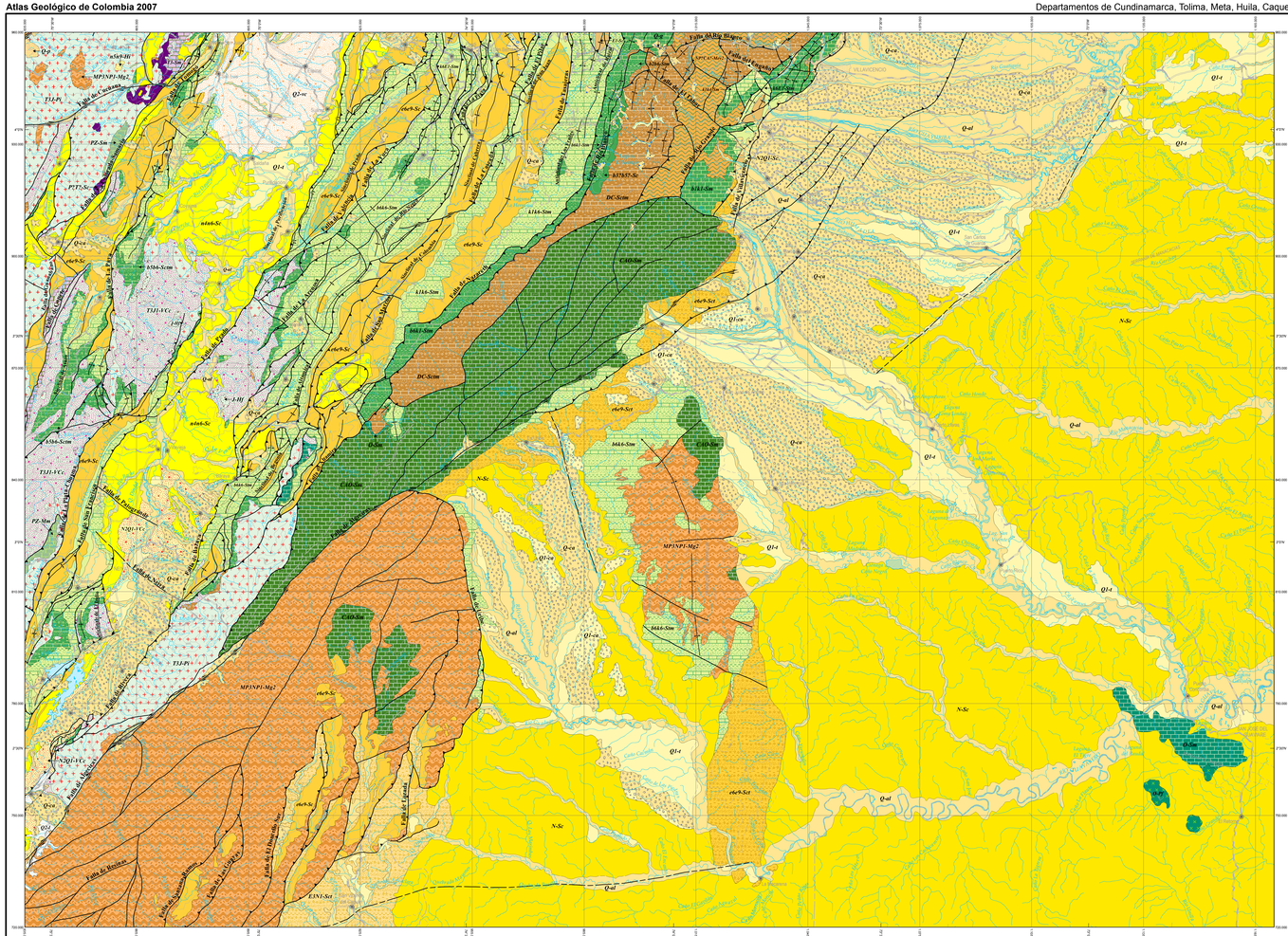
SIN ESCALA

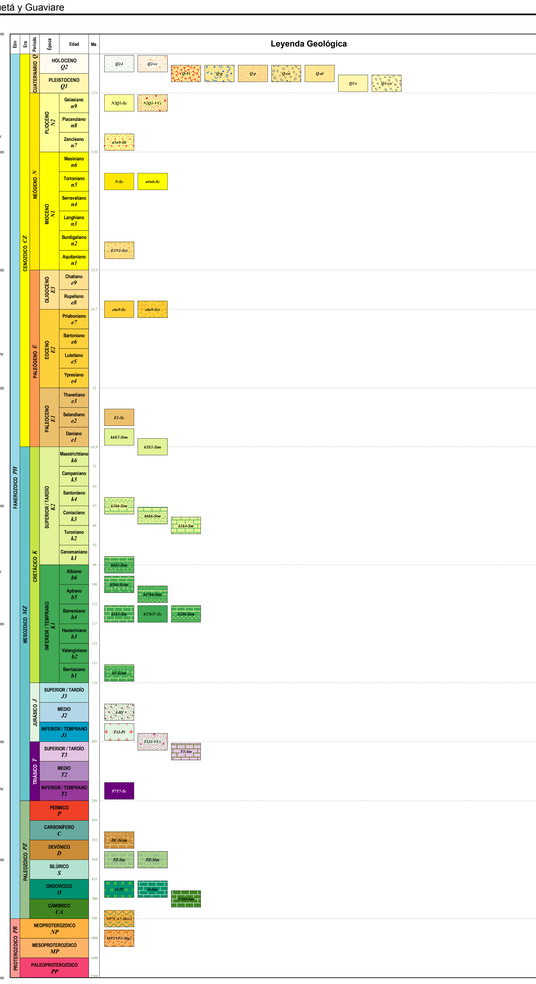
SEPTIEMBRE

Plano número: 1

ANEXO 2

MAPA GEOLÓGICO





Descripción

Q2-al: Depósitos aluviales.
Q2-vc: Flujos volcanoclásticos constituidos por piroclastos y epiclastos de composición andesítica y dacítica.
Q-Kf: Andesitas porfíricas.
Q-g: Depósitos glaciares.
Q-pc: Depósitos de cenizas y tapiti de composición andesítica.
Q-vac: Abanicos aluviales y depósitos coluviales.
Q-al: Depósitos aluviales y llanuras aluviales.
Q1-t: Terrazas aluviales.
Q1-vac: Abanicos aluviales disectados.
N-Sc: Conglomerados de bloques a guijos con intercalaciones de arcillas y arenitas de grano fino a grueso.
N-Sc(-V-Cv): Arenitas feldespáticas y líticas, arcilitas y conglomerados con abundantes trozos de andesitas y dacitas.
mTeA-Sc: Porfidos andesíticos y dacíticos.
N-Sc: Conglomerados y arenitas poco consolidadas con matriz ferruginosa y arcillosa.
mTeA-Sc: Arenitosas líticas con intercalaciones de arcilolitas de color gris-verdosos y conglomerados.
E3-Sc: Arcilitas rojizas, arenitas líticas, e intercalaciones de conglomerados ferruginosos. Presenta vetillas de yeso y capas de carbón.
eNeN-Sc: Intercalaciones de capas rojas de conglomerados, arenitas líticas conglomeráticas y arcilolitas.
eNeN-Sc(-Scm): Arenitas de grano fino a conglomeráticas, interestratificadas con arcilolitas y limolitas. Ocasionales lentes de hierro oolítico y carbón.
E1-Sc: Conglomerados intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas arenosas.
kkE1-Sm: Arcilolitas rojizas con intercalaciones de cuarcoarenitas de grano fino. Localmente niveles de carbón a la base.
kTcT-Sm: Cuarcoarenitas de grano fino a conglomeráticas, intercaladas con lodolitas, limolitas y arcillolitas de color gris oscuro.
k1Ls-Sm: Shales, calizas, fosforitas, chert y cuarcoarenitas. Predominio de facies finas al norte del Cocuy; facies más arenosas al sur.
k4Ls-Scm: Shales, calizas, arenitas, chert y fosforitas.
k1Ls-Scm: Lodolitas grises con intercalaciones medianas de calizas, cuarcoarenitas y lentes delgados de carbón.
