

**CARACTERIZACIÓN ESPACIAL MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOLÉCTRICA  
DEL ACUIFERO MONGUÍ LOCALIZADO EN LA CUENCA DEL RÍO  
RANCHERÍA**

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DE LA GUAJIRA, (CORPOGUAJIRA)**

**JULIO ALFONSO FRAGOZO MAESTRE**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
VALLEDUPAR**

**2016**

**CARACTERIZACIÓN ESPACIAL MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOLÉCTRICA  
DEL ACUIFERO MONGUÍ LOCALIZADO EN LA CUENCA DEL RÍO  
RANCHERÍA**

**INFORME DE PRÁCTICA REALIZADA EN LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DE LA GUAJIRA, (CORPOGUAJIRA)**

**JULIO ALFONSO FRAGOZO MAESTRE**

**ASESOR FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA  
ING. JAIME MANJARRES**

**ASESOR CORPOGUAJIRA  
ING. ENRIQUE QUINTERO**

**INFORME DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO GEOLÓGO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA  
VALLEDUPAR  
2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a Dios que me dio la vida, por darme fuerzas y sabiduría para lograr todas las metas y sueños que me he propuesto, a mis padres, especialmente a mi mamá por su ayuda incondicional y amor hacia mí. A mis hermanos Karen y Carlos porque son mi pilar y razón de ser, a mi hermosa sobrina Avril por ser un motivo más de felicidad y a mi novia Erika López por su cariño y apoyo en todo momento.*

*A la Fundación Universitaria del Área Andina y a la facultad de Ingeniería Geológica por acogerme como parte de la comunidad académica y contribuir en mi formación integral.*

*A la Corporación Autónoma Regional “Corpoguajira” por permitirme realizar las prácticas y lograr potencializar mis habilidades, a los Ingenieros Enrique Quintero, Carlos López y Odaís Iguarán quienes no tuvieron reparo en compartir sus conocimientos, además de ser extraordinarias personas.*

*A los Ingenieros Wladimir Muñoz y Tomas Escamilla por su valiosa orientación durante el desarrollo del proyecto.*

*A los Geógrafos Jhon Vargas y Fabián David por su gran aporte y compromiso y a todos los que de una u otra forma hicieron parte de mi proceso de formación.*

**DEDICADO A**

*“El principio de la sabiduría es el temor del señor” Salmo 111:10”*

*En primer lugar a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por regalarme una hermosa familia. A mi mamá Laura por todo el amor, cariño y apoyo brindado en cada etapa de la vida y por ser la guía de mis pasos. A mi nita Karen por ser mi motivación y ejemplo de vida, y a mi hermanito Carlos por estar ahí incondicionalmente. Los Amo con todo mi corazón, ustedes siempre serán mi razón de ser.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	18
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	18
1.2. ASPECTOS ESTRATEGICOS.....	19
1.2.1. MISIÓN.....	19
1.2.2. VISIÓN.....	19
1.3. VALORES.....	19
1.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	19
2. INFORME DE LA PRÁCTICA.....	20
2.1. Descripción de la dependencia en la cual se realizó la práctica.....	20
2.2. INFORME DE GESTIÓN.....	20
3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.1. TITULO.....	22
3.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	23
3.4. OBJETIVOS.....	24
3.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
3.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
3.5. RESULTADOS ESPERADOS.....	24
3.6. MARCO DE REFERENCIA.....	25
3.6.1. Marco de antecedentes.....	25
3.6.2. Marco teórico.....	26
3.6.2.1. Conceptos básicos.....	26

3.6.2.2.	Hidrogeología.....	26
3.6.2.3.	Acuífero.....	26
3.6.2.4.	Tipos De Acuíferos .....	26
3.6.2.4.1.	Acuífero libre .....	26
3.6.2.4.2.	Acuífero semiconfinado.....	26
3.6.2.4.3.	Acuífero confinado .....	27
3.6.2.5.	PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA .....	27
3.6.2.5.1.	Generalidades del Método Geoléctrico .....	27
3.6.2.5.2.	Sondeo Geoléctrico .....	28
3.6.2.5.3.	Resistividad Aparente .....	28
3.6.2.5.4.	Resistividad Del Suelo .....	28
3.6.2.6.	Parámetros Que Caracterizan La Resistividad Del Suelo.....	29
3.7.	MARCO GEOLÓGICO.....	30
3.7.1.	Evolución Geológica .....	30
3.7.1.1.	Eventos En La Sierra Nevada De Santa Marta .....	30
3.7.1.2.	Eventos De Magmatismo Plutónico Registrados En La Guajira, ....	30
3.7.1.3.	Unidades Sedimentarias Que Afloran En La Guajira .....	31
3.7.2.	GEOLOGÍA REGIONAL.....	32
3.7.2.1.	ROCAS METAMÓRFICAS .....	32
3.7.2.2.	ROCAS ÍGNEAS.....	34
3.7.2.3.	ROCAS VOLCÁNICAS .....	36
3.7.2.4.	ROCAS SEDIMENTARIAS.....	36
3.7.3.	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL .....	38
3.7.3.1.	PENÍNSULA DE LA GUAJIRA.....	39

3.7.3.1.1.	Fallas de dirección N-NE a NE .....	39
3.7.3.1.1.1.	Falla Ororio .....	39
3.7.3.1.1.2.	Sistema de Fallas de Cosinas.....	39
3.7.3.1.2.	Fallas de dirección E-W a NW-SE .....	39
3.7.3.1.2.1.	Falla Huimatirra.....	39
3.7.3.1.2.2.	Falla Cuisa .....	40
3.7.3.1.2.3.	Falla Oca.....	40
3.7.3.2.	SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA.....	41
3.7.3.2.1.	Sistema de Fallas Santa Marta - Bucaramanga.....	41
3.7.3.3.	SERRANÍA DE PERIJÁ .....	42
3.7.3.3.1.	Fallas de dirección N35°E .....	42
3.7.3.3.1.1.	Falla Ranchería .....	42
3.7.3.3.1.2.	Falla Cerrejón .....	42
3.7.3.3.1.3.	Falla Monte Lía.....	42
3.7.3.3.2.	Fallas de dirección estructural E-W .....	42
3.7.3.3.2.1.	Falla La Palma .....	42
3.7.3.3.2.2.	Falla Surimena.....	42
3.7.3.3.2.3.	Falla Juan Simón .....	43
3.7.3.4.	Plegamientos.....	44
3.7.4.	GEOLOGÍA LOCAL .....	44
3.8.	Generalidades De La Zona De Estudio .....	46
3.8.1.	Localización .....	46
3.8.2.	CLIMATOLOGÍA.....	47
3.8.3.	Hidrografía de la Cuenca del Río Ranchería .....	48

3.8.4.	Pendiente De La Cuenca Del Río Ranchería.....	49
3.8.5.	Zonas de Vida de la Cuenca del Río Ranchería .....	50
3.8.6.	Unidades Hidrogeológicas de la cuenca del Río Ranchería .....	51
3.8.6.1.	Acuífero Libre Ranchería .....	52
3.8.6.2.	Acuífero Libre Fonseca-San Juan.....	52
3.8.6.3.	Acuífero Libre Oca .....	52
3.8.6.4.	Acuífero Monguí.....	52
3.8.6.5.	Acuífero Cerrejón .....	52
3.8.6.6.	Acuífero Hatonuevo-Barrancas.....	52
3.8.7.	GENERALIDADES DE LA FORMACIÓN MONGUÍ.....	53
3.9.	Metodología .....	54
3.9.1.	Alternativas de solución .....	54
3.9.1.1.	INTERPRETACIÓN DE SEV Y CORRELACIÓN HIDROGEOLÓGICA .....	54
<b>3.9.1.1.1.</b>	<b>SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL UYATPANA .....</b>	<b>58</b>
3.9.1.1.2.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL KOUHATCHON .....	59
3.9.1.1.3.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL SIBATE.....	60
3.9.1.1.4.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL PLAN BONITO .....	61
3.9.1.1.5.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL MAKURMA .....	62
3.9.1.1.6.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL SABANA DE PIEDRA.....	63
3.9.1.1.7.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL COROYO.....	65
3.9.1.1.8.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL KAITIMANA .....	66
3.9.1.1.9.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL JONCALITO .....	67
3.9.1.1.10.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL SONGO .....	69
3.9.1.1.11.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL IPAMANA .....	70



3.9.1.1.12.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PROGRESO .....	72
3.9.1.1.13.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL GRANITO DE ORO .....	73
3.9.1.1.14.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL BUENA FE.....	74
3.9.1.1.15.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO 2 .....	75
3.9.1.1.16.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL JACAMAO .....	77
3.9.1.1.17.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL FINCA BALLETERO .....	78
3.9.1.1.18.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL LA ARENA.....	79
3.9.1.1.19.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL COTOPRÍ .....	81
3.9.1.1.20.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL LAGUNA DE MIEL .....	82
3.9.1.1.21.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL GUAJIRITO .....	83
3.9.1.1.22.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL ISLITA.....	84
3.9.1.1.23.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL MAÑATURE .....	85
3.9.1.1.24.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL NUEVA ESPERANZA.....	86
3.9.1.1.25.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL AHUMAO.....	86
3.9.1.1.26.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL CHALAY .....	87
3.9.1.1.27.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL SEQUION.....	89
3.9.1.1.29.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL DIVIDIVI.....	91
3.9.1.1.30.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL JOPECHIMANA.....	92
3.9.1.1.31.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL KAMUCHASAIN .....	93
3.9.1.1.32.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL CARDONAL.....	94
3.9.1.1.33.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL UBALDO MARTINEZ.....	96
3.9.1.1.34.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL VILLA LUPE .....	98
3.9.1.1.35.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL CAMPO 1 .....	99
3.9.1.1.36.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL ICHINCHON .....	100

3.9.1.1.37.	SONDEO ELECTRICO VERTIAL JULIWAIN .....	101
3.9.1.1.38.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL SANTA ROSA .....	102
3.9.1.1.39.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL CASCABEL .....	103
3.9.1.1.40.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL MALAWUAICA .....	104
3.9.1.1.41.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL PREDIO WUAIMARO.....	105
3.9.1.1.42.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL URRACHICHI .....	107
3.9.1.1.43.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL POLICIA .....	108
3.9.1.1.44.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO .....	109
3.9.1.1.45.	SONDEO ELECTRICO VERTICAL CIRUELO.....	110
3.9.1.1.46.	SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL CAUSALAK .....	111
3.9.2.	MODELACIÓN ESPACIAL A PARTIR DE LA RESISTIVIDAD EN EL ACUIFERO MONGUÍ .....	112
3.9.2.1.	Mapas De Isorresistividades .....	113
4.	CRONOGRAMA. ....	119
4.1.	LOGROS ALCANZADOS .....	120
4.2.	IMPACTOS PERCIBIDOS POR EL ESTUDIANTE .....	121
4.3.	LIMITACIONES.....	121
5.	CONCLUSIONES .....	122
6.	RECOMENDACIONES .....	123
7.	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	124

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>FIGURA 1.</b> ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE CORPOGUAJIRA.....	19
<b>FIGURA 2.</b> COMPOSICIÓN FUNCIONAL DE LA SUBDIRECCIÓN DE AUTORIDAD AMBIENTAL...20	20
<b>FIGURA 3.</b> INFORME DE FUNCIONES. ....21	21
<b>FIGURA 4.</b> TIPOS DE ACUÍFEROS SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTRATOS .....27	27
<b>FIGURA 5.</b> UNIDADES METAMÓRFICAS DE LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA Y LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA Y POSIBLES CORRELACIONES. ....33	33
<b>FIGURA 6.</b> AFLORAMIENTOS DE ROCAS METAMÓRFICAS EN LA GUAJIRA.....34	34
<b>FIGURA 7.</b> CUERPOS ÍGNEOS INTRUSIVOS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.....35	35
<b>FIGURA 8.</b> AFLORAMIENTOS DE ROCAS ÍGNEAS EN LA GUAJIRA.....35	35
<b>FIGURA 9.</b> EVENTOS VOLCÁNICOS REGISTRADOS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. 36	36
<b>FIGURA 10.</b> ROCAS SEDIMENTARIAS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.....37	37
<b>FIGURA 11.</b> ROCAS SEDIMENTARIAS EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA.....38	38
<b>FIGURA 12.</b> SISTEMAS DE FALLAS EN LA PENÍNSULA DE LA GUAJIRA.....40	40
<b>FIGURA 13.</b> BLOQUE TECTÓNICO SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA. ....41	41
<b>FIGURA 14.</b> SISTEMA ESTRUCTURAL EN LA SERRANÍA DE PERIJÁ. ....43	43
<b>FIGURA 15.</b> MAPA GEOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA. ....46	46
<b>FIGURA 16.</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. ....47	47
<b>FIGURA 17.</b> CLIMATOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. ....48	48

<b>FIGURA 18.</b> HIDROGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. ....	49
<b>FIGURA 19.</b> PENDIENTES DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA.....	50
<b>FIGURA 20.</b> ZONAS DE VIDA DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. ....	51
<b>FIGURA 21.</b> UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. ....	53
<b>FIGURA 22.</b> UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA FORMACIÓN MONGUÍ SECTOR RIOHACHA. ....	54
<b>FIGURA 23.</b> LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES. ....	56
<b>FIGURA 24.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE UYATPANA.....	58
<b>FIGURA 25.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE KOUHATCHON.....	59
<b>FIGURA 26.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE SIBATE.....	60
<b>FIGURA 27.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE PLAN BONITO. ....	61
<b>FIGURA 28.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE MAKURMA. ....	63
<b>FIGURA 29.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE SABANA DE PIEDRA. ...	64
<b>FIGURA 30.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE COROYO. ....	65
<b>FIGURA 31.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE KAITIMANA.....	67
<b>FIGURA 32.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE JONCALITO. ....	68
<b>FIGURA 33.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE SONGO. ....	69
<b>FIGURA 34.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE IPAMANA. ....	71
<b>FIGURA 35.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO EL PROGRESO. ....	72
<b>FIGURA 36.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO GRANITO DE ORO.....	73

<b>FIGURA 37.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO BUENA FE. ....	75
<b>FIGURA 38.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO PASO 2. ....	76
<b>FIGURA 39.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO JACAMAO. ....	77
<b>FIGURA 40.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO FINCA BALLESTERO. ....	79
<b>FIGURA 41.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO LA ARENA. ....	80
<b>FIGURA 42.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO COTOPRÍ. ....	81
<b>FIGURA 43.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO LAGUNA DE MIEL. ....	82
<b>FIGURA 44.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO GUAJIRITO. ....	83
<b>FIGURA 45.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO ISLITA. ....	84
<b>FIGURA 46.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO MAÑATURE. ....	85
<b>FIGURA 47.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO NUEVA ESPERANZA. ....	86
<b>FIGURA 48.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO EL AHUMAO. ....	87
<b>FIGURA 49.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO CHALAY. ....	88
<b>FIGURA 50.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO SEQUION. ....	89
<b>FIGURA 51.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO COLEGIO BILINGÜE. ....	90
<b>FIGURA 52.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DIVIDIVI. ....	92
<b>FIGURA 53.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO JOPECHIMANA. ....	93
<b>FIGURA 54.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO KAMUCHASAIN. ....	94
<b>FIGURA 55.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO CARDONAL. ....	95