k4Lt-Sm: Cuarcoarenitas de grano grueso a conglomeráticas con niveles de lodolitas grises y lentes de carbón.
k1Ss-Scm: Conglomerados rojizos, arenitas feldespáticas y arcilolitas abigarradas; cuarcoarenitas, calizas y shales; en el tope cuarcoarenitas glauconíticas y ferruginosas.
kvTsN-Sm: Cuarcoarenitas, al tope glauconíticas o ferruginosas; parte media con intercalaciones de arcillolitas.
k1Ls-Sm: Arcilolitas y limolitas negras con intercalaciones menores de arenitas y calizas. Segmentos de cuarcoarenitas de grano fino a grueso y conglomerados.
kTcN-Sm: Cuarcoarenitas y cuarcoarenitas conglomeráticas.
k2Ss-Sm: Shales calcáreos o silíceos, chert, cuarcoarenitas y arenitas líticas, conglomerados gradados y calizas arenáceas.
k1-Scm: Conglomerados y brechas; arenitas de grano fino a conglomeráticas; calizas arenomarmóreas e intercalaciones de lodolitas negras.
J-Kf2: Pórfidos dacíticos y andesíticos.
TJJ-Pz: Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarcomonzonitas a cuarzodioritas.
TJJ(-V-Cv): Tobas, aglomerados y lavas, ocasionalmente intercalaciones de capas rojas de arenitas líticas y limolitas (Formación Saldaña).
TJ-Sm: Calizas interestratificadas con arcilolitas, limolitas, shales calcáreos y arenitas (Formación Payandé).
PTrT-Sc: Capas rojas de limolitas, arenitas de grano fino hasta conglomeráticas, conglomerados y brechas (Formación Luisa).
DC-Scm(-Sc): Cuarcoarenitas, arcilolitas, lodolitas grises, y ocasionalmente calizas y conglomerados.
PZ-Sm: Pizarras, filitas y limolitas micáceas, intercaladas con cuarcoarenitas ocasionalmente micáceas.
PZ-Mm: Mármoles con intercalaciones menores de cuarcitas.
O-PZ: Sienita nefelínica (Sienita Nefelínica de San José del Guaviare).
O-Sm: Lodolitas, shales, limolitas silíceas, metalimolitas, metarenitas feldespáticas y cuarcoarenitas con niveles de chert negro.
C-k1Ls-Sm: Filitas y pizarras que alternan con cuarcoarenitas y arenitas líticas (Grupo Guejar).
NPYC-k1-Mm(-): Esquistos grafíticos, cuarcomoscoviticos, dioríticos y anfibolíticos; filitas, cuarcitas, mármoles y serpentinitas.
MP1NP1-Mg2: Neises cuarcofeldespáticos, migmatitas, granulitas, anfibolitas, ortoneises, cuarcitas y mármoles.

Codificación de las Unidades Cronoestratigráficas del Atlas Geológico de Colombia

MP3NP1-Mg2

EDAD[1] + LITOLOGÍA + PROVINCIA

Mesoproterozoico-Neoproterozoico | Metamórfica en facies granulita | PLCMG

[1] Para las edades se acoge la International Stratigraphic Chart (IUGS, 2000)

Criterios Litológicos de Codificación

Litología	Rocas	Ígneas	Tipo de roca ígnea	Volcanitas (V)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m)
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Hipoabisales (Hi)	Composición	× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
				Plutónicas (P)	Composición	× Ultramáfica (u)
						× Máfica (m), -
						× Intermedia (i)
						× Félsica (f)
		Volcanoclásticas (V-C)			Ambiente	× Continental (c)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
		Sedimentarias (S)			Ambiente	× Continental (c)
						× Transicional [2] (t)
						× Marino (m)
						× Continental-Transicional [2] (ct)
						× Continental-Transicional [2] Marino (ctm)
						× Transicional [2] Marino (tm)
		Metamórficas (M)	Tipo de metamorfismo	Regional	Facies metamórficas	× Facies subesquisto verde (sev)
						× Facies esquisto verde (ev)
						× Facies anfibolita (a)
						× Facies granulita (g)
						× Facies eclogita (ecl)
						× Facies esquisto azul (ea)
						× Mármoles [3] (m)
				Dinámico (d)	Protolito	× Sedimentario (s)
		Depósitos	Tipo de depósito			× Aluvión (al)
						× De terraza (t)
						× De abanico (ca)
						× Paludal (l)
						× Morrénico (g)
						× De caída de cenizas (p)
						× De dunas (e)
						× De costas (m)
						× Vulcanoclástico (vc)

[2] Como de ambiente transicional se consideran llanuras deltáicas, pantanos costeros, llanuras intermareales y abanicos costeros.
[3] Rocas que ocurren en varias facies de metamorfismo.

Provincias Geológicas de Colombia

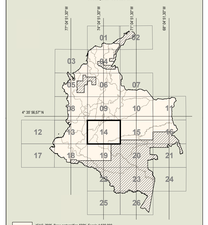


1 Provincia Litosférica Continental Paleoproterozoica Amazónica-**PLCPA**
2 Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana-**PLCMG**
3 Provincia Litosférica Oceánica Neoproterozoica? Arquía-**PLONA**
4 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental-**PLOCO**
5 Provincia Litosférica Oceánica Cretácica de La Guajira-**PLOCG**

Convenciones Geológicas

- Falla
- Falla inferida
- Falla cubierta
- Falla de rumbo dextral
- Falla de rumbo dextral cubierta
- Falla de rumbo sinestral
- Falla de rumbo sinestral cubierta
- Falla inversa o de cabalgamiento
- Falla inversa o de cabalgamiento cubierta
- Falla normal
- Falla normal inferida
- Falla normal cubierta
- Lineamiento
- Anticlinal
- Anticlinal cubierto
- Anticlinal con cabeceo
- Anticlinal con doble cabeceo
- Anticlinal con flancos invertidos
- Anticlinal volcado
- Anticlinal volcado con cabeceo
- Sinclinal
- Sinclinal cubierto
- Sinclinal con cabeceo
- Sinclinal con doble cabeceo
- Sinclinal volcado
- Sinclinal volcado cubierto
- Sinclinal volcado con cabeceo
- Volcán

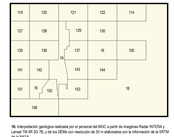
Mapa Índice



ISAC, 2006. Base cartográfica IGAC. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

ISAC, 2003. Mapa Digital Integrado de Colombia MGI. Escala 1:500.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

Fuentes de Información



1B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
2B. Interpretación geológica realizada por el personal del MGC a partir de imagenes Radar INTERA y Landsat TM-4R 5C 75, y de la CIDIN con reducción de 2/3 in elaborada con la información de la SIPTM de la MGA.
3B. GEOPHOTO SERVICES, Inc. 1985. Geologic map farea area. Escala 1:50.000. Bogotá.
4B. Segura, A. & Ramoni, G. 1963. Geología del Cuadrángulo I. CI Medina. Escala 1:200.000. INGEOMINAS. Ibagué.
5B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
6B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
7B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
8B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
9B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
10B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
11B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
12B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 285. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
13B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 304. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
14B. Ferreira, P., Núñez, A. & Rodríguez, M.A. 1996. Geología de la Plancha 323 Neiva. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
15B. Acosta, J. & Osorno, J.F. 1998. Geología de la Plancha 324 Tello. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
16B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 325. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
17B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 326. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.
18B. Velandia, F., Morales, C.J., Caicedo, J.C. & Núñez, A. 1999. Geología de la Plancha 343 Garzón. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
19B. Núñez, A., Vásquez, D. & Vega, C. 1982. Geología de la Plancha 252 Ortega. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
20B. Carvajal, J.C. & Serrano, R. 2000. Geología de la Plancha 284 Espinal. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
21B. Rodríguez, G., Zapata, J.C. & Ulloa, C. 1999. Geología de la Plancha 265 Icononzo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
22B. Pulido, O., Gómez, J., D. & Marín, P. 1999. Geología de la Plancha 266 Villavicencio. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
23B. Carvajal, C.A., Fuquen, J.A. & Gómez, L. 1993. Geología de la Plancha 282 Chaparral. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Bogotá.
24B. Cossio, U., Rodríguez, G. & Rodríguez, M.A. 1991. Geología de la Plancha 283 Fortaleciilo. Escala 1:100.000. INGEOMINAS. Ibagué.
25B. GEOTEC. 1974. Mapa fotogeológico de la plancha 284. Escala 1:50.000. En: GEOTEC. Informe geológico preliminar Sectores de La Macarena. Informe Interno. SC.p. Bogotá.

Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS
Servicio Geológico

ATLAS GEOLÓGICO DE COLOMBIA 2007

Jorge Gómez Tapias, Álvaro Nivia Guevara, Nohora Emma Montes Ramírez, Diana María Jiménez Mejía, María Janeth Sepúlveda Ospina, Tatiana Gaona Narváez, Jairo Alonso Osorio Naranjo, Hans Diederix, Myriam Mora Penagos y Martha Edith Velásquez David

Plancha 5-14

Escala 1:500.000

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50km

©
2007

Libertad y Orden
REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

CRÉDITOS:
Atlas Geológico de Colombia
Publicación digital generada con el Sistema de Información Georreferenciada-SIGER del Instituto Colombiano de Geología y Minería-INGEOMINAS, desarrollado en ArcGIS 9.1-ArcSDE 9.1sobre Oracle 10g.

Conceptualización y diseño SIGER: INGEOMINAS (Berenice Galan Cadena, Jorge Gómez Tapias)
Desarrollo y programación SIG: Unión Ltda.
Diseño template: Jorge Gómez Tapias
Diseño cartográfico: GeoNova E.U.

CITA RECOMENDADA
Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Jiménez, D.M., Sepúlveda, M.J., Gaona, T., Osorio, J.A., Diederix, H., Nivia, M. & Velásquez, M.E., compiladores, 2007. Plancha 5-14 del Atlas Geológico de Colombia 2007. Escala 1:500.000. INGEOMINAS. Bogotá.

PARAMETROS CARTOGRÁFICOS
Proyección Transversa de Mercator
Esferoide Internacional 1909
Datum WGS 84
Datum horizontal: Observatorio Astronómico de Bogotá, S.C.
Datum vertical: Nivel medio del mar, Buenaventura
Origen de coordenadas geográficas: 74° 04' 51.30" W 4° 35' 56.57" N
Falso origen (coordenadas planas, metros): X = 1.000.000 Y = 1.000.000

ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRÁFICO















ANEXO No. 06 PRESUPUESTOS

JA
INGENIERIA
Y PERFORACIONES

OFERTA MERCANTIL

PROYECTO:	**POZO PROFUNDO VEREDA GUAYABAL**
FECHA	**29/12/25**

CUENTA	DESCRIPCION / TEXTO BREVE DEL SERVICIO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES (MAYOR DETALLE DESCRIPCIÓN)
77050503	**PRELIMINARES DE OBRA**					
1	EJECUCIÓN DE REGISTROS ELÉCTRICOS (POTENCIAL ESPONTÁNEO, RESISTIVIDAD Y RAYOS GAMMA), CON DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA PARA DISEÑO DEL POZO.	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
2	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE Y ESCALONADO	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
3	ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA	1,000	UND	1.600.000	1.600.000	
4	INFORME TECNICO DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCION DE POZO	1,000	UND	800.000	800.000	
5	TRANSPORTE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN Y HERRAMIENTA AL SITO DE LA OBRA.	1,000	UND	16.000.000	16.000.000	
				Subtotal	**36.000.000**	
77050507	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**					
6	INSTALACIÓN DE EQUIPO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS Y CANALES D	1,000	UND	800.000	800.000	
7	PERFORACIÓN EXPLORATORIA EN DIÁMETRO DE 8“ ½ HASTA UNA PR	120,000	M	560.000	67.200.000	
8	AMPLIACION DE LA PERFORACION A UN DIAMETRO DE 12 1/4"HASTA	120,000	M	320.000	38.400.000	
9	PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS, (CORTE	120,000	M	8.000	960.000	
10	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTR	120,000	M	96.000	11.520.000	
11	SELECCIÓN, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GRAVILLA SILÍCEA DE 0	120,000	M	96.000	11.520.000	
12	LAVADO Y DESARROLLO CON JETTING Y AIRE COMPRIMIDO INCLUYE	1,000	UND	4.800.000	4.800.000	
13	CONSTRUCCIÓN SELLO SANITARIO EN CONCRETO Y BASE DEL POZO.	1,000	UND	800.000	800.000	
				Subtotal	**136.000.000**	
77050517	**INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**					
14	TUBERÍA PVC RDE 21 DE 6” DIÁMETRO CON TODOS SUS ACCESORIOS	84,000	M	192.000	16.128.000	
15	FILTROS RANURADO PVC RDE 21 DE 6” DE DIÁMETRO	36,000	M	288.000	10.368.000	
16	GRAVILLA SELECCIONADA, LAVADA Y SIN CALCÁREOS	12,000	TON	1.440.000	17.280.000	
17	PUNTERA	1,000	UND	480.000	480.000	
18	MANGUERA FLEXIBLE	200,000	M	28.000	5.600.000	
				Subtotal	**49.856.000**	
77050557	**EQUIPOS E INSTALACIONES ESPECIALES**					
19	FILTRO	1,000	UND	72.000.000	72.000.000	
				Subtotal	**72.000.000**	
77050549	**VARIOS**					
20	ASEO	1,000	UND	4.500.000	4.500.000	
				Subtotal	**4.500.000**	
	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**298.356.000**	
77050551	**COSTOS INDIRECTOS DE OBRA**					
21	51.1. ADMINISTRACIÓN	27%			80.556.120	
22	51.2. IMPREVISTOS	3%			8.950.680	
23	51.3. UTILIDAD	3%			8.950.680	
	IVA SOBRE UTILIDAD	19%			1.700.629	
	TOTAL OBRA CIVIL				**398.514.109**	