<b>FIGURA 56.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO UBALDO MARTÍNEZ.....	96
<b>FIGURA 57.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO VILLA LUPE.....	98
<b>FIGURA 58.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO CAMPO 1. ....	99
<b>FIGURA 59.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO ICHINCHON.....	101
<b>FIGURA 60.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO JULIWAIN. ....	102
<b>FIGURA 61.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO SANTA ROSA. ....	103
<b>FIGURA 62.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO CASCABEL. ....	104
<b>FIGURA 63.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO MALAWUAICA.....	105
<b>FIGURA 64.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO WUAIMARO.....	106
<b>FIGURA 65.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO URRACHI. ....	107
<b>FIGURA 66.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO POLICÍA. ....	108
<b>FIGURA 67.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO EL PASO. ....	110
<b>FIGURA 68.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO CIRUELO. ....	111
<b>FIGURA 69.</b> CURVA TEÓRICA Y MODELACIÓN PARA EL SONDEO DE CAUSALAK.....	112
<b>FIGURA 70.</b> NIVEL ESTÁTICO DEL ACUÍFERO MONGUÍ SECTOR RIOHACHA. ....	113
<b>FIGURA 71.</b> RESISTIVIDADES A LOS 50 METROS.....	114
<b>FIGURA 72.</b> RESISTIVIDADES A LOS 100 METROS.....	115
<b>FIGURA 73.</b> RESISTIVIDADES A LOS 200 METROS.....	116
<b>FIGURA 74.</b> RESISTIVIDADES A LOS 300 METROS.....	117

<b>FIGURA 75.</b> MODELO DE RESISTIVIDADES DEL ACUÍFERO MONGÚ.....	118
<b>FIGURA 76.</b> CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	119

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>TABLA 1.</b> RESISTIVIDADES REFERENCIALES DE SUELOS NATURALES GENÉRICOS. ....	29
<b>TABLA 2.</b> FORMACIONES LITOLÓGICAS DEL MUNICIPIO DE RIOHACHA. ....	44
<b>TABLA 3.</b> INTERPRETACIÓN DE RESISTIVIDAD APARENTES PARA LA MEDIA GUAJIRA. ....	55
<b>TABLA 4.</b> INFORMACIÓN DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES. ....	56
<b>TABLA 5.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE UYATPANA. ....	58
<b>TABLA 6.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE KOUHATCHON. ....	59
<b>TABLA 7.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE SIBATE. ....	60
<b>TABLA 8.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE PLAN BONITO. ....	62
<b>TABLA 9.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE MAKURMA. ....	63
<b>TABLA 10.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE SABANA DE PIEDRA. ....	64
<b>TABLA 11.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE COROYO. ....	66
<b>TABLA 12.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA KAITIMANA. ....	67
<b>TABLA 13.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA JONCALITO. ....	68
<b>TABLA 14.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA SONGO. ....	70
<b>TABLA 15.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA IPAMANA. ....	71
<b>TABLA 16.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA EL PROGRESO. ....	72
<b>TABLA 17.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA GRANITO DE ORO. ....	74



<b>TABLA 18.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA BUENA FE. ....	75
<b>TABLA 19.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA EL PASO 2. ....	76
<b>TABLA 20.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA JACAMAO. ....	78
<b>TABLA 21.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA FINCA BALLESTERO.....	79
<b>TABLA 22.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA LA ARENA. ....	80
<b>TABLA 23.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA COTOPRÍ. ....	81
<b>TABLA 24.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA LAGUNA DE MIEL.....	82
<b>TABLA 25.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA GUAJIRITO.....	83
<b>TABLA 26.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA ISLITA. ....	84
<b>TABLA 27.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA MAÑATURE.....	85
<b>TABLA 28.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA NUEVA ESPERANZA.....	86
<b>TABLA 29.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA EL AHUMAO.....	87
<b>TABLA 30.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA CHALAY. ....	88
<b>TABLA 31.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA SEQUION.....	89
<b>TABLA 32.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA COLEGIO BILINGÜE. ....	91
<b>TABLA 33.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DIVIDIVI.....	92
<b>TABLA 34.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA JOPECHIMANA.....	93
<b>TABLA 35.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA KAMUCHASAIN. ....	94
<b>TABLA 36.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA CARDONAL. ....	95

<b>TABLA 37.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA UBALDO MARTÍNEZ. ....	97
<b>TABLA 38.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA VILLA LUPE.....	98
<b>TABLA 39.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA CAMPO 1.....	100
<b>TABLA 40.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA ICHINCHON. ....	101
<b>TABLA 41.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA JULIWAIN.....	102
<b>TABLA 42.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA SANTA ROSA.....	103
<b>TABLA 43.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA CASCABEL.....	104
<b>TABLA 44.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA MALAWUAICA.....	105
<b>TABLA 45.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA WUAIMARO.....	106
<b>TABLA 46.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA URRACHI. ....	107
<b>TABLA 47.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA POLICÍA.....	109
<b>TABLA 48.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA EL PASO. ....	110
<b>TABLA 49.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA CIRUELO. ....	111
<b>TABLA 50.</b> INTERPRETACIÓN GEOELÉCTRICA DE CAUSALAK. ....	112
<b>TABLA 51.</b> PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE LOS LOGROS ALCANZADOS.....	120

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado fue desarrollado durante las pasantías realizadas en la Corporación Autónoma Regional de La Guajira y surge de la necesidad de conocer en detalle las propiedades del acuífero Monguí ya que es una de las alternativas en un futuro para combatir los escasos de agua en el municipio de Riohacha. Para tal fin es necesario realizar estudios de geología, hidrología y geoelectrónica para la interpretación hidrogeológica. Esta investigación parte de información secundaria como sondeos eléctricos verticales, cartografía hidrogeológica y registros geofísicos suministrada por Corpoguajira y empresas perforadoras de pozos profundos.

Con esta investigación, se busca interpretar las propiedades resistivas del subsuelo en el área del acuífero Monguí mediante 46 Sondeos Eléctricos Verticales realizados por Corpoguajira, con esta información es posible la localización de zonas saturadas e incluso se podrá inferir sobre la calidad de las aguas subterráneas presentes en lo que se refiere a agua dulce o salobre, teniendo como objetivo principal la realización de un modelo espacial de iso-resistividad del acuífero a profundidades de 50, 100, 200 y 300 metros, para luego seleccionar el mejor sector para la explotación de agua subterránea.

“El sistema hidrogeológico de la cuenca del río Ranchería donde está enmarcado el estudio se considera conformado por 6 unidades acuíferas ya exploradas y delimitadas, siendo nombradas con las siguientes designaciones: Acuífero Libre Ranchería, Acuífero Libre Fonseca-San Juan, Acuífero Libre Oca, Acuífero Monguí, Acuífero Cerrejón y el Acuífero Hatonuevo-Barrancas”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.

## 1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

### 1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Como máxima autoridad ambiental en el departamento de La Guajira, encargada de administrar los recursos naturales renovables y el ambiente, generando desarrollo sostenible en el área de su jurisdicción, la Corporación Autónoma Regional de La Guajira, Corpoguajira, propende por la satisfacción de quienes acceden a ella, sin distinción de etnia, ubicación geográfica o condición social, a través de servicios de calidad que involucran la mejora continua. Corpoguajira es un ente corporativo de carácter público, dotado de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica.

Empezó a funcionar a partir de 1985, con jurisdicción en todo el departamento de La Guajira y con sede en Riohacha. En sus primeros años adoptó como estrategia para desarrollar sus funciones la realización de convenios interinstitucionales y la formulación de su plan maestro de desarrollo, enfocado hacia la administración, control, protección de los recursos naturales y servicios de apoyo a los entes territoriales y a las comunidades indígenas. Para agilizar la prestación de los servicios de la Corporación en la zona sur del departamento, se creó en 1985 una sede territorial en el municipio de Fonseca, donde se concentran muchas de las actividades que se desarrollan en este sector de La Guajira. Al frente de los destinos de la entidad han estado destacados profesionales, actualmente el Director General es el Ingeniero Industrial Luis Manuel Medina Toro. A él lo acompaña un comprometido equipo de trabajo que realiza acciones estratégicas para cumplir con las metas de los programas corporativos de la entidad.

La Corporación tiene jurisdicción en todo departamento de La Guajira, hermosa península que cuenta con una extensión que supera los 20.000 km<sup>2</sup>, compuesta por 15 municipios, tiene ecosistemas compartidos con las Corporaciones Autónomas Regionales del Cesar, Magdalena y con la República Bolivariana de Venezuela. Además de 340 kms lineales de costas en el mar caribe y tres áreas protegidas de carácter nacional: Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, Parque Nacional Natural La Makuira y el Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos.

Adicionalmente posee cinco áreas protegidas regionales: la Reserva Forestal Protectora Montes de Oca, Musichi, DMI Serranía de Perijá, el Manantial de Cañaverales y Bañaderos. Corpoguajira se proyecta a futuro como una reconocida entidad en el ámbito regional, nacional e internacional, por su liderazgo y excelencia en la administración, protección, conservación y recuperación de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Hacia ese norte se apunta, cuando de administrar efectivamente estos recursos se refiere; cuando se busca incrementar los niveles de satisfacción de sus usuarios, acrecentar el índice de educación y participación comunitaria en la gestión ambiental de La Guajira y garantizar los recursos para la mejora continua.

## 1.2. ASPECTOS ESTRATEGICOS

### 1.2.1. MISIÓN

“CORPOGUAJIRA, es la máxima autoridad ambiental en el Departamento de La Guajira, encargada de administrar los recursos naturales renovables y el ambiente, generando desarrollo sostenible en el área de su jurisdicción. Propende por la satisfacción de sus clientes, sin distinción de etnia, ubicación geográfica o condición social, a través de servicios de calidad que involucran la mejora continua”.

### 1.2.2. VISIÓN

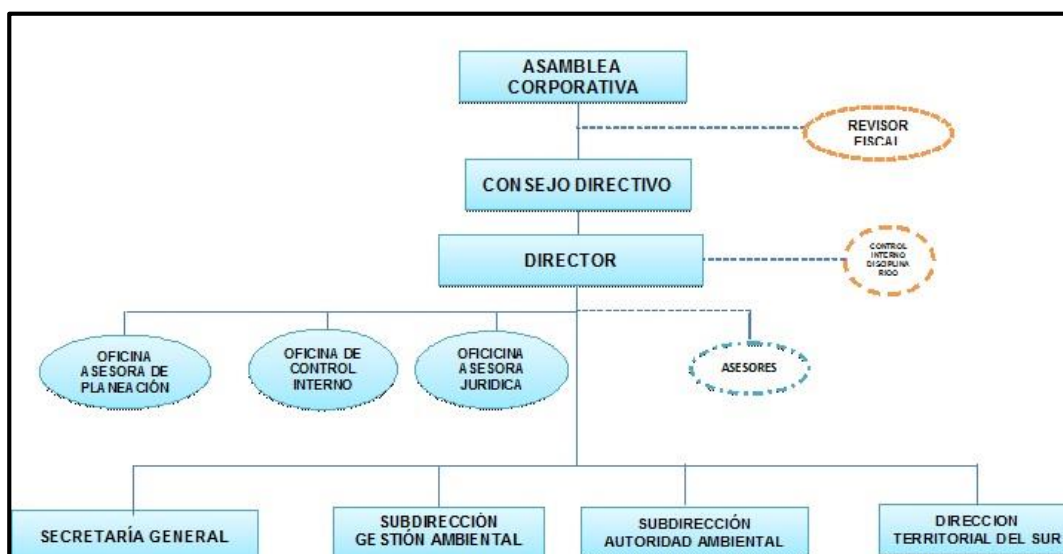
“CORPOGUAJIRA será destacada nacional e internacionalmente por su gestión y aplicación de la autoridad ambiental, la participación ciudadana y sus aportes al desarrollo sostenible del departamento de La Guajira; consolidándose en el 2019 como la entidad con mayor liderazgo, excelencia y credibilidad pública en la región Caribe”.

## 1.3. VALORES

Nuestros valores son el compromiso y la excelencia y se expresan en la siguiente frase distintiva: “Nuestro compromiso es la excelencia”.

## 1.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

**FIGURA 1.** Estructura organizacional de Corpoguajira.



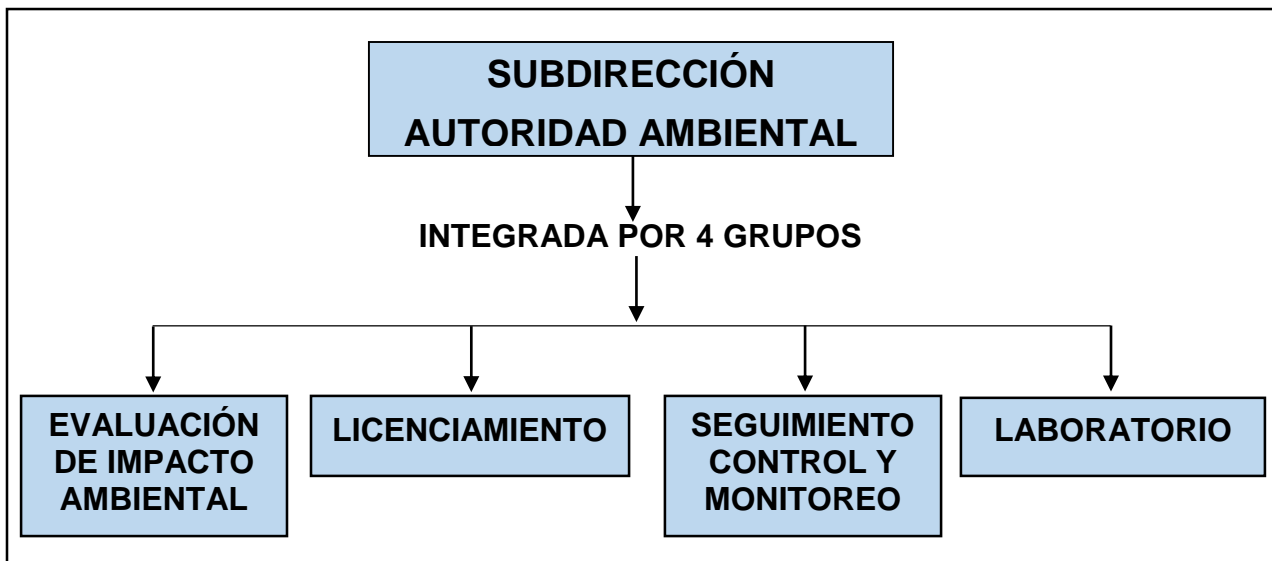
Fuente: Corpoguajira

## 2. INFORME DE LA PRÁCTICA

### 2.1. Descripción de la dependencia en la cual se realizó la práctica.

El proceso de prácticas fue realizado en la subdirección de Autoridad Ambiental de Corpogujira, la cual está integrada por el grupo de Evaluación de Impacto Ambiental, grupo de Licenciamiento, grupo de Seguimiento Control y Monitoreo y el grupo de Laboratorio. Véase figura 2.

**FIGURA 2.** Composición funcional de la Subdirección de Autoridad Ambiental



Fuente: Corpogujira.

### 2.2. INFORME DE GESTIÓN

Durante el proceso de prácticas en la subdirección de Autoridad Ambiental de la Corporación Autónoma Regional “Corpogujira” cumplí con diferentes funciones como: Analizar todos los documentos (expedientes) que incluyan obligaciones de cumplimiento ambiental a proyectos mineros en la Guajira, Realizar visitas de campo a empresas mineras y a licencias ambientales para verificar el estado de cumplimiento de los compromisos adquiridos con la Corporación, Seguimiento Ambiental a permisos de concesión de agua subterránea y elaboración de informes como resultado de las visitas de campo. (Ver figura 3).

**Figura 3.** Informe de Funciones.

<b>INFORME DE FUNCIONES</b>				
<b>FUNCIONES: SEGUIMIENTO AMBIENTAL</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN</b>	<b>RECURSOS EMPLEADOS</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>PERMISOS DE CONCESIÓN DE AGUA SUBTERRANEA</b>	Pozo Institución Laachon	4 Meses	Revisión de expedientes, GPS, Camara, Vehiculo.	Actualización de Informes
	Pozo Aremasain			
	Pozo Akuaipa			
	Pozo comunidad Arrosolo			
<b>MOLINOS DE SAL</b>	Disalmar	2 Meses	Revisión de expedientes, GPS, Camara, Vehiculo.	Actualización de Informes
	Multisales Ltda.			
	Distribuidora Razu			
<b>SEGUIMIENTO AL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES (LICENCIAS AMBIENTALES)</b>	Cantera Mariamina	6 Meses	Revisión de expedientes, GPS, Camara, Vehiculo.	Verificación de Cumplimiento Ambiental
	CI Grodco S.C.A. Ingeniero Civiles			
	Chevron Petroleum Company			
	Concesión Santamarta- Paraguachon			
	La Macuira Inversiones Y Construcciones S.A			
	Agregom Ltda.			
	Cantera Agregados Rio Negro			

Fuente: Autor del Proyecto

### 3. PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TITULO

CARACTERIZACIÓN ESPACIAL MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOLÉCTRICA DEL ACUIFERO MONGUÍ LOCALIZADO EN LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA

#### 3.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos treinta (30) años la demanda de agua está aumentando en todas las regiones como consecuencia del crecimiento demográfico, el proceso de urbanización y económico. La disponibilidad de agua potable se ha convertido rápidamente en uno de los principales factores que limitan el desarrollo socio - económico cultural y ambiental en áreas específicas<sup>2</sup>.

El departamento de la Guajira tiene limitaciones en cuanto a la disposición y calidad de sus aguas; además de presentar déficit en su balance hídrico en forma casi permanente, circunstancia que limita el desarrollo agropecuario y social del departamento especialmente en el sector indígena, debido a esto en los últimos años se ha incrementado significativamente la explotación de las aguas subterráneas siendo esta una alternativa viable de abastecimiento. CORPOGUAJIRA como autoridad ambiental en el Departamento de La Guajira, encargada de administrar los recursos naturales, tiene como reto estudiar las unidades hidrogeológicas las cuales pueden integrar uno o varios acuíferos donde es contenida el agua para ser aprovechada. Entre los principales problemas percibidos en la explotación del recurso hídrico subterráneo es el grado de salinidad por esto la importancia de la exploración geoléctrica, este método eléctrico de resistividad es el más utilizado en la búsqueda de agua subterránea, porque se obtiene una buena interpretación geológica del subsuelo, se localizan zonas saturadas con agua y se determina la calidad del agua presente.

La cuenca del río Ranchería es la de mayor importancia en el departamento, cubriendo un 20.5% de la superficie total del territorio guajiro, es la zona de donde se obtiene el agua para el consumo humano de los municipios asentados en ella y una de las formas es mediante la extracción de agua subterránea siendo fuente de abastecimiento para cerca de 60.000 personas. El sistema hidrogeológico de la cuenca del río Ranchería se considera conformado por 6 unidades acuíferas ya exploradas y delimitadas, siendo nombradas con las siguientes designaciones: Acuífero Libre Ranchería, Acuífero Libre Fonseca-San Juan, Acuífero Libre Oca, Acuífero Monguí, Acuífero Cerrejón y el Acuífero Hatonuevo-Barrancas<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> HUGUETT G. Alcides. Resumen del estudio hidrogeológico de la media y baja Guajira. Vol.29. 1998 P. 45-50.

<sup>3</sup> PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUIFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.



Referente a lo anterior basaré mi propuesta de investigación en uno de los acuíferos citados denominado Monguí, ya que aún no se conoce de manera detallada la recopilación de información e interpretación de estudios geolétricos, demanda de los recursos hídricos subterráneos y calidad de agua obtenida en el área mencionada. Los problemas planteados generan el siguiente interrogante de estudio: ¿Cuál sería el Modelo de capas Geolétricas que permita establecer el conocimiento sobre la estructura interna del acuífero monguí localizado en la cuenca del río Ranchería y la ubicación de zonas con disponibilidad de agua dulce para una óptima explotación?

### **3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

La disponibilidad del recurso agua en el departamento de la Guajira es cada día menor, lo que puede ocasionar una escasez notoria de agua potable de uso por habitante, disminución drástica de la agricultura que requiere agua con pocas sales y frenar el desarrollo. Si se presenta esta crisis hídrica, reflejada en el agotamiento de las reservas de agua dulce, ¿Cómo y de donde se obtendrá agua?, la pregunta es, ¿Por qué esperar a que esto suceda?

Debido a la necesidad de contar con agua potable de manera sustentable y eficiente para el desarrollo del departamento de la Guajira, es importante realizar evaluaciones permanentes en los acuíferos a través de estudios geofísicos y geohidrológicos, que permitan definir sus características, comportamiento y condiciones reales. La descripción de las características hidráulicas, físicas y químicas de cada acuífero, permitiría obtener un diagnóstico claro de la problemática real y un balance hidrológico objetivo, que tendría como resultado la definición de los criterios técnicos para proponer las medidas más adecuadas encaminadas a su conservación<sup>4</sup>.

Con esta investigación se obtendrá una interpretación hidrogeológica del subsuelo, haciendo posible la localización de zonas saturadas e incluso se podrá inferir sobre la calidad de las aguas subterráneas presentes en lo que se refiere a agua dulce y contenido de sales; permitirá racionalizar cualquier inversión de futuras perforaciones de pozos, sólo se recomendará hacer si el recurso hídrico subterráneo disponible en la cantidad y calidad deseada, se perforará hasta la profundidad ideal y en el mejor sitio dentro del área estudiada. Por esta razón el presente estudio se justifica en aportar un mayor conocimiento sobre el acuífero Monguí sector Riohacha, contribuyendo en aspectos técnicos y científicos con respecto al recurso agua, que finalmente redundará en un beneficio social para la población y las futuras generaciones.

---

<sup>4</sup> TORO ESPITIA LUIS. Construcción Del Modelo Geolétrica Del Sistema Hidrogeológico Superficial Del Municipio De Maicao. Universidad De La Guajira, 2005.

### **3.4. OBJETIVOS**

#### **3.4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar espacialmente por medio de prospección geolétrica el acuífero Monguí sector Riohacha para optimizar la explotación de agua subterránea.

#### **3.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información de sondeos eléctricos verticales, registros geofísicos, columnas estratigráficas, planchas y mapas geológicos de la zona de interés.
- Interpretar los estudios de prospección geolétrica y correlacionarlos con la geología de la zona de estudio.
- Realizar mediante el software ArcGIS un modelo espacial de isoresistividad del acuífero Monguí a profundidades de 50, 100, 200 y 300 metros
- Con la interpretación de los datos geofísicos obtenidos, seleccionar el mejor sector para la explotación de agua subterránea.

### **3.5. RESULTADOS ESPERADOS**

Se espera:

- Caracterizar geofísicamente el acuífero Monguí sector Riohacha.
- Optimizar la explotación de aguas subterráneas en la zona de estudio.
- Con los resultados obtenidos se seleccionarán lugares idóneos para la explotación de aguas subterráneas.
- Aportar al desarrollo sostenible en el departamento de la Guajira con respecto al manejo del recurso hídrico subterráneo.

### 3.6. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.6.1. Marco de antecedentes

- **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO- PMAA- CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA –Fase I-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.**

**Alcance:** Realizar la fase de aprestamiento en la cual se hace una síntesis del estado del recurso hídrico subterráneo en la cuenca del río Ranchería y se diseña la estrategia de participación para el proceso de formulación del PMAA. Sintetizar la línea base hidrogeológica a partir de información secundaria.

**Aporte al proyecto:** El plan de manejo ambiental de la cuenca del río Ranchería contribuyó en suministrar información sobre datos estadísticos, geológicos e hidrogeológicos.

- **Plan De Manejo Ambiental De Agua Subterránea, Su Administración Y Aprovechamiento En El Municipio De Maicao, La Guajira, 2011.**

**Alcance:** : En este plan de manejo ambiental se describe la situación hidrogeológica, aspectos generales, la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos, aspectos técnicos y demanda de agua del municipio de Maicao, los cuales fueron tenidos en cuenta para poder desarrollar y establecer los diferentes instrumentos de planificación para el municipio de Maicao, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz.

**Aporte al proyecto:** El plan de manejo ambiental de agua subterránea en el municipio de Maicao aporta información sobre la geología regional y local.

- **Pomca Ranchería-Tomo 2 Diagnostico General-Tomo 3 Hidrología, Hidrogeología y Clima, 2011.**

**Alcance:** Define los factores de presión que actúan sobre el régimen hidroclimático y presenta algunas proyecciones y escenarios del recurso hídrico relacionados con fenómenos extremos y procesos de escala global.

**Aporte al proyecto:** el Pomca de la cuenca del río Ranchería- Tomo 2 y 3 aporta información importante de la zona de estudio.

### **3.6.2. Marco teórico**

Para interpretar las propiedades resistivas del subsuelo de la formación Monguí sector Riohacha, es importante reconocer las variaciones en los valores eléctricos con la profundidad, lo cual permitirá la evaluación geológica de las formaciones permeables, que posibiliten la captación de agua subterránea mediante perforaciones profundas.

#### **3.6.2.1. Conceptos básicos**

##### **3.6.2.2. Hidrogeología**

Estudia el almacenamiento, la circulación y la distribución de las aguas terrestres en la zona saturada de las formaciones geológicas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, sus interacciones con el medio físico y biológico y sus reacciones a la acción del hombre.

##### **3.6.2.3. Acuífero**

Del latín aqua fero (llevar agua). Se denomina acuífero a aquella formación geológica saturada de agua que es capaz de almacenar y permitir la circulación del agua en cantidades significativas.

##### **3.6.2.4. Tipos De Acuíferos**

Existen diversas clasificaciones de los acuíferos en función de criterios hidrogeológicos, económicos, geológicos, etc. Una de las clasificaciones se basa en las diferentes características de los estratos rocosos que limitan superior e inferiormente al acuífero y que definen el carácter de libre, confinado o semiconfinado.

###### **3.6.2.4.1. Acuífero libre**

Se denomina acuíferos libre, no confinado o freático a la estructura geológica permeable, saturada de agua hasta cierto nivel por encima del cual existe una franja de terreno permeable no saturada (zona no saturada), a través de la cual circula el agua de recarga.

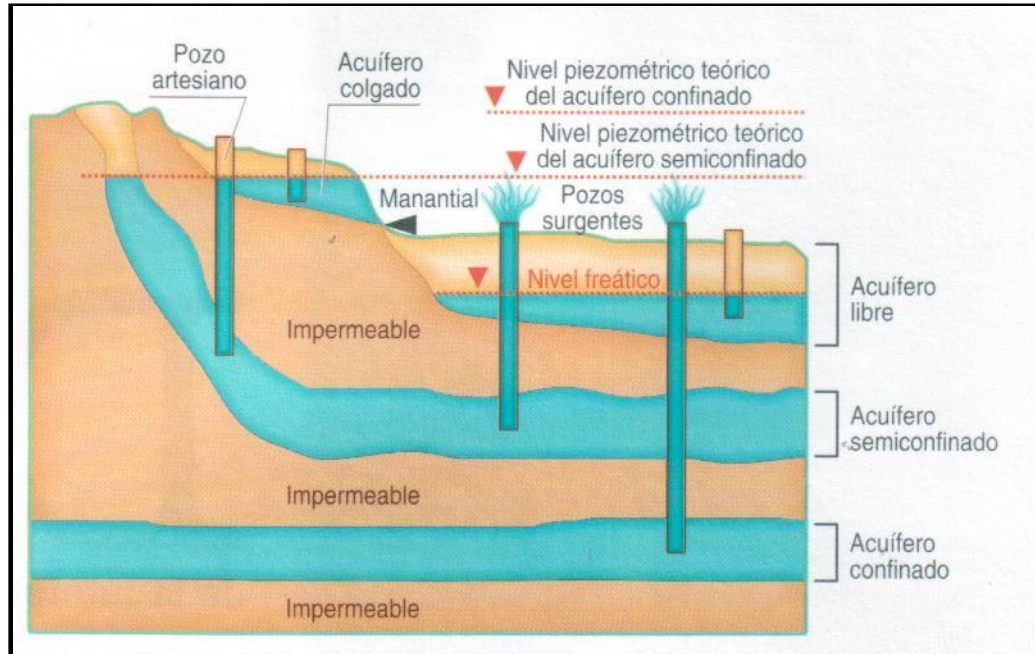
###### **3.6.2.4.2. Acuífero semiconfinado**

Los denominados semiconfinados o semicautivos son acuíferos a presión pero que alguna de las capas confinantes (techo, piso o ambos) son semipermeables (acuitardo) y a través de ellas se producen filtraciones. Este tipo de acuíferos es el más frecuente en la naturaleza, posee características intermedias entre las de uno libre y otro confinado.

### 3.6.2.4.3. Acuífero confinado

En un acuífero confinado, cautivo o a presión el agua está sometida a una cierta presión, superior a la atmosférica, y ocupa toda la totalidad de los poros o huecos de la formación geológica que lo contiene.

**Figura 4.** Tipos de acuíferos según las características de los estratos



### 3.6.2.5. PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA

#### 3.6.2.5.1. Generalidades del Método Geoléctrico

La geofísica realizada por Corpoguajira en la formación Monguí, está basada en el método de los Sondeos Eléctricos Verticales con el cual se puede obtener información de modo rápido y económico, algunas características geológicas y geotécnicas del subsuelo siempre y cuando existan contrastes apreciables de resistividad entre los diferentes materiales presentes. Ésta es una técnica geofísica propia de la Geología, permite la posibilidad de conocer en tiempo breve la organización lateral y vertical de los diferentes tipos de rocas y suelos, constituyentes de la litología de un sitio en particular deduciendo las condiciones de permeabilidad; además determina la profundidad y relieve del lecho rocoso sobre el cual están depositados sedimentos y suelos; y la presencia de capas saturadas con agua.

En la naturaleza, el subsuelo no es homogéneo ni isotrópico, la resistividad calculada es una resistividad aparente del medio, y es función de las resistividades y espesores de las capas, de la intensidad de la corriente aplicada, del potencial generado así como de la geometría o disposición de los electrodos. De las

resistividades aparentes se deducen las resistividades verdaderas y el espesor de las capas haciendo uso de métodos físico-matemáticos. De la correlación de estos parámetros y los datos existentes se obtiene la información geológica e hidrológica del subsuelo.

El método Geoléctrico consiste básicamente en introducir una corriente desde la superficie a través del subsuelo, cuya profundidad de flujo aumentará al hacer cada vez mayor la separación entre los focos de corriente, su potencial se mide con métodos convencionales. La resistividad del medio atravesado por la corriente se calcula aplicando la Ley de Ohm, la cual relaciona el comportamiento físico de las rocas y el iónico de los fluidos contenidos en los poros. Esta Ley expresa que la diferencia de potencial entre dos puntos es igual a la intensidad de la corriente, multiplicada por la resistencia del conductor<sup>5</sup>.

#### **Ecuación:**

$$\Delta V = IR$$

Donde,  $\Delta V$ : es la diferencia de potencial

I: es la intensidad de la corriente

R: es la resistencia del conductor

#### **3.6.2.5.2. Sondeo Geoléctrico**

Medida de la resistividad aparente del suelo estratificado, aplicando el principio de caída de potencial con un método y distancias especificadas para una relación más o menos aproximada con la profundidad de la exploración.

#### **3.6.2.5.3. Resistividad Aparente**

Resistividad obtenida con una medida directa en el suelo natural, bajo el esquema geométrico especificado por el método de cuatro (4) electrodos, aplicado con circuitos independientes de corriente y potencial, sólo es representativo de un punto de la característica del suelo estratificado.

#### **3.6.2.5.4. Resistividad Del Suelo**

Representa la resistencia específica del suelo a cierta profundidad, o de un estrato del suelo; se le obtiene indirectamente al procesar un grupo de medidas de campo, su magnitud se expresa en ohm-m u ohm-cm; es la inversa de la conductividad eléctrica.