OFERTA MERCANTIL

PROYECTO:	**POZO PROFUNDO VEREDA SAN MIGUEL**
FECHA	**29/12/25**

CUENTA	DESCRIPCION / TEXTO BREVE DEL SERVICIO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES (MAYOR DETALLE DESCRIPCIÓN)
77050503	**PRELIMINARES DE OBRA**					
1	EJECUCIÓN DE REGISTROS ELÉCTRICOS (POTENCIAL ESPONTÁNEO, RESISTIVIDAD Y RAYOS GAMMA), CON DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA PARA DISEÑO DEL POZO.	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
2	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE Y ESCALONADO	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
3	ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA	1,000	UND	1.600.000	1.600.000	
4	INFORME TECNICO DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCION DE POZO	1,000	UND	800.000	800.000	
5	TRANSPORTE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN Y HERRAMIENTA AL SITO DE LA OBRA.	1,000	UND	16.000.000	16.000.000	
				Subtotal	**36.000.000**	
77050507	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**					
6	INSTALACIÓN DE EQUIPO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS Y CAN	1,000	UND	800.000	800.000	
7	PERFORACIÓN EXPLORATORIA EN DIÁMETRO DE 8“ ½ HASTA U	100,000	M	560.000	56.000.000	
8	AMPLIACION DE LA PERFORACION A UN DIAMETRO DE 12 1/4"H	100,000	M	320.000	32.000.000	
9	PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS, (	100,000	M	8.000	800.000	
10	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y	100,000	M	96.000	9.600.000	
11	SELECCIÓN, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GRAVILLA SILÍCEA	100,000	M	96.000	9.600.000	
12	LAVADO Y DESARROLLO CON JETTING Y AIRE COMPRIMIDO IN	1,000	UND	4.800.000	4.800.000	
13	CONSTRUCCIÓN SELLO SANITARIO EN CONCRETO Y BASE DEL P	1,000	UND	800.000	800.000	
				Subtotal	**114.400.000**	
77050517	**INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**					
14	TUBERÍA PVC RDE 21 DE 6” DIÁMETRO CON TODOS SUS ACCESO	70,000	M	192.000	13.440.000	
15	FILTROS RANURADO PVC RDE 21 DE 6” DE DIÁMETRO	30,000	M	288.000	8.640.000	
16	GRAVILLA SELECCIONADA, LAVADA Y SIN CALCÁREOS	10,000	TON	1.440.000	14.400.000	
17	PUNTERA	1,000	UND	480.000	480.000	
18	MANGUERA FLEXIBLE	2000,000	M	28.000	56.000.000	
				Subtotal	**92.960.000**	
77050557	**EQUIPOS E INSTALACIONES ESPECIALES**					
19	FILTRO	0,000	UND	72.000.000	0	
				Subtotal	**0**	
77050549	**VARIOS**					
20	ASEO	1,000	UND	4.500.000	4.500.000	
				Subtotal	**4.500.000**	
	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**247.860.000**	
77050551	**COSTOS INDIRECTOS DE OBRA**					
21	51.1. ADMINISTRACIÓN	27%			66.922.200	
22	51.2. IMPREVISTOS	3%			7.435.800	
23	51.3. UTILIDAD	3%			7.435.800	
	IVA SOBRE UTILIDAD	19%			1.412.802	
	TOTAL OBRA CIVIL				**331.066.602**	

PROYECTO:	**POZO PROFUNDO VEREDA TAPIAS**
FECHA	**29/12/25**

CUENTA	DESCRIPCION / TEXTO BREVE DEL SERVICIO	CANTIDAD	UNIDAD MEDIDA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES (MAYOR DETALLE DESCRIPCIÓN)
77050503	**PRELIMINARES DE OBRA**					
1	EJECUCIÓN DE REGISTROS ELÉCTRICOS (POTENCIAL ESPONTÁNEO, RESISTIVIDAD Y RAYOS GAMMA), CON DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA PARA DISEÑO DEL POZO.	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
2	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE Y ESCALONADO	1,000	UND	8.800.000	8.800.000	
3	ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA	1,000	UND	1.600.000	1.600.000	
4	INFORME TECNICO DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCION DE POZO	1,000	UND	800.000	800.000	
5	TRANSPORTE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN Y HERRAMIENTA AL SITO DE LA OBRA.	1,000	UND	16.000.000	16.000.000	
				Subtotal	**36.000.000**	
77050507	**MOVIMIENTOS DE TIERRA**					
6	INSTALACIÓN DE EQUIPO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS Y CANALES DE LODOS, ADECUACIÓN DE CAMPAMENTOS Y TRABAJOS PREPARATORIOS	1,000	UND	800.000	800.000	
7	PERFORACIÓN EXPLORATORIA EN DIÁMETRO DE 8“ ½ HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 120.00 METROS CON TOMA DE MUESTRAS METRO A METRO PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	120,000	M	560.000	67.200.000	
8	AMPLIACION DE LA PERFORACION A UN DIAMETRO DE 12 1/4"HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 120.00 METROS	120,000	M	320.000	38.400.000	
9	PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS, (CORTE, BISELADO, EMPALME, ETC)	120,000	M	8.000	960.000	
10	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS DE 0 A 120 MTS	120,000	M	96.000	11.520.000	
11	SELECCIÓN, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GRAVILLA SILÍCEA DE 0 A 120 MTS	120,000	M	96.000	11.520.000	
12	LAVADO Y DESARROLLO CON JETTING Y AIRE COMPRIMIDO INCLUYE APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS	1,000	UND	4.800.000	4.800.000	
13	CONSTRUCCIÓN SELLO SANITARIO EN CONCRETO Y BASE DEL POZO.	1,000	UND	800.000	800.000	
				Subtotal	**136.000.000**	
77050517	**INSTALACIONES HIDROSANITARIAS**					
14	TUBERÍA PVC RDE 21 DE 6” DIÁMETRO CON TODOS SUS ACCESORIOS	84,000	M	192.000	16.128.000	
15	FILTROS RANURADO PVC RDE 21 DE 6” DE DIÁMETRO	36,000	M	288.000	10.368.000	
16	GRAVILLA SELECCIONADA, LAVADA Y SIN CALCÁREOS	12,000	TON	1.440.000	17.280.000	
17	PUNTERA	1,000	UND	480.000	480.000	
18	MANGUERA FLEXIBLE	600,000	M	28.000	16.800.000	
				Subtotal	**61.056.000**	
77050557	**EQUIPOS E INSTALACIONES ESPECIALES**					
19	FILTRO	0,000	UND	72.000.000	0	
				Subtotal	**0**	
77050549	**VARIOS**					
20	ASEO	1,000	UND	4.500.000	4.500.000	
				Subtotal	**4.500.000**	
	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				**237.556.000**	
77050551	**COSTOS INDIRECTOS DE OBRA**					
21	51.1. ADMINISTRACIÓN	27%			64.140.120	
22	51.2. IMPREVISTOS	3%			7.126.680	
23	51.3. UTILIDAD	3%			7.126.680	
	IVA SOBRE UTILIDAD	19%			1.354.069	
	TOTAL OBRA CIVIL				**317.303.549**	