---

<sup>5</sup> HUGUETT G. Alcides et. al. Prospección Geoléctrica de los Municipios de Uribia y Maicao y Alta Guajira. CORPOGUAJIRA - INGEOMINAS “Contrato 017 – 025” Bogotá Noviembre de 1985

### 3.6.2.6. Parámetros Que Caracterizan La Resistividad Del Suelo

La resistividad eléctrica varía entre diferentes materiales geológicos dependiendo principalmente de las variaciones en contenido de agua y los iones disueltos en el agua. Por ello, pueden usarse las investigaciones sobre la resistividad para identificar zonas con diferentes propiedades eléctricas, que pueden entonces hacer referencia a distintos estratos geológicos. La resistividad también llamada resistencia específica, que es la inversa de la conductividad o conductancia específica. Los minerales más comunes que forman los suelos y las rocas tienen una resistividad más alta en condiciones secas, y la resistividad de suelos y rocas es por lo tanto función de la cantidad y calidad de agua en los poros y fracturas.

También es importante el grado de conexión entre las cavidades; en consecuencia, la resistividad de un determinado tipo de suelo o roca puede variar ampliamente, como lo muestra la Tabla 1. Sin embargo, la variación puede ser más limitada en un área geológica confinada, y las variaciones de la resistividad en cierto tipo de suelo o roca reflejarán las variaciones en las propiedades físicas. Por ejemplo: las resistividades más bajas encontradas para areniscas y calizas significan que los espacios debido a la porosidad y fracturación están saturados con agua, mientras que los valores más elevados representan rocas sedimentarias fuertemente consolidadas o rocas secas sobre la superficie del agua subterránea. Las rocas sedimentarias de arena y grava también pueden tener resistividades muy bajas, si los espacios intergranulares están saturados con aguas salobres.

**Tabla 1.** Resistividades referenciales de suelos naturales genéricos.

Tipo de Suelo	$\rho$ (Ohm-m)
Limos, Arcillas, Suelo Vegetal y de Cultivo	10 – 100
Tierra Fina, Turbas, Concreto Húmedo (suelo)	100 – 300
Tierra Aluvial, Arenas firmes, suelo seco	300 – 800
Arena Eólica, Lecho de Río, Cascajo	800 – 3000
Rocas Estratificado, Fracturadas, Monolíticas	3000 – 10000
Suelos de Feldespatos, Micas, Cuarzos	5000 – 30000

Fuente: Boletín Geológico. Volumen 29. P.1-127. Bogotá – Colombia. Ingeominas

La cantidad de agua en un material depende de la porosidad, que puede ser dividida en una porosidad primaria y secundaria. La primaria consiste en los espacios de poros entre las partículas minerales, y tiene lugar en suelos y rocas sedimentarias. La porosidad secundaria consiste en fracturas y zonas meteorizadas, y es la porosidad más importante en rocas cristalinas tales como granitos y gneis. La porosidad secundaria también puede ser importante en ciertas rocas sedimentarias, tales como las calizas. Incluso si la porosidad es bastante baja, la conducción eléctrica tiene lugar por medio de los poros llenos de agua, que pueden reducir enormemente la resistividad del material.

### **3.7. MARCO GEOLÓGICO**

#### **3.7.1. Evolución Geológica**

El Departamento de La Guajira está conformado por la Sierra Nevada de Santa Marta, la serranía de Perijá y la península de La Guajira, tres bloques que son un mosaico geológico complejo formados por diferentes eventos repartidos a lo largo del tiempo geológico<sup>6</sup>.

##### **3.7.1.1. Eventos En La Sierra Nevada De Santa Marta**

El primer metamorfismo ocurrió en el Precámbrico, y se considera correlacionable con el evento Grenvilliano (Restrepo-Pace, 1995), que origino rocas en las facies granulita y anfibolita de almandino y está representado por la Granulita de Los Mangos y posiblemente por el Neis de Buritaca y el Neis de Los Muchachitos<sup>7</sup>.

El segundo evento se dio al occidente del Arco de Sevilla, y no afectó las rocas más antiguas que se encuentran al oriente de éste; corresponde a un metamorfismo con una edad mínima de 110 Ma que afecto el área de esquistos de Santa Marta, bajo condiciones de la facies esquistos verdes alta y anfibolita<sup>8</sup>.

El tercer evento metamórfico en la Sierra Nevada de Santa Marta se registra a finales del Cretácico y principios del Paleógeno y es anterior a 48 Ma cuando ocurre la intrusión del Batolito de Santa Marta<sup>9</sup>.

Al norte, en la península de La Guajira, este evento se encuentra registrado en las formaciones Jarara, Etpana, Paráuinkrein, Ipanaruhu y Carpintero. En el bloque de la serranía de Perijá se presentan rocas metasedimentarias cambro ordovícicas con bajo grado de metamorfismo.

##### **3.7.1.2. Eventos De Magmatismo Plutónico Registrados En La Guajira,**

El primer evento magmático en La Guajira es de edad jurásica media – jurásica tardía - cretácica más temprana, está representado en la Sierra Nevada de Santa

---

<sup>6</sup> INGEOMINAS-MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. VERSIÓN 2 Informe técnico preparado por Gabriel Rodríguez Ana Cristina Londoño Medellín, 2002.

<sup>7</sup> *Ibíd.*, p. 235.

<sup>8</sup> *Ibíd.*, p. 237.

<sup>9</sup> *Ibíd.*, p. 328.



Marta por los batolitos de Patillal, Pueblo Bello y Atanques, entre otros, y en la península de La Guajira por la Granodiorita de Siapana y por la Granodiorita de Ipapure<sup>10</sup>.

El segundo evento está representado en la Sierra Nevada de Santa Marta por cuerpos del Eoceno medio, como el Plutón de Buritaca y el Batolito de Santa Marta al occidente de la Falla Sevilla y en la península de La Guajira por la Cuarzodiorita de Parashi.

El registro de este vulcanismo, en la Sierra Nevada de Santa Marta, se encuentra en la parte sureste, representado por formaciones volcano sedimentarias como la Ignimbrita de Los Clavos, el Vitrófiro. Riolíptico, la Riodacita de Los Tábanos, la Formación Guatapurí y la Riolita de Golero, entre otros.

La actividad magmática en la región de la península de La Guajira se inicia en el Triásico-Jurásico con emplazamiento de cuerpos graníticos como el de Siapana, al cual siguió un período de vulcanismo ácido durante el Jurásico y probablemente alcanzó a llegar al Cretácico temprano, con la Riodacita de la región de Ipapure - cerro La Teta. En la serranía de Perijá se presentó el mismo vulcanismo que acompañó la acumulación de sedimentos y está representado por la Formación La Quinta.

### **3.7.1.3. Unidades Sedimentarias Que Afloran En La Guajira**

En la península de La Guajira la sedimentación cretácica se inicia por un ambiente de carbonatos con el Miembro Kesima; sin embargo, tanto la Sierra Nevada de Santa Marta como la serranía de Perijá quedaron emergidas durante gran parte del Cretácico temprano (Toussaint, 1996). En el valle del Cesar - Ranchería y la serranía de Perijá comenzó la sedimentación marina en el Aptiano con el Grupo Cogollo y continuó hasta finales del Cretácico<sup>11</sup>.

Las unidades sedimentarias del Paleógeno - Neógeno están localizadas en tres cuencas deposicionales en la península de La Guajira: Cocinetas, Chichibacoa y Portete, limitadas por áreas levantadas de rocas más antiguas. Las formaciones del Cenozoico indican un ciclo marino transgresivo - regresivo (Hall & Cediél, 1971), que fue interrumpido durante el Paleoceno y posteriormente continuo en el Eoceno cuando se depositó la Formación Macarao.

En la cuenca del Cesar - Ranchería, la sedimentación marina de finales del Cretácico se prolongó hasta principios del Paleoceno y a partir de este momento se interrumpe hasta el Eoceno, donde comienza la sedimentación de las formaciones Manantial, Cerrejón y Aguas Nuevas, en un ambiente transicional.

La Guajira permaneció sumergida durante la mayor parte del Oligoceno - Mioceno y posiblemente Plioceno. La transgresión del Oligoceno medio depositó los conglomerados, calizas fosilíferas y shales de la Formación Siamaná, sobre la

---

<sup>10</sup> *Ibíd.*, p. 239.

<sup>11</sup> *Ibíd.*, p. 240.

mayor parte de la Alta Guajira. Complejos arrecifales circundaron las tres islas de las serranías, mientras en la parte más profunda, lejos de las islas, se sedimentaron shales y shales calcáreos. Esta transgresión continuó hasta el Oligoceno tardío o Mioceno temprano (Rollins, 1960, en Hall & Cediél, 1971), con la sedimentación en un ambiente de aguas profundas de la Formación Uitpa. Esta regresión continuó durante el Mioceno medio - tardío con la sedimentación de la Formación Tucacas (Castilletes) representada por calizas margosas y arcillas con limolitas y areniscas hacia el techo, lo que sugiere condiciones marinas someras (Hall & Cediél, 1971).

A finales del Neógeno la península de La Guajira correspondía a una plataforma marina estable y llana, interrumpida solamente por una serie de islas, que hoy día equivalen a las serranías de Jarara, Macuira, Cosinas, Carpintero y el cerro La Teta, entre otros (Hall & Cediél, 1971). Mientras la historia cenozoica de la Alta Guajira es relativamente clara, la de la Baja y Media Guajira permanece cubierta bajo sedimentos cuaternarios, pero su baja elevación sugiere que estuvo sometida al ciclo de transgresión - regresión de la Alta Guajira. Este estrecho marino muy probablemente unía el golfo de Venezuela con el mar Caribe, y la Alta Guajira habría permanecido por un tiempo separada por agua del continente (Hall & Cediél, 1971); esta sedimentación marina está representada en la Baja Guajira por la Formación Monguí, del Plioceno.

### **3.7.2. GEOLOGÍA REGIONAL**

Las unidades de roca que afloran en el Departamento de La Guajira comprenden un amplio rango de edades y ambientes de formación; se encuentran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, con edades asignadas desde el Proterozoico hasta el Reciente.

Se reconoce, desde el punto de vista geológico, la existencia de tres bloques geológico estructurales de los cuales hace parte el departamento: 1) El área al norte de la Falla Oca, que comprende la península de La Guajira, dividida en dos zonas denominadas Alta y Baja Guajira. 2) El área entre las fallas Oca y Santa Marta – Bucaramanga, en la cual se distingue la Sierra Nevada de Santa Marta, y 3) una zona que comprende la serranía de Perijá y el valle de los ríos Cesar y Ranchería<sup>12</sup>.

#### **3.7.2.1. ROCAS METAMÓRFICAS**

Las rocas metamórficas en el Departamento de La Guajira han sido descritas por diferentes autores en la península de La Guajira, Sierra Nevada de Santa Marta y en la serranía de Perijá y sus edades asignadas al Precámbrico, Paleozoico y Cretácico. (Ver figuras 5 y 6).

---

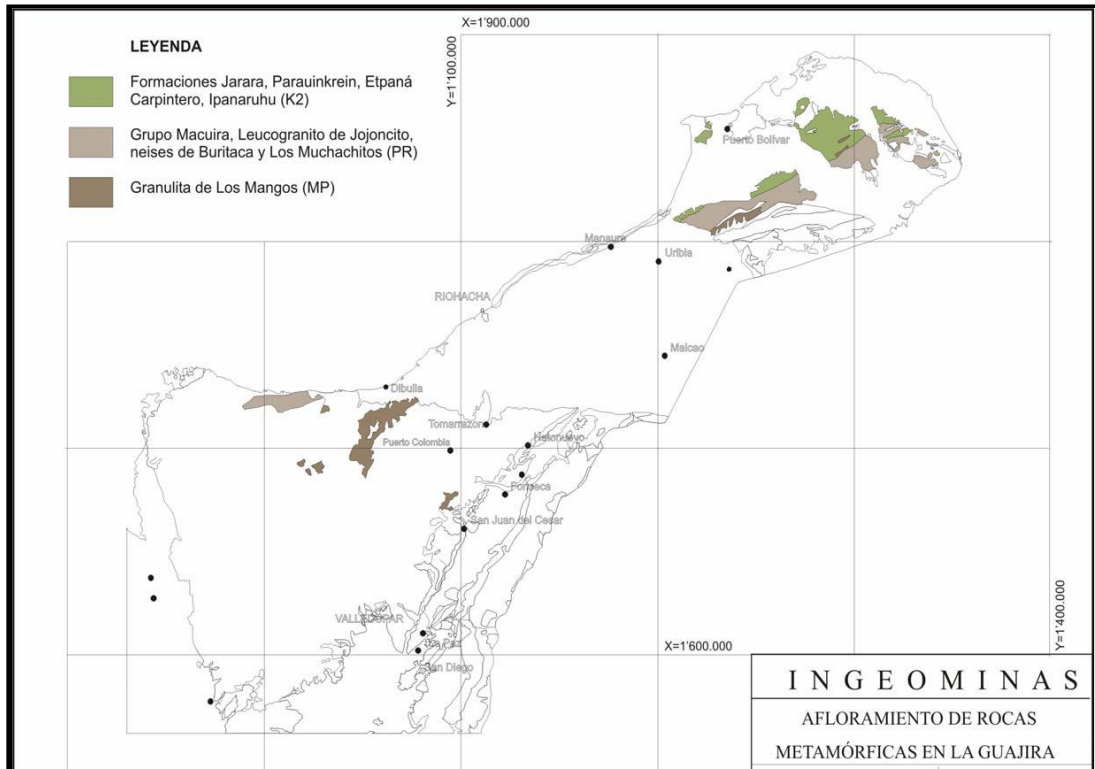
<sup>12</sup> INGEOMINAS-MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. VERSIÓN 2 Informe técnico preparado por Gabriel Rodríguez Ana Cristina Londoño Medellín, 2002.

**Figura 5.** Unidades metamórficas de la península de La Guajira y la Sierra Nevada de Santa Marta y posibles correlaciones.