1	EJECUCIÓN DE REGISTROS ELÉCTRICOS (POTENCIAL ESPONTÁNEO, RESISTIVIDAD Y RAYOS GAMMA), CON DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA PARA DISEÑO DEL POZO.			UND	$8.800.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0001	Consumibles de cable logging, conectores, grasa dieléctrica, cinta de marcación, EPP menor, kit de reparación, calibraciones, repuestos, embalaje y otros consumibles necesarios para la operación	UND	1,000	$3.200.000	$3.200.000
			SUBTOTAL		$3.200.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$1.714.286	$85.714,29
			SUBTOTAL		$85.714,29
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0002	Unidad de registro eléctrico (logging unit)	UND	1,000	$1.800.000	$1.800.000
INS-0003	Winche eléctrico/hidráulico	UND	1,000	$1.000.000	$1.000.000
INS-0004	Sondas SP, Resistividad y Gamma	UND	1,000	$500.000	$500.000
INS-0005	Generador y estabilizador	UND	1,000	$500.000	$500.000
			SUBTOTAL		$3.800.000,00
	4. Transporte				
			SUBTOTAL		$0,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	6,975	$245.791	$1.714.286
			SUBTOTAL		$1.714.285,71

2	PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE Y ESCALONADO			UND	$8.800.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
			SUBTOTAL		$0,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$1.285.714	$64.285,71
			SUBTOTAL		$64.285,71
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0006	Bomba de ensayo (sumergible, alto caudal)	UND	1,000	$3.100.000	$3.100.000
INS-0007	Generador eléctrico / Planta eléctrica	UND	1,000	$1.700.000	$1.700.000
INS-0008	Medidor de caudal ultrasónico/electromagnético	UND	1,000	$650.000	$650.000
INS-0009	Sonda eléctrica / Registrador de nivel	UND	1,000	$250.000	$250.000
			SUBTOTAL		$5.700.000,00
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	5,000	$350.000	$1.750.000
			SUBTOTAL		$1.750.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	5,231	$245.791	$1.285.714
			SUBTOTAL		$1.285.714,29

3	ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA			UND	$1.600.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0010	Servicio de Laboratorio Acreditado (Análisis completo)	UND	1,000	$850.000	$850.000
INS-0011	Kits de muestreo estériles y conservantes químicos	UND	1,000	$100.000	$100.000

			SUBTOTAL		**$950.000,00**
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	4,76	$315.000	$15.000,00
			SUBTOTAL		**$15.000,00**
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0012	Multímetro de campo (pH, T°, Conductividad, OD, Turbidez)	UND	1,000	$250.000	$250.000
INS-0013	Nevera de icopor / Cava de transporte y geles refrigerantes	UND	1,000	$70.000	$70.000
			SUBTOTAL		**$320.000,00**
	4. Transporte				
			SUBTOTAL		**$0,00**
	5. Mano de obra				
MO-002	Profesional/Técnico de Muestreo	DIA	1,000	$315.000	$315.000
			SUBTOTAL		**$315.000,00**

4	**INFORME TECNICO DE ACTIVIDADES PARA LA CONSTRUCCION DE POZO**			**UND**	**$800.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0014	Informe tecnico de actividades para la construccion de pozo	UND	1,000	$800.000	$800.000
			SUBTOTAL		**$800.000,00**
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%		$0	$0,00
			SUBTOTAL		**$0,00**
	3. Equipo y Herramientas				
			SUBTOTAL		**$0,00**
	4. Transporte				
			SUBTOTAL		**$0,00**
	5. Mano de obra				
			SUBTOTAL		**$0,00**

5	**TRANSPORTE MAQUINARIA DE PERFORACIÓN Y HERRAMIENTA AL SITO DE LA OBRA.**			**UND**	**$16.000.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
			SUBTOTAL		**$0,00**

	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%		$0	$0,00
				SUBTOTAL	**$0,00**
	3. Equipo y Herramientas				
				SUBTOTAL	**$0,00**
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	15,000	$350.000	$5.250.000
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	89,583	$120.000	$10.750.000
				SUBTOTAL	**$16.000.000,00**
	5. Mano de obra				
				SUBTOTAL	**$0,00**