UNIDAD	FACIES METAMÓRFICA	EDAD	CORRELACIONES
<b>PENÍNSULA DE LA GUAJIRA</b>			
Grupo Macaira (Neis de Uray, Esquistos de Juniruhu)	Anfibolita-Almandino,	Premesozoica, (antes de 195±8 puede ser paleozoica o precámbrica)	Neis y esquistos de la SNSM y Fm Tinaco en Venezuela
Leucogranito de Jojoncito	Anfibolita-granulita?	Precámbrica en circones	Granulita de Los Mangos, Grupo Garzón, metamorfitas de Las Minas
Formación Jarara	Esquisto verde	Cretácica-cenozoica, anterior a 48±4 Ma	
Fm Etpana	Esquisto verde de baja presión	Cretácica-cenozoica, anterior a 48±4 Ma	
Fm Parauankrein	Dinamotermico por debajo de esquisto verde	Albiano medio a Turoniano para la roca sedimentaria, pero no para el metamorfismo que es anterior a 48±4 Ma	
Fm Ipanaruhu	Bajo grado por debajo de esquistos verdes	Cretácico tardío en base a fósiles anterior a 48±4 Ma	
Formación Carpintero	Muy bajo grado	Cretácico tardío	
Metasedimentitas del Área de Alas	Metamorfismo dinámico?	Puede ser o Cretácico o Paleozoico, se considera por el momento Paleozoico	Serie de Palmarito o rocas sedimentarias cretácicas
<b>SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA</b>			
Granulita de Los Mangos	Granulita de media a alta presión	Precámbrico, Grenvilliano	Macizo de Garzón y Macizo de Santander, Neis de Buritaca
Neis de Buritaca	Anfibolita de almandino de media presión	Precámbrica? No se tiene datación	Neis de Los Muchachitos, Granulita de Los Mangos
Neis de Los Muchachitos-	Facies anfibolita-almandino	Precámbrico por similitud litológica. No se tiene datación	Neis de Buritaca y Granulita de Los Mangos
Esquistos de Santa Marta: Esquistos de la Gaira y de San Lorenzo	Facies anfibolita baja a media	Paleógeno-Cretácico, (65 Ma), anterior a 45 Ma	Equivalencia a las formaciones Punta Betin, Cinto y Rodadero
Formación Concha (Filitas de Taganga equivale a la Fm La Concha)	Esquisto verde	110,5±8,8 Ma K/Ar	Complejo Arquía
Fm Cinto		65,3±3,3 Ma K/Ar	
<b>VALLE DEL CESAR-RANCHERÍA</b>			
Rocas sedimentarias cámbricas y ordovícicas	Filitas, filitas micáceas, cuarcitas, areniscas arcóscicas, calizas y conglomerados	Cámbricas a ordovícicas	Grupo Quetame, Formación Silgará, Metasedimentitas de La Cristalina

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

**Figura 6.** Afloramientos de Rocas Metamórficas en la Guajira.



Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.2.2. ROCAS ÍGNEAS

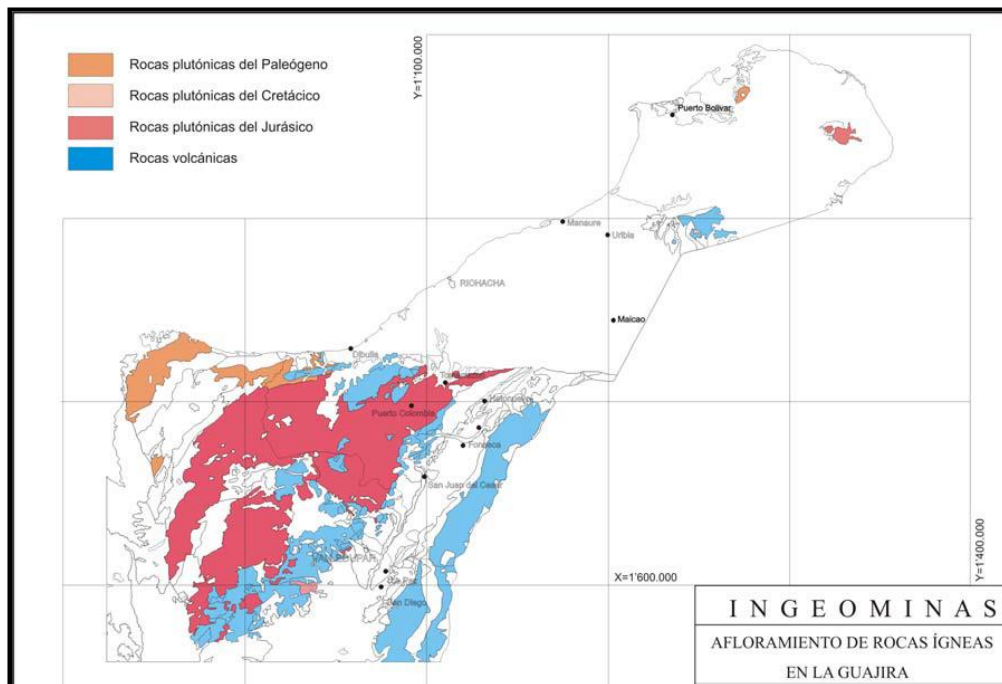
Las rocas ígneas no metamórficas del Departamento de La Guajira se encuentran ampliamente distribuidas en los tres bloques estructurales que lo constituyen: península de La Guajira, Sierra Nevada de Santa Marta y serranía de Perijá, y abarcan tanto plutónicas como vulcanitas cuyas edades se extienden desde el Triásico hasta Eoceno. (Ver figura 7 y 8).

**Figura 7.** Cuerpos ígneos intrusivos en el Departamento de La Guajira.

UNIDAD	COMPOSICIÓN	EDAD	CORRELACION
<b>PENINSULA DE LA GUAJIRA</b>			
Granodiorita de Siapana	Granodiorita	195±4 Ma K/Ar en pegmatitas	Batolitos de la SNSM
Granodiorita de Ipapure	Granodiorita, diorita	120±4 Ma K/Ar roca total	Stock de Anchique, Stock Los Naranjos,
Cuarzodiorita de Parashi	Cuarzodiorita, Granodiorita	48±4 Ma K/Ar en Hb	Batolito de Santa Marta, Plutones de Buritaca y Palomino
Serpentinitas	Serpentinita, gabros	Cretácico tardio-Paleógeno	Serpentinitas del área de Filadelfia, Pácora y más al sur Bolívar, El Tambo y Los Azules
<b>SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA</b>			
Batolito de Patillal	Cuarzomonzonita, granodiorita, granito, sienitas, monzonitas	172 a 189±14 Ma Jurásico medio	Batolitos de Pueblo Bello, Atanques. Cuarzomonzonita de Santa Bárbara y Granito de Pescadero en Santander
Pórfidos Graníticos	Granitos y riolitas	Jurásico medio?	Pórfidos del Saldaña
Plutón de Buritaca	Cuarzodiorita-granito	50,3±3,1 K/Ar en Hb y 48,4±1,6 Ma en Bi	Batolito de Santa Marta, Cuarzodiorita de Parashi.
Cuarzomonzonita de Palomino	Cuarzomonzonita-granodiorita	Posiblemente Eoceno	Plutón de Buritaca y Batolito de Santa Marta

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

**Figura 8.** Afloramientos de Rocas Ígneas en la Guajira



Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.2.3. ROCAS VOLCÁNICAS

En el Departamento de La Guajira se encuentra un amplio registro de rocas volcánicas de composición predominantemente ácida que aflora en la península de La Guajira y en la Sierra Nevada de Santa Marta. (Ver figura 9).

**Figura 9.** Eventos volcánicos registrados en el Departamento de La Guajira.

UNIDAD	LITOLOGÍA	EDAD	CORRELACIONES
<b>PENINSULA DE LA GUAJIRA</b>			
Riodacita de la región de Ipapure-cerro La Teta	Riolitas, dacitas y tobas	143±7, Jurásico tardío	Fm La Quinta, formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Mojana y Morrocoyal
<b>SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA</b>			
Ignimbrita de Los Clavos	Brecha ignimbritica	179 a 184 K/Ar en Hb	Riolita de Golero, formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel
Vitrófiro Riolítico	Vitrófiro riolítico, tobas soldadas, riolita	Jurásico temprano a Cretácico temprano, no se tiene datación	Formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Mojana y Morrocoyal
Riodacita de Los Tábanos	Riodacita, microgranito, brechas, traquitas	Por relaciones de contacto y dataciones en otros cuerpos edad posible entre 162 y 129 Ma.	Formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Mojana y Morrocoyal
Rocas volcánicas no Diferenciadas	Riolita, latita		Formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Mojana y Morrocoyal
Riolita de Golero	Brecha ignimbritica	129±5 Ma en roca total	Formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Riodacita del cerro La Teta, Mojana y Morrocoyal
<b>VALLE DEL CESAR-RANCHERIA Y SERRANIA DE PERIJA</b>			
Formación La Quinta	Conglomerados, areniscas, calizas, riolitas, tobas	Triásico-Jurásico	Formación Girón, Fm, Rancho Grande, formaciones Girón, Jordán, Saldaña, Montebel, Mojana y Morrocoyal

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.2.4. ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas sedimentarias del Departamento de La Guajira se encuentran ampliamente distribuidas en la península de La Guajira, valle del Cesar - Ranchería y serranía de Perijá, y abarcan rocas con edades desde el Jurásico hasta el reciente y ambientes de depósito continentales y marinos. (Ver figuras 10 y 11).

**Figura 10.** Rocas sedimentarias en el Departamento de La Guajira.

UNIDAD	LITOLOGÍA	EDAD	CORRELACIONES
<b>PENÍNSULA DE LA GUAJIRA</b>			
Grupo Cojoro: Fm Rancho Grande y Uipana	Conglomerados arcóscicos, areniscas, <i>shales</i> , calizas, riolitas	Triásico-jurásica temprana por correlación	Fm La Quinta y Fm Girón
Grupo Cosinas: formaciones Cheterió, Chinapa, Caju y Cuisa			
Formación Cheterió	<i>Shales</i> , arcillolitas, areniscas	Jurásico temprano a Medio por relaciones estratigráficas	
Formación Caju	<i>Shales</i> principalmente areniscas y calizas	posiblemente al Jurásico medio por relaciones estratigráficas	
Fm Chinapa	Areniscas, conglomerados, <i>shales</i> y calizas	posiblemente al Jurásico medio por relaciones estratigráficas	
<i>Shale</i> de Cuisa	<i>Shales</i> , areniscas, limolitas, calizas	Jurásico tardío por fósiles	
Formación Poschachi	Calizas, conglomerados, areniscas y <i>shales</i>	Cretácico temprano por correlación con la Formación Palanz	Formación Moina del Cretácico Inferior por similitud litológica
Formación Palanz	Areniscas, conglomerados, calizas, arcillolitas	Cretácico temprano (Berriasiano-Valanginiano), posiblemente llegue al Jurásico tardío	Fm Río Negro, Fm Arcabuco, Grupo Caqueza
Grupo Yuruma: Fms Moina, y Yuruma Superior	Calizas, <i>shales</i> , margas	Cretácico temprano: Valanginiano-Barremiano	Fm Río Negro
Grupo Cogollo: Fm Cogollo Inferior y Fm Maraca	<i>Shales</i> , limolitas, calizas, margas	Aptiano inferior-Albiano	
Formación La Luna	Calizas, chert, conglomerado en el tope	Cretácico tardío (Turoniano-Santoniano)	Igual sentido a la Fm La Luna del Valle Medio del Magdalena
Formación Guaralamai	Calizas y <i>shales</i>	Campaniano	Fm Colón en Maracaibo y Fm Mito Juan
UNIDAD	LITOLOGÍA	EDAD	CORRELACIONES
Formación Macarao	Areniscas, arcillolitas y calizas.	Eoceno	Formación La Sierra
Formación Siamaná	Conglomerado basal, Calizas, margas, tope <i>shale</i> arcilloso	Oligoceno medio a temprano; Oligoceno tardío	Fm Guacharaca en Venezuela
Formación Uipa	Margas glauconíticas y lodolitas, limolitas, <i>shales</i> , areniscas y calizas.	Oligoceno - Mioceno	Parte superior de la Fm Guacharaca y con la inferior de la Fm San Lorenzo en Falcón
Formación Jimol	Calizas, margas y areniscas.	Mioceno medio	Fm San Lorenzo
Formación Castilletes	Calizas, arcillolitas, areniscas calcáreas	Mioceno medio, a Mioceno tardío	Fm Cantaura, Fm Pozon en Venezuela
Formación Mongu	Arcillolitas arenosas, conglomerados	Mioceno tardío - Plioceno posiblemente	

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

**Figura 11.** Rocas sedimentarias en el Departamento de La Guajira.

<b>SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA</b>			
Formación Corual	Arcillolitas, porfidos, basaltos, diabasas, calizas, grauvacas, tobas	No se conoce, podría ser Triásico temprano	Fm Los Indios, Fm Timacoa
Formación Guatapuri	Areniscas, limolitas, tobas, aglomerados, brechas, flujos espiliticos y keratófidos	Triásico-jurásico Inferior por relaciones estratigráficas. Por métodos isotópicos 161 a 185 Ma K/Ar	Formaciones La Quinta, Saldaña, Corual, Jordán, Rancho grande, Morrocoyal. En Venezuela el Grupo La Ge y La Fm. La Quinta
<b>VALLE DEL CESAR-RANCHERÍA, SERRANÍA DE PERIJÁ</b>			
Rocas devónicas	Conglomerado basal, areniscas y shales	Devónico	Rocas de Manare y Chundúa en la SNSM. Hacia el sur con Rocas de Santa Isabel, La Floresta y Gauca. En Venezuela con la Fm Caño Grande
Rocas sedimentarias carboníferas	Conglomerado basal, areniscas, shales y calizas	Pensilvaniano	Sedimentitas de la Jagua-Huila, sección del páramo de Sumapaz, Fm Diamante
Rocas sedimentarias pérmicas	Conglomerado basal, calizas, areniscas, Chert	Wolfcampiano hasta Guadalupiano	Parcialmente con el Grupo Surata, Fm Diamante
Formación Ruo Negro	Areniscas arcósicas, conglomerados, limolitas y shales arenosos	Apriano temprano a Barremiano	
Grupo Cogollo: Fm Inferior y Fm Maraca	Shales, limolitas, calizas, margas	Apriano temprano -Albiano	
Formación La Luna	Calizas, chert, conglomerado en el tope	Cretácico tardío (Turoniano-Santoniano)	Igual sentido a la Fm La Luna del Valle Medio del Magdalena
Formación Colón	Lutitas ricas en pírta, margas y calizas	Campaniano tardío a Maastrichtiano	
UNIDAD	LITOLOGÍA	EDAD	CORRELACIONES
Formación Hato Nuevo	Shales glauconíticos, limolitas, shales y calizas	Cretácico tardío a Paleoceno	Formación Guasare
Formación Manantial	Areniscas, areniscas calcáreas, shales.	Eoceno temprano, podría ser en parte Paleoceno	Formaciones Barco, Los Cuervos y Marcelina en la Cuenca de Maracaibo
Formación Cerrejón	Areniscas shales, calizas, carbón	Eoceno temprano a medio, pero no hay uniformidad de conceptos en lo referente a la edad	Formaciones Los Cuervos, Catatumbo y en Venezuela Formaciones Mostrencos y Santa Cruz
Formación Aguas Nuevas	Areniscas, conglomerados, shales.	Probablemente Eoceno medio a tardío	Parte de La Formación Mostrenco

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL

Las características estructurales presentes en el Departamento de La Guajira se relacionan con tres áreas separadas por grandes fallas, cada una de las cuales presenta una fisiografía propia resultante de la litología y de los eventos tectónicos: La región al norte de la Falla Oca que comprende la península de La Guajira, la región al sur de esta falla que corresponde a la Sierra Nevada de Santa Marta y la serranía de Perijá<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> INGEOMINAS-MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. VERSIÓN 2 Informe técnico preparado por Gabriel Rodríguez Ana Cristina Londoño Medellín, 2002.



### **3.7.3.1. PENÍNSULA DE LA GUAJIRA**

En la península de La Guajira se reconocen dos estilos estructurales generales de diferente edad, representados por fallas de dirección N-NE a NE que corresponden a fallas de cabalgamiento y normales, cortadas y desplazadas por un sistema de fallas de dirección EW a NW-SE, y que conservan el tren estructural regional a lo largo de la península de La Guajira, en la Sierra Nevada de Santa Marta, en la serranía de Perijá<sup>14</sup>. (Ver figura 12).

#### **3.7.3.1.1. Fallas de dirección N-NE a NE**

##### **3.7.3.1.1.1. Falla Ororio**

Esta estructura fue descrita por MacDonald (1964) en la parte más noroccidental de la península (serranía de Macuira), posteriormente fue utilizado este nombre para la continuación de la falla en la serranía de Jarara por Lockwood (1965). El nombre fue tomado de la localidad de Ororio en la serranía de Macuira.

Corresponde a una falla de cabalgamiento, con dirección N65°E e inclinación entre 40-45° hacia el noroeste, que es mayor a 65° al sur del cerro Ruma. Tiene una extensión aproximada de 33 km y se desconoce la magnitud de su desplazamiento

##### **3.7.3.1.1.2. Sistema de Fallas de Cosinas**

Renz (1956) define el Sistema de Fallas Cosinas como transcurrente, con dirección general N85°E, y desconoce su inclinación. Esta estructura se localizada en la parte suroriental del área de Cosinas.

El Sistema de Fallas Cosinas está compuesto por numerosas fallas subparalelas, que tienen una extensión aproximada de 60 km, con tendencia general hacia el E o levemente hacia el NE. La Falla Cosinas es de tipo transcurrente, las evidencias de campo sugieren que el movimiento de rumbo es menor y que su mayor movimiento se dio a lo largo del buzamiento y ocurrió durante la fase final de deformación.