6	**INSTALACIÓN DE EQUIPO Y CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS Y CANALES DE LODOS, ADECUACIÓN DE CAMPAMENTOS Y TRABAJOS PREPARATORIOS**			**UND**	**$800.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0015	Plástico negro de calibre 6 para piscinas (mín 6x6m)	M2	36,000	$5.000	$180.000
INS-0016	Madera burda / estacas para cerramiento y señalización	UND	20,000	$4.000	$80.000
INS-0017	Cintas de seguridad / señalización	ROLLO	1,000	$15.000	$15.000
INS-0018	Puntillas	CAJA	1,000	$25.000	$25.000
				SUBTOTAL	**$300.000,00**
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	10,00	$454.545	$45.454,55
				SUBTOTAL	**$45.454,55**
	3. Equipo y Herramientas				
				SUBTOTAL	**$0,00**
	4. Transporte				
				SUBTOTAL	**$0,00**
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	1,849	$245.791	$454.545
				SUBTOTAL	**$454.545,45**

7	**PERFORACIÓN EXPLORATORIA EN DIÁMETRO DE 8“ ½ HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 120.00 METROS CON TOMA DE MUESTRAS METRO A METRO PARA SU POSTERIOR ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.**			**ML**	**$560.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0019	Insumos fungibles, lodos bentoníticos y consumibles de perforación	UND	1,000	$150.000	$150.000
				SUBTOTAL	**$150.000,00**
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$126.857	$6.342,86

			SUBTOTAL		$6.342,86
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0020	Taladro de perforación (Drilling Rig)	DIA	0,016	$15.000.000	$240.000
INS-0021	Motobomba de lodos y equipos auxiliares	DIA	0,016	$1.000.000	$16.000
INS-0022	Vehículo de soporte y logística (camión/camioneta)	DIA	0,016	$1.200.000	$19.200
INS-0023	Registrador de parámetros (si aplica en campo)	DIA	0,016	$100.000	$1.600
			SUBTOTAL		$276.800,00
	4. Transporte				
			SUBTOTAL		$0,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,516	$245.791	$126.857
			SUBTOTAL		$126.857,14

8	**AMPLIACION DE LA PERFORACION A UN DIAMETRO DE 12 1/4"HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 120.00 METROS**			**ML**	**$320.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0019	Insumos fungibles, lodos bentoníticos y consumibles de perforación	UND	0,600	$150.000	$90.000
			SUBTOTAL		$90.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$87.238	$4.361,90
			SUBTOTAL		$4.361,90
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0020	Taladro de perforación (Drilling Rig)	DIA	0,008	$15.000.000	$120.000
INS-0021	Motobomba de lodos y equipos auxiliares	DIA	0,008	$1.000.000	$8.000
INS-0022	Vehículo de soporte y logística (camión/camioneta)	DIA	0,008	$1.200.000	$9.600
INS-0023	Registrador de parámetros (si aplica en campo)	DIA	0,008	$100.000	$800
			SUBTOTAL		$138.400,00
	4. Transporte				
			SUBTOTAL		$0,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,355	$245.791	$87.238
			SUBTOTAL		$87.238,10

9	**PREPARACIÓN DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS, (CORTE, BISELADO, EMPALME, ETC)**			**ML**	**$8.000,00**
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0024	Discos de corte y desbaste para pulidora	UND	0,500	$4.000	$2.000
INS-0025	Electrodos de soldadura	UND	0,008	$130.000	$1.040
INS-0026	Lijas	UND	1,000	$500	$500
			SUBTOTAL		$3.540,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$3.486	$174,29
			SUBTOTAL		$174,29
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0027	Pulidora	DIA	0,010	$80.000	$800

				SUBTOTAL	$800,00
	4. Transporte				
				SUBTOTAL	$0,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,014	$245.791	$3.486
				SUBTOTAL	$3.485,71

10	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REVESTIMIENTO Y FILTROS DE 0 A 120 MTS			ML	$96.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
				SUBTOTAL	$0,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$45.714	$2.285,71
				SUBTOTAL	$2.285,71
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0028	Taladro de perforación	UND	0,004	$10.000.000	$38.400
				SUBTOTAL	$38.400,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	0,080	$120.000	$9.600
				SUBTOTAL	$9.600,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,186	$245.791	$45.714
				SUBTOTAL	$45.714,29

11	SELECCIÓN, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GRAVILLA SILÍCEA DE 0 A 120 MTS			ML	$96.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0029	Gravilla Silícea (Seleccionada, certificada, lavada)	KG	80,000	$750	$60.000
				SUBTOTAL	$60.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	10,00	$21.818	$2.181,82
				SUBTOTAL	$2.181,82
	3. Equipo y Herramientas				
			0,004		
				SUBTOTAL	$0,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	0,100	$120.000	$12.000

				SUBTOTAL	$12.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,089	$245.791	$21.818
				SUBTOTAL	$21.818,18

12	LAVADO Y DESARROLLO CON JETTING Y AIRE COMPRIMIDO INCLUYE APLICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS			UND	$4.800.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0030	Productos Químicos (Polifosfatos, dispersantes, desinfectantes)	KG	50,000	$15.000	$750.000
				SUBTOTAL	$750.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	10,00	$636.364	$63.636,36
				SUBTOTAL	$63.636,36
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0031	Compresor de aire de alto caudal (Air Compressor Rig)	DIA	2,000	$1.000.000	$2.000.000
INS-0032	Motobomba de desarrollo / Bomba de ensayo auxiliar	DIA	2,000	$500.000	$1.000.000
				SUBTOTAL	$3.000.000,00
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	1,000	$350.000	$350.000
				SUBTOTAL	$350.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	2,589	$245.791	$636.364
				SUBTOTAL	$636.363,64