#### **3.7.3.1.2. Fallas de dirección E-W a NW-SE**

##### **3.7.3.1.2.1. Falla Huimatirra**

Estructura definida por MacDonald (1964), marca el límite noreste de las rocas precenozoicas que conforman la serranía de Macuira y hace parte del sistema de fallas E-W a NW que trunca el sistema estructural regional N-NE. Las fallas Macuira, Nazareth y Huimatirra probablemente se formaron en el “Terciario medio” (MacDonald, 1964).

---

<sup>14</sup> *Ibíd.*, p. 170.

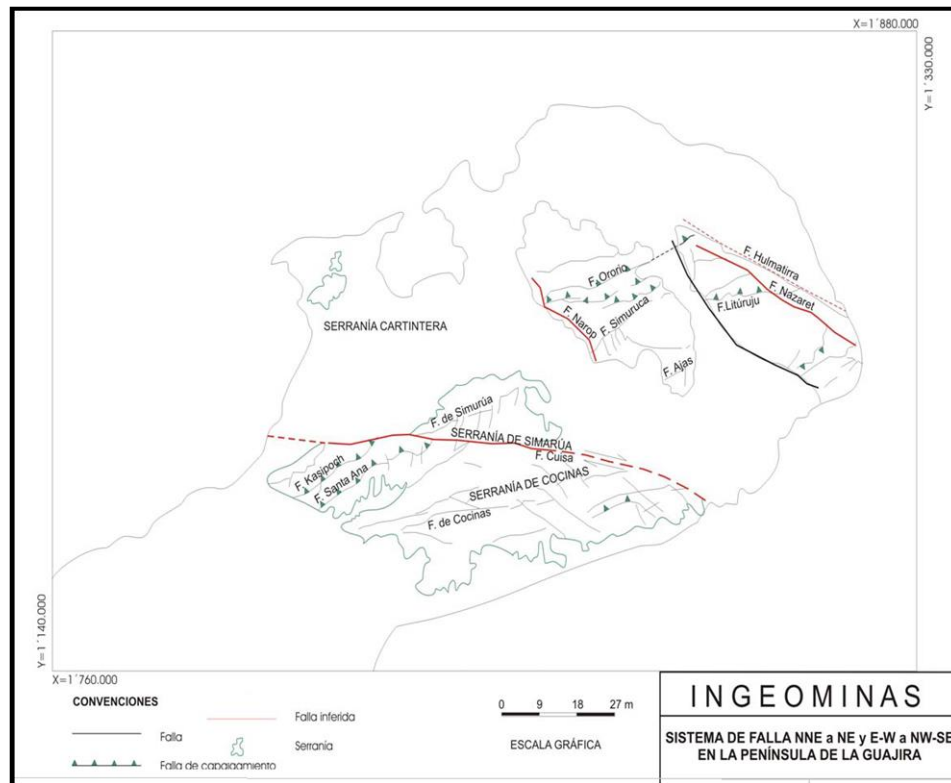
### 3.7.3.1.2.2. Falla Cuisa

Esta falla se extiende en dirección E-W a través de la parte norte de la península, corresponde al límite norte de la serranía de Cosinas, La traza de la falla tiene una extensión aproximada de 80 km y se prolonga hacia el oriente a través del Golfo de Venezuela, cerca de la bahía de Cocinetas hasta el sureste de la península de Paraguaná. El extremo occidental de la falla, en la península de La Guajira, está cubierto por depósitos recientes, y el extremo oriental, a pocos kilómetros del pueblo de Porchina, está cubierto por sedimentos del Oligoceno (Rollins, 1965).

### 3.7.3.1.2.3. Falla Oca

Es la falla más importante del sistema E-W a NW, se extiende aproximadamente por 300 km desde el extremo noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se cruza con la Falla Santa Marta - Bucaramanga, hasta la isla de Toas y, posiblemente, se prolonga hasta su intersección con la Falla Boconó en Venezuela. Los rasgos morfológicos y estructurales más importantes de la Falla Oca en el Departamento de La Guajira son el levantamiento de varios kilómetros del bloque sur que forma la Sierra Nevada de Santa Marta, la culminación abrupta de la serranía de Perijá y la región deprimida que forma el bloque norte de la falla a lo largo de toda su traza en Colombia y Venezuela.

**Figura 12.** Sistemas de Fallas en la Península de la Guajira.



Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.3.2. SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

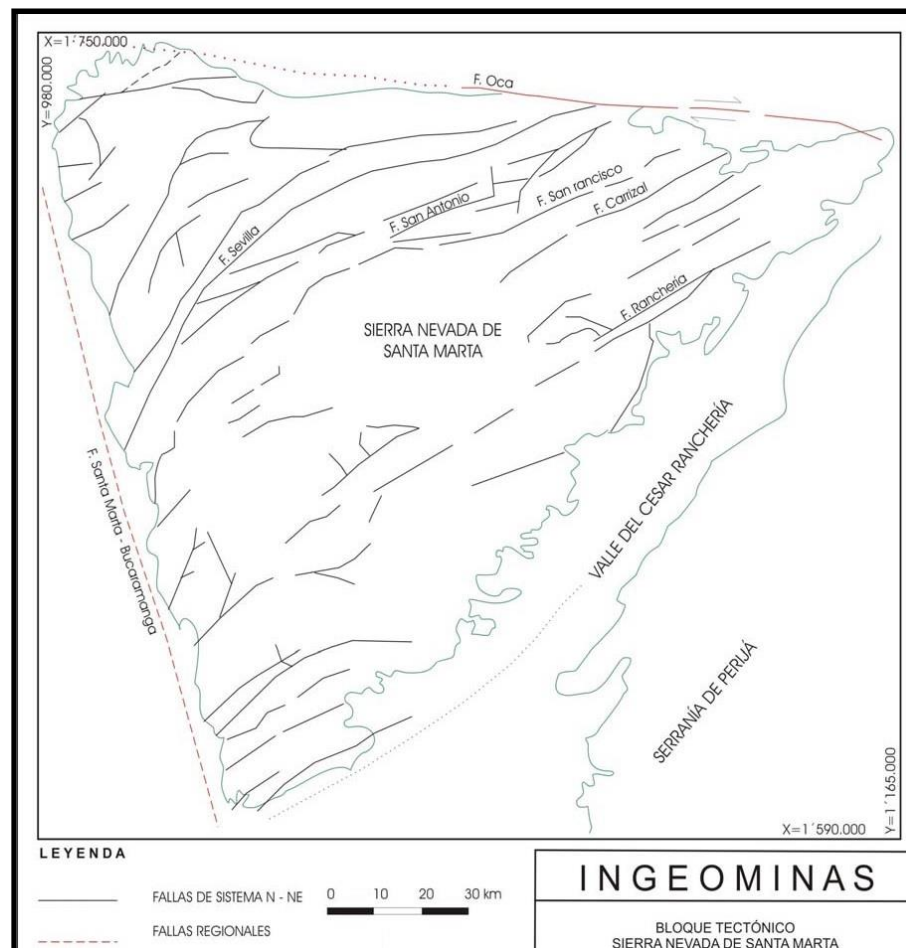
La Sierra Nevada de Santa Marta es un bloque triangular que se encuentra ubicado en la parte norte de Colombia. Este bloque está limitado al norte por la Falla Oca con dirección E-W, al occidente por la Falla Santa Marta - Bucaramanga, con orientación NW y al este por el valle del Cesar – Ranchería. (Ver figura 13).

#### 3.7.3.2.1. Sistema de Fallas Santa Marta - Bucaramanga

Aunque el Sistema de Fallas Santa Marta - Bucaramanga no se encuentra en La Guajira, tiene una gran incidencia en la geología de este departamento. Julivert (1958, 1961) enfatiza la importancia de la componente vertical de la falla y la considera como una falla marginal de un bloque montañoso con desplazamiento

Principalmente vertical. Para Polson & Henao (1965) el levantamiento de la Sierra Nevada de Santa Marta se dio a partir de la Falla Santa Marta y la Falla Oca; levantamiento que ocurrió según estos autores posterior al Mioceno, probablemente en el Pleistoceno de acuerdo con las glaciaciones presentes en la sierra.

**Figura 13.** Bloque tectónico Sierra Nevada de Santa Marta.



Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### **3.7.3.3. SERRANÍA DE PERIJÁ**

La serranía de Perijá en el Departamento de La Guajira es un bloque levantado entre la cuenca del Cesar - Ranchería y la cuenca de Maracaibo, corresponde al extremo norte de la Cordillera Oriental de Colombia y sirve de límite internacional, a partir de su cresta, entre Colombia y Venezuela; culmina hacia el norte, luego de descender paulatinamente, en la Falla Oca, que a su vez limita por el sur la península de La Guajira. La serranía de Perijá está separada de la Sierra Nevada de Santa Marta por la cuenca del Cesar – Ranchería<sup>15</sup>. (Ver figura 14).

#### **3.7.3.3.1. Fallas de dirección N35°E**

##### **3.7.3.3.1.1. Falla Ranchería**

Ujueta & Llinás (1990) describen en el valle del río Ranchería esta estructura, con una extensión aproximadamente por 22 km, entre el arroyo Conejo y un poco al sur de Roche, pero posiblemente tiene continuidad hacia el sur en el Departamento del Cesar. La falla se encuentra parcialmente cubierta, tiene dirección NE y constituye el límite sureste de la Sierra Nevada de Santa Marta. Sobre el tipo de movimiento e inclinación del plano de falla no se tiene información.

##### **3.7.3.3.1.2. Falla Cerrejón**

El nombre fue tomado del cerro Cerrejón, la falla se extiende desde la Falla Oca al norte y continúa al sur en el Departamento del Cesar. Es una falla de cabalgamiento de bajo ángulo, con buzamiento de  $15^\circ \pm 10^\circ$  hacia el SE y un desplazamiento mínimo de  $1,7 \pm 0,6$  km en la vertical y  $7,8 \pm 2$  km en la horizontal (Kellogg, 1981).

##### **3.7.3.3.1.3. Falla Monte Lía**

Fue llamada por Ujueta & Llinás (1990) Falla Monte Lía por las lomas de Monte Lía. Es una falla de tipo inverso, de alto ángulo, con dirección aproximada NE y una extensión de 16 km. Esta falla pone en contacto sedimentitas devónico carboníferas al occidente con sedimentitas del Grupo Girón al este.

#### **3.7.3.3.2. Fallas de dirección estructural E-W**

##### **3.7.3.3.2.1. Falla La Palma**

Fue definida por Ujueta & Llinás (1990) en el extremo norte de la serranía de Perijá, un poco al norte del cerro Cerrejón; su nombre viene de la cuchilla La Palma. La traza de esta falla tiene dirección E-W y una extensión aproximada de 16 km; se trata de una falla de tipo normal con el bloque norte hundido. En la parte oriental pone en contacto la parte media e inferior del Grupo Girón, con la parte superior de esta misma unidad.

##### **3.7.3.3.2.2. Falla Surimena**

Ujueta & Llinás (1990) le asignan este nombre por el arroyo Surimena, al cual controla desde la cresta de la sierra hasta la localidad de San Pedro en el occidente.

---

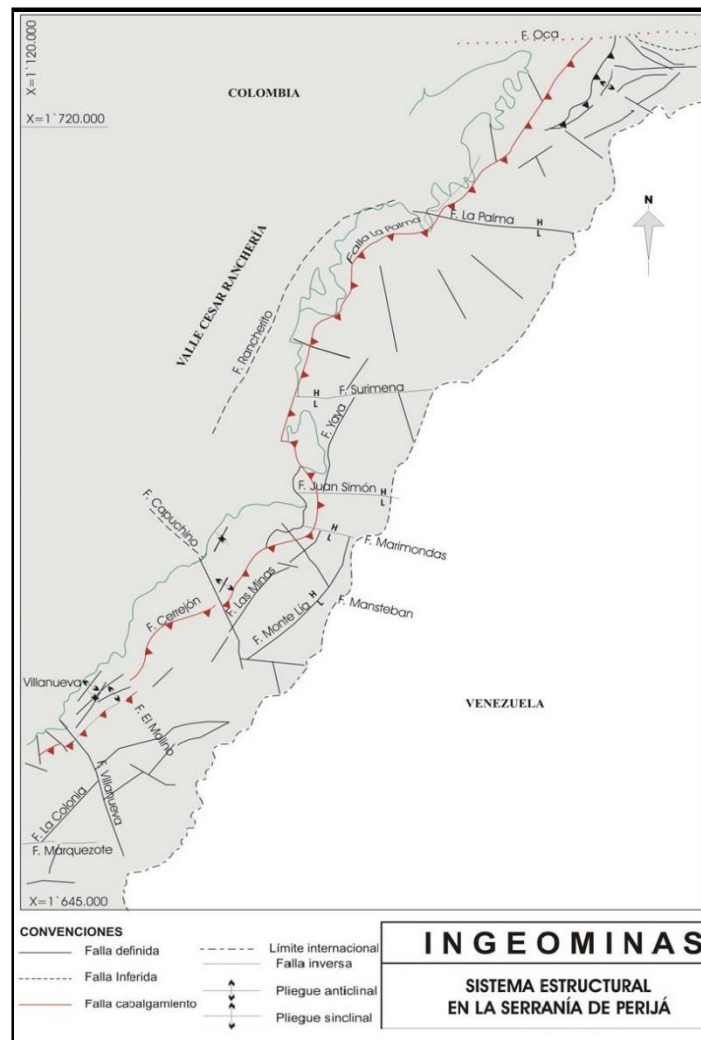
<sup>15</sup> Ibíd., p. 186.

La falla es de tipo normal, con dirección E-W y extensión aproximada en Colombia de 12 km. A lo largo de 7 km pone en contacto estratos del Grupo Girón que corresponden al bloque hundido, con estratos del Devónico Carbonífero presentes en el bloque levantado.

### 3.7.3.3.2.3. Falla Juan Simón

Esta falla se localiza al oriente del sitio Conejo. Fue descrita por Ujueta & Llinás (1990) como una falla de tipo normal, de poca extensión (9 km) y dirección E-W; pone en contacto estratos del Devónico Carbonífero presentes en el bloque levantado, al norte, con estratos del Grupo Girón del bloque hundido, al sur.

**Figura 14.** Sistema estructural en la Serranía de Perijá.



Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

### 3.7.3.4. Plegamientos

Las principales estructuras de plegamiento en la serranía de Perijá y el valle del Cesar - Ranchería tienen dirección preferencial N35°E, concordante con el tren estructural regional de las fallas y unidades litológicas. Al noreste del cerro Cerrejón se presenta el Sinclinal Ranchería (Kellogg, 1981), que se desarrolla sobre la Formación Cerrejón y tiene rumbo N35°E. Solamente el limbo NW está expuesto; el limbo SE desaparece bajo las rocas del Cretácico por acción de la Falla Cerrejón (Ujueta & Llinás, 1990).

En la parte norte, Ujueta & Llinás (1990) definieron, a partir del estudio fotogeológico, el Anticlinal Panorama, que tiene 8 km de longitud, dirección N10°W y afecta rocas del Grupo Girón. Hay varios plegamientos concentrados en la parte más septentrional del área, relacionados genéticamente con la Falla Oca.

### 3.7.4. GEOLOGÍA LOCAL

A continuación se presenta una descripción detallada de las unidades litológicas que afloran en el municipio de Riohacha, donde la formación Monguí es el área de interés lugar de ejecución de los Sondeos Eléctricos. Comenzando por las rocas más antiguas hasta las más recientes<sup>16</sup>. (Ver tabla 2).

**Tabla 2.** Formaciones litológicas del Municipio de Riohacha.

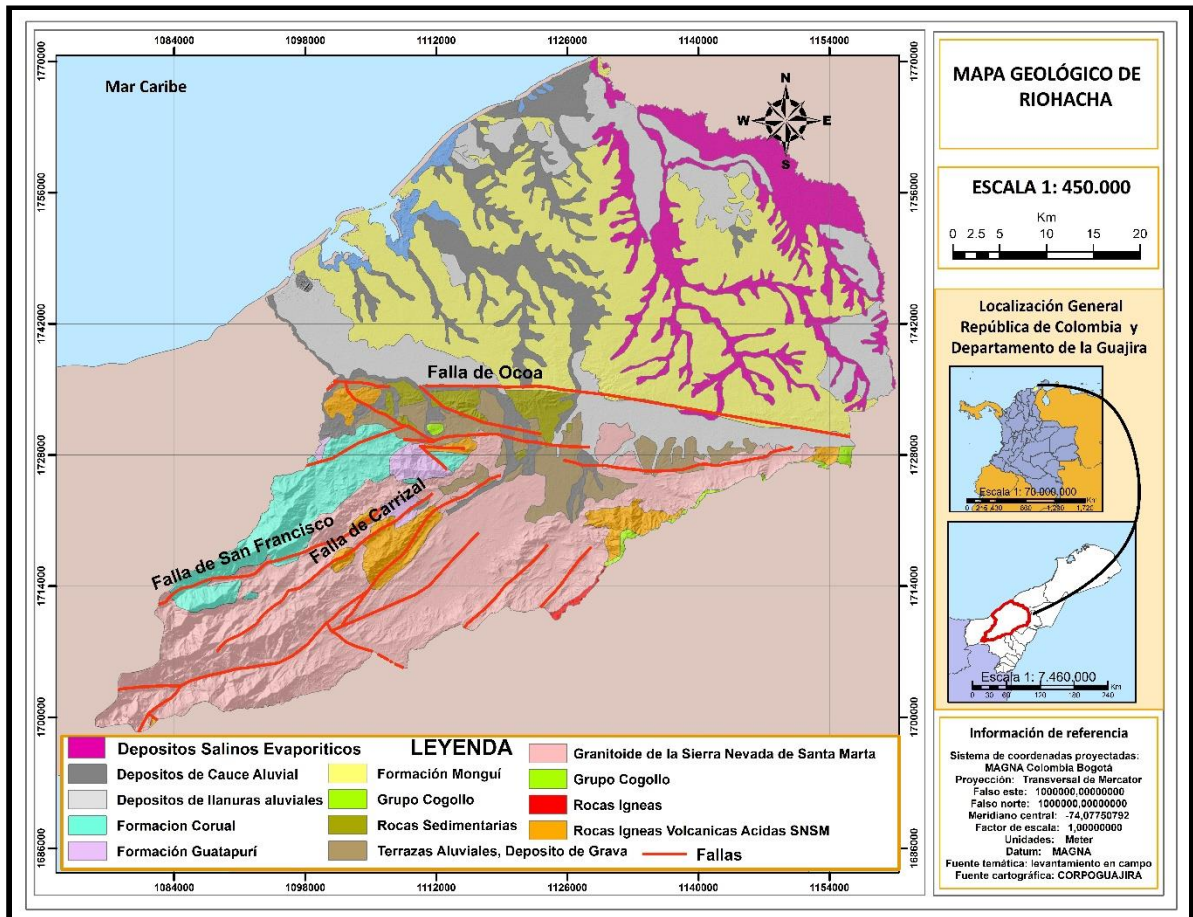
Edad	Clasificación Litológica	Descripción Litológica	Área	% De Extensión En El Municipio
<b>PRECÁMBRICO</b>	PEg	Granitoide de la Sierra Nevada de Santa Marta Cuarzodiorita, granodiorita, cuarzomonzonita y granito.	752,28	24,42
	PEm	Grupo Maicura. Formaciones Esquistos de Jutùruru y Neis de Uray. Esquistos neises, anfíbolitas.	6,96	0,23
<b>TRIÁSICO</b>	Tg	Formación Guatapurí. Flujos volcánicos keratofíricos, brechas y aglomerados piroclásticos, areniscas y sedimentitas volcanoclásticas	20,29	0,66

<sup>16</sup> INGEOMINAS-MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. VERSIÓN 2 Informe técnico preparado por Gabriel Rodríguez Ana Cristina Londoño Medellín, 2002.

<b>JURÁSICO-SUPERIOR</b>	JKv	Volcanitas ácidas de la Sierra Nevada de Santa Marta Ignimbrita Los Clavos, Riodacita Los Tábanos, Riolita de Golero.	101,04	3,28
<b>CRETÁCICO-SUPERIOR</b>	K2i	Grupo Cogollo. Parte inferior del Cretácico Superior.	11,37	0,37
<b>NEÓGENO-MIOCENO</b>	N1m	Sedimentitas miocenas indiferenciadas. Arenisca arcillosa grauvacas y conglomerados	46,24	1,50
<b>NEÓGENO-PLIOCENO</b>	N2m	Formación Monguí. Arcillolitas arenosas, areniscas y conglomerados.	820,99	26,66
<b>CUATERNARIO-Holoceno</b>	Tc	Formación Corual. Conglomerado basal, limolistas, grauvacas, flujos volcánicos basálticos.	147,65	4,79
	Qa	Arenas eólicas, dunas. Arenas en depósitos con geoformas de dunas.	1,46	0,05
	Qal	Depósitos de cauce aluvial. Sedimentos areno arcillosos.	558,89	18,15
	Qc	Depósitos costeros de playón y barra, pantanos y ciénagas. Arcillas arenáceas y arenas.	32,98	1,07
	QII	Depósitos de llanura aluvial, en parte terrazas aluviales en la cuenca del río Cesar. Sedimentos semiconsolidados arenosos y arcillosos.	430,76	13,99
	Qt	Terrazas aluviales. Depósitos de gravas.	130,01	4,22

Fuente: Ingeominas-Mapa Geológico Del Departamento De La Guajira, 2002.

**Figura 15. Mapa Geológico del Municipio de Riohacha.**



Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8. Generalidades De La Zona De Estudio

#### 3.8.1. Localización

El departamento de La Guajira se encuentra ubicado en el extremo norte de Colombia entre los 10° 23' - 12° 28' latitud Norte y 71° 06' - 73° 39' longitud Oeste, limitando al norte y al oeste con el mar Caribe, al este con Venezuela; al sur con el departamento del Cesar y al suroeste con el departamento del Magdalena. Su extensión es de 20.848 km<sup>2</sup><sup>17</sup>.

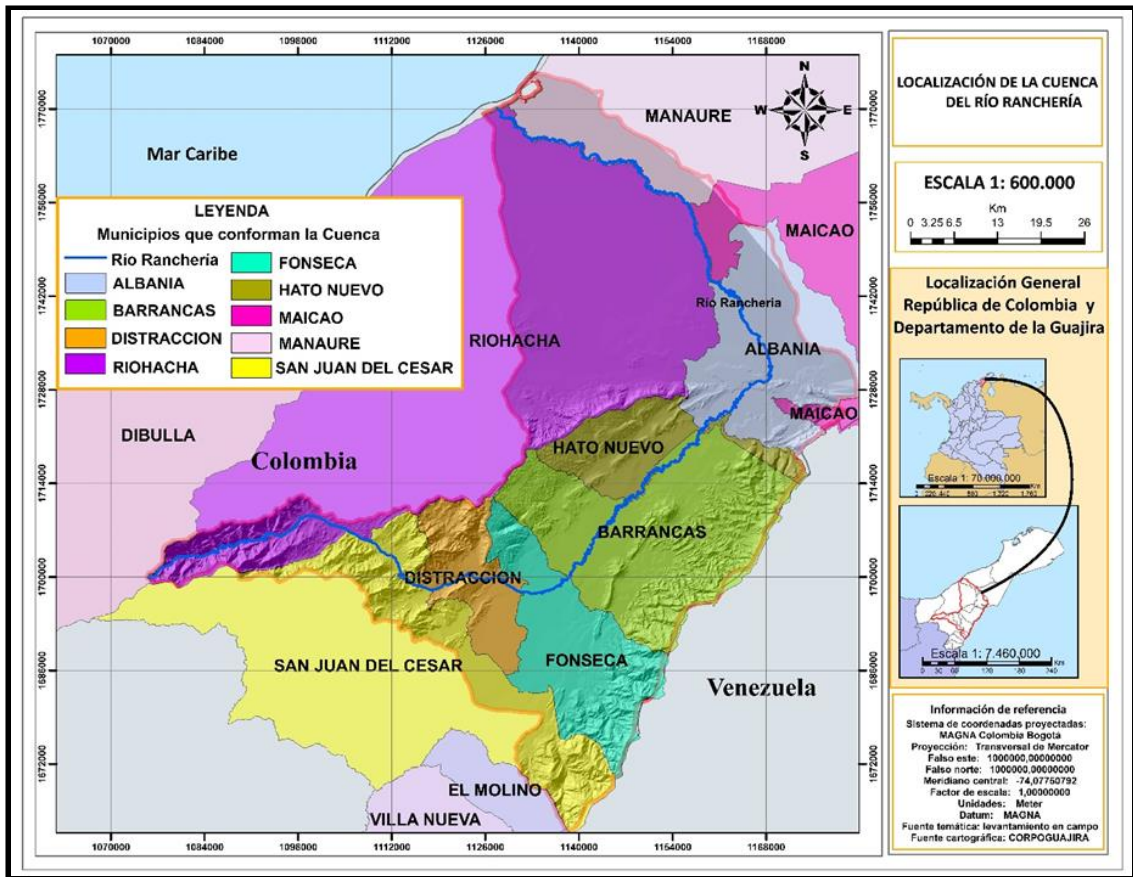
La cuenca del río Ranchería, se encuentra ubicada en el centro y occidente del departamento. Abarca una extensión de 4.223 km<sup>2</sup>, correspondiente al 20,5% del área total del departamento, y representa la cuenca de mayor importancia para La Guajira ya que de ella se abastecen 55.000 habitantes. Los municipios comprendidos dentro de la cuenca son: Fonseca, Distracción, Barrancas,

<sup>17</sup> PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.



Hatonuevo, Albania, Riohacha, San Juan del Cesar, Manaure y Maicao. (Ver figura 16).

**Figura 16.** Ubicación geográfica de la cuenca del Río Ranchería.



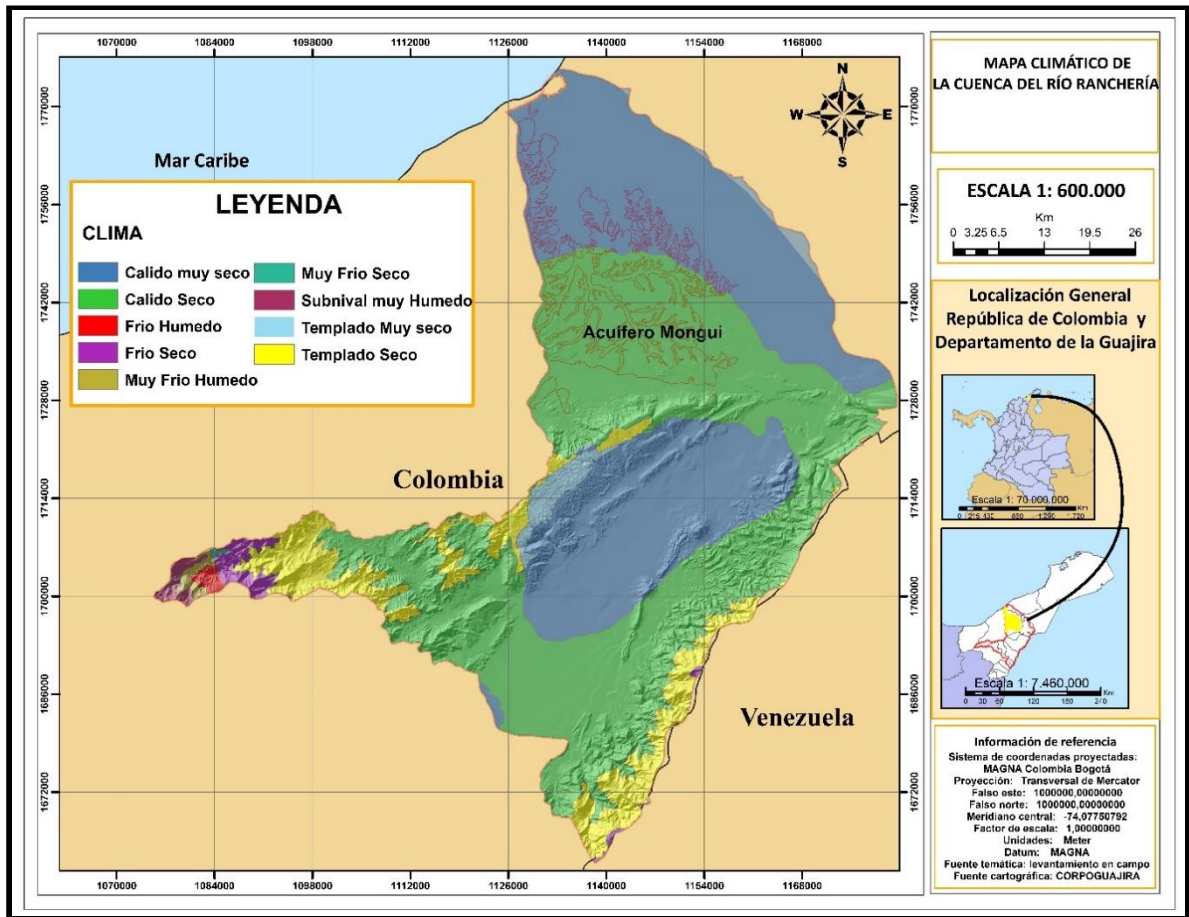
Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8.2. CLIMATOLOGÍA

En esta región la temperatura media oscila entre los 27° C y 30° C, sin embargo pueden registrarse temperaturas mayores a 45° C en la parte baja de la Guajira. El régimen pluviométrico generalmente no supera los 300 mm al año y representa una de las zonas más secas en el país. El clima de sabana xerófila al sur y occidente y de estepa árida o semiárida al norte y oriente<sup>18</sup>. (Ver figura 17).

<sup>18</sup> PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.