13	CONSTRUCCIÓN SELLO SANITARIO EN CONCRETO Y BASE DEL POZO.			UND	$800.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0033	Cemento gris	BULTO	6,000	$30.000	$180.000
INS-0034	Agregados (arena y grava)	M3	1,000	$100.000	$100.000
INS-0035	Agua	LT	10,000	$900	$9.000
INS-0036	Madera para encofrado	UND	5,000	$25.000	$125.000
				SUBTOTAL	$414.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	10,00	$271.364	$27.136,36
				SUBTOTAL	$27.136,36
	3. Equipo y Herramientas				
				SUBTOTAL	$0,00
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	0,250	$350.000	$87.500
				SUBTOTAL	$87.500,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	1,104	$245.791	$271.364

			SUBTOTAL		$271.363,64

14	TUBERÍA PVC RDE 21 DE 6" DIÁMETRO CON TODOS SUS ACCESORIOS			ML	$192.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0037	Tubería PVC RDE 21 Ø 6"	ML	1,000	$160.000	$160.000
	Accesorios (Codos, uniones, pegamento, etc. Prorrateo	%	5%	$160.000	$8.000
			SUBTOTAL		$168.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$17.143	$857,14
			SUBTOTAL		$857,14
	3. Equipo y Herramientas				
			SUBTOTAL		$0,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	0,050	$120.000	$6.000
			SUBTOTAL		$6.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,070	$245.791	$17.143
			SUBTOTAL		$17.142,86

15	FILTROS RANURADO PVC RDE 21 DE 6" DE DIÁMETRO			ML	$288.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0038	Tubería Filtro Ranurado PVC RDE 21 Ø 6"	ML	1,000	$270.000	$270.000
			SUBTOTAL		$270.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$11.429	$571,43
			SUBTOTAL		$571,43
	3. Equipo y Herramientas				
			SUBTOTAL		$0,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	0,050	$120.000	$6.000
			SUBTOTAL		$6.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,046	$245.791	$11.429
			SUBTOTAL		$11.428,57

16	GRAVILLA SELECCIONADA, LAVADA Y SIN CALCÁREOS	ML	$1.440.000,00

CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0039	Gravilla Silícea procesada y certificada	TON	1,000	$1.250.000	$1.250.000
			SUBTOTAL		$1.250.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$89.524	$4.476,19
			SUBTOTAL		$4.476,19
	3. Equipo y Herramientas				
			SUBTOTAL		$0,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	0,800	$120.000	$96.000
			SUBTOTAL		$96.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,364	$245.791	$89.524
			SUBTOTAL		$89.523,81

17	PUNTERA			ML	$480.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0040	Tubo galvanizado/PVC Ø 1"-2" (aprox 6m)	ML	6,000	$25.000	$150.000
INS-0041	Punta de acero	UND	1,000	$50.000	$50.000
			SUBTOTAL		$200.000,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$176.190	$8.809,52
			SUBTOTAL		$8.809,52
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0042	Motobomba pequeña	DIA	1,000	$60.000	$60.000
			SUBTOTAL		$60.000,00
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	0,100	$350.000	$35.000
			SUBTOTAL		$35.000,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,717	$245.791	$176.190
			SUBTOTAL		$176.190,48

18	MANGUERA FLEXIBLE			ML	$28.000,00
CODIGO	1. Materiales	Unidad	Rend.	Precio	Valor Unitario
INS-0043	Manguera flexible	ML	1,000	$21.500	$21.500

				SUBTOTAL	$21.500,00
	2. Herramienta Menor				
	Herramienta menor	%	5,00	$2.857	$142,86
				SUBTOTAL	$142,86
	3. Equipo y Herramientas				
				SUBTOTAL	$0,00
	4. Transporte				
TRANS-001	Vehiculo 4x4	DIA	0,010	$350.000	$3.500
				SUBTOTAL	$3.500,00
	5. Mano de obra				
MO-001	CUADRILLA 1 OF + 1 AY	DIA	0,012	$245.791	$2.857
				SUBTOTAL	$2.857,14

19	FILTRO			ML	$72.000.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0044	Sistema de tratamiento modular completo, que incluye tanques, lechos filtrantes, bombas dosificadoras, etc.	UND	1,000	$57.600.000	$57.600.000
				SUBTOTAL	$57.600.000,00
	2. Herramienta Menor				
				SUBTOTAL	$0,00
	3. Equipo y Herramientas				
INS-0045	Grúa/Montacargas	DIA	1,000	$1.440.000	$1.440.000
				SUBTOTAL	$1.440.000,00
	4. Transporte				
TRANS-002	Camioneta 1TON - Rural	HR	30,000	$120.000	$3.600.000
				SUBTOTAL	$3.600.000,00
	5. Mano de obra				
MO-003	Personal especializado para el montaje mecánico, eléctrico, y la calibración y puesta en marcha del sistema de filtro	DIA	3,000	$3.120.000	$9.360.000
				SUBTOTAL	$9.360.000,00

20	ASEO			ML	$4.500.000,00
CODIGO	**1. Materiales**	**Unidad**	**Rend.**	**Precio**	**Valor Unitario**
INS-0046	Insumos de limpieza y elementos para la gestión de residuos.	UND	3,000	$375.000	$1.125.000
				SUBTOTAL	$1.125.000,00
	2. Herramienta Menor				

			SUBTOTAL		**$0,00**
	3. Equipo y Herramientas				
			SUBTOTAL		**$0,00**
	4. Transporte				
TRANS-003	Flete y disposición final de residuos no peligrosos (varios viajes)	UND	3,000	$200.000	$600.000
TRANS-004	Gestión de lodos de perforación (transporte y disposición autorizada)	UND	1,000	$300.000	$300.000
			SUBTOTAL		**$900.000,00**
	5. Mano de obra				
MO-004	Ayudante Aseo	DIA	28,189	$87.800	$2.475.000
			SUBTOTAL		**$2.475.000,00**