**Figura 17.** Climatología de la cuenca del Río Ranchería.



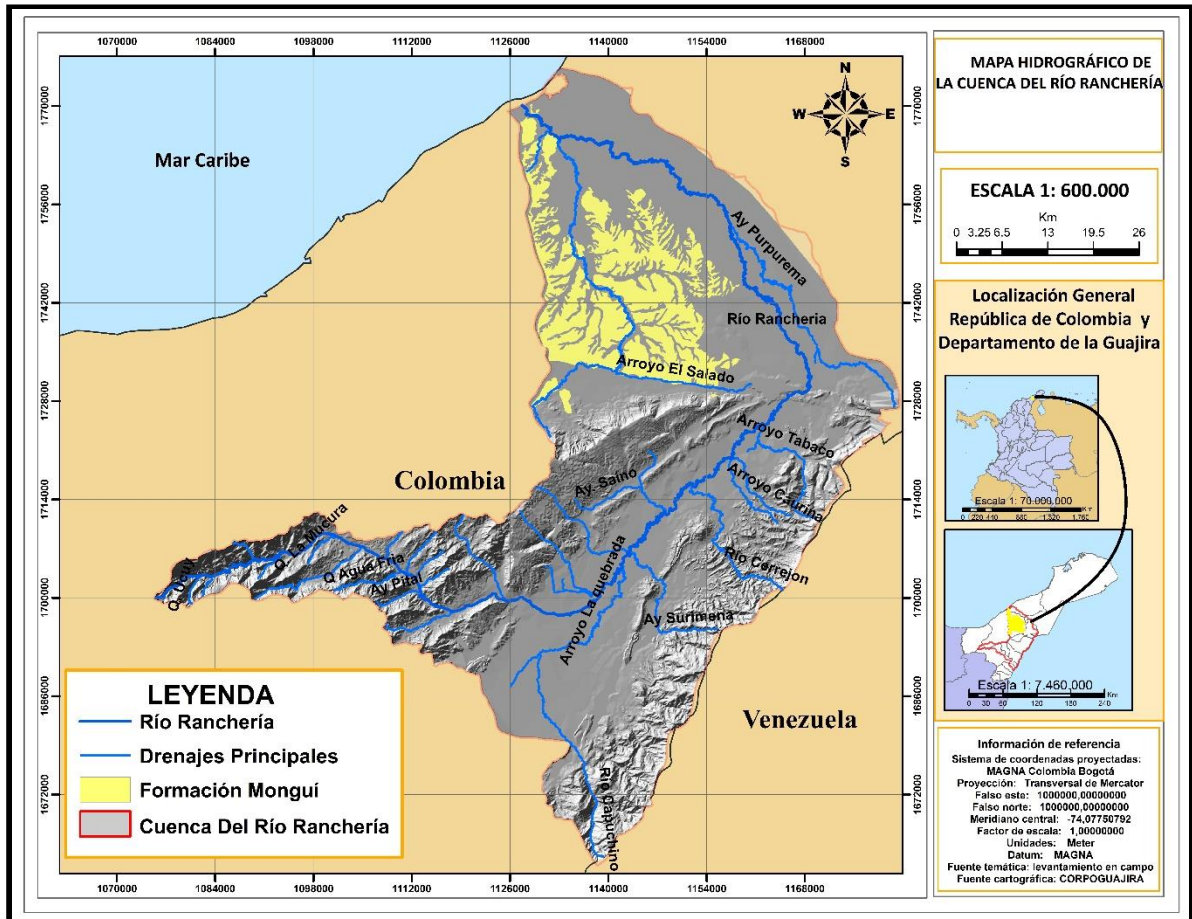
Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8.3. Hidrografía de la Cuenca del Río Ranchería

El río más importante del departamento de La Guajira es el río Ranchería, que nace en la Sierra Nevada de Santa Marta a una altura de 3.800 m.s.n.m, y atraviesa la cuenca en sentido oeste-este hasta la cota 180, luego en sentido noreste hasta la Falla de Oca y finalmente hacia el noroeste hasta desembocar en el Océano Atlántico en la ciudad de Riohacha. Los principales afluentes del río Ranchería son: El río Marocazo, el río Palomino, las quebradas El Campanario, Corral Falso, De Moreno y San Francisco. Los arroyos Pringamoza, Mapurito, La Quebrada, Conejo, Cañaverales, Mamón, Los Remedios, Jotomahana, La Cuesta, Tirajoncito, El Salado, Pital, Grande, Surimena, Paladines, La Ceiba, El Juncal, Purpurema, Aranerito y El Tabaco<sup>19</sup>. (Ver figura 18).

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p. 25.

**Figura 18.** Hidrografía de la cuenca del Río Ranchería.



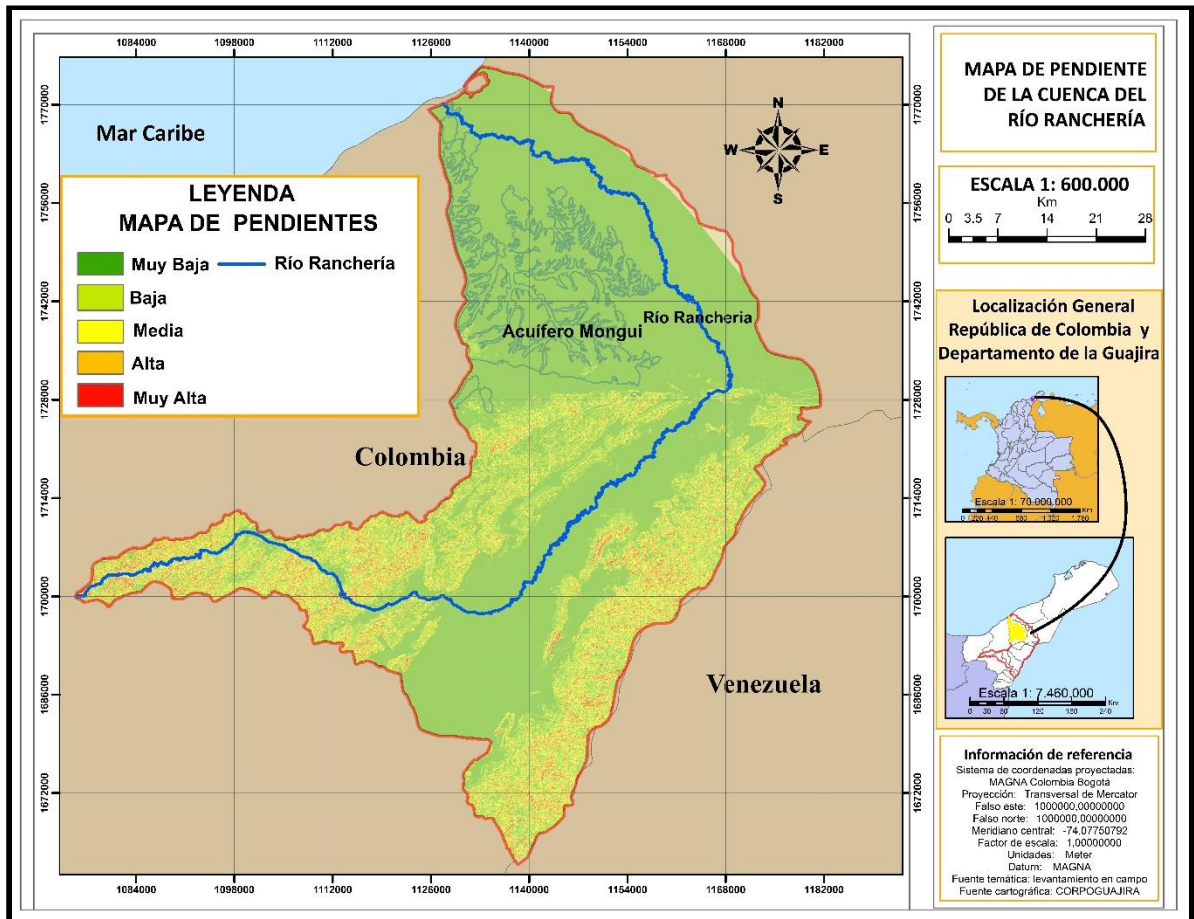
Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8.4. Pendiente De La Cuenca Del Río Ranchería

En general la cuenca del Río Ranchería está constituida en un 70% del área por zonas con pendiente media y baja pertenecientes al fondo del valle del río Ranchería, que cambian abruptamente de vertientes cortas, moderadas a empinadas<sup>20</sup>. (Ver Figura 19).

<sup>20</sup> *Ibíd.*, p. 26.

**Figura 19.** Pendientes de la cuenca del Río Ranchería.



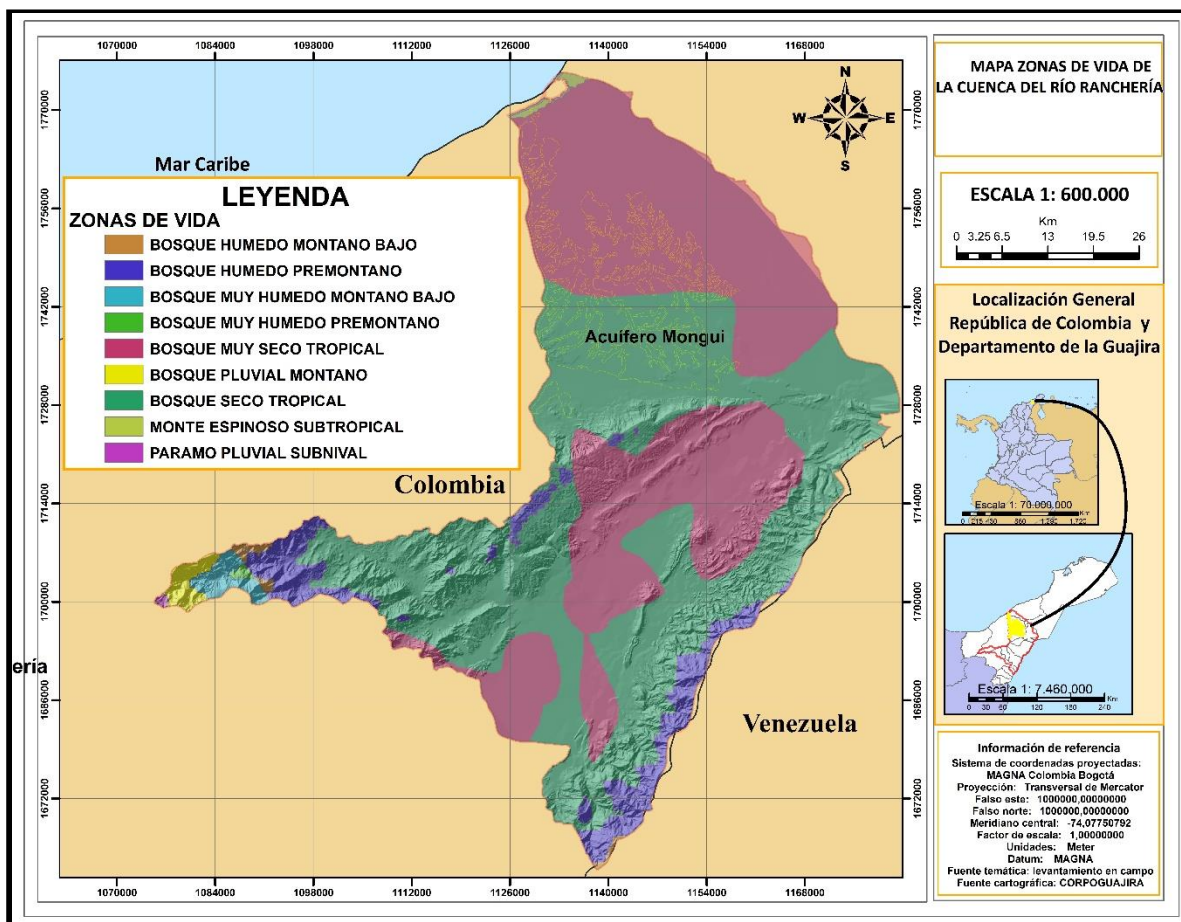
Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8.5. Zonas de Vida de la Cuenca del Río Ranchería

Según la clasificación de zonas de vida de L.R Holdridge, una alta proporción de la cuenca corresponde a bosque seco premontano transición a cálido (bs-PM) y a bosque seco tropical (bs-T). En las colinas bajas de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Serranía de Perijá la zona de vida predominante es la de bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) y bosque pluvial montano (BP-M), pero estos dos sectores son de poca extensión con relación al área de la zona<sup>21</sup>. ( Ver figura 20).

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p. 27.

**Figura 20.** Zonas de Vida de la cuenca del Río Ranchería.



Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.8.6. Unidades Hidrogeológicas de la cuenca del Río Ranchería

La descripción del sistema de acuífero asociado a la cuenca del río Ranchería fue realizada a partir de la comparación de dos modelos hidrogeológicos conceptuales, el primero realizado por la Universidad de Antioquia para CORPOGUAJIRA en 2011 y el segundo por IDEAM y Villamizar, como resultado de la conciliación de los dos modelos, el sistema hidrogeológico de la cuenca del río Ranchería se considera conformado por 6 unidades acuíferas ya exploradas y delimitadas ( Ver figura 21), siendo nombradas con las siguientes designaciones<sup>22</sup>.

<sup>22</sup> *Ibíd.*, p. 52.

#### **3.8.6.1. Acuífero Libre Ranchería**

Asociado a los depósitos aluviales recientes del río Ranchería y sus afluentes, al norte de la Falla de Oca.

#### **3.8.6.2. Acuífero Libre Fonseca-San Juan**

Asociado a los depósitos aluviales recientes del río Ranchería al sur de la cuenca.

#### **3.8.6.3. Acuífero Libre Oca**

Asociado a los depósitos aluviales recientes del arroyo El Salado, cuyo curso sigue la dirección de la Falla de Oca.

#### **3.8.6.4. Acuífero Monguí**

Asociado a la formación sedimentaria Monguí, tiene carácter detrítico y se comporta como libre donde aflora en superficie y está confinado por debajo del acuífero Ranchería.

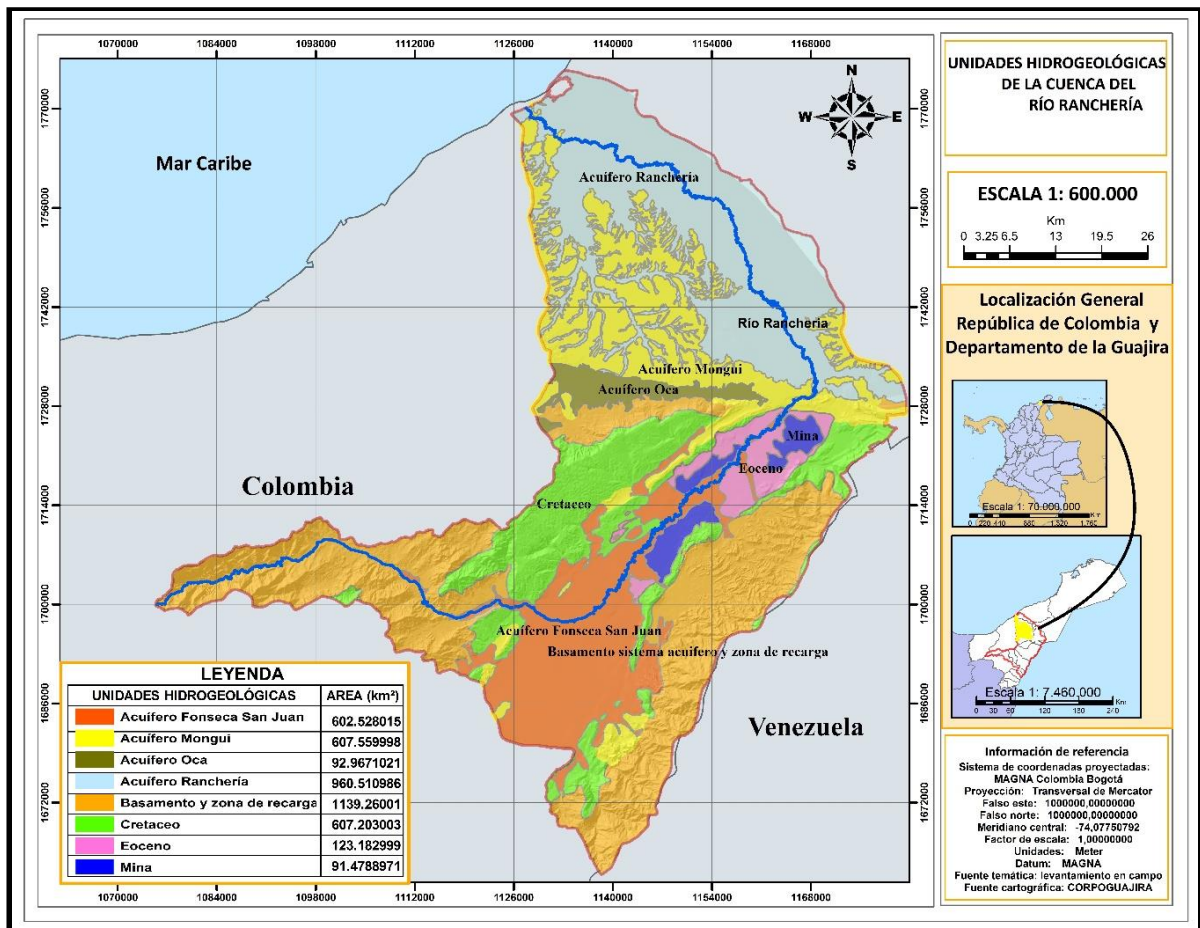
#### **3.8.6.5. Acuífero Cerrejón**

Corresponde a las formaciones sedimentarias del Terciario (Formación Manantial, Formación Cerrejón y Formación Aguas Nuevas), que se conjugan en una única unidad hidrogeológica que tendría el carácter de acuífero multicapa con algunos niveles confinados, subyace al acuífero Fonseca-San Juan.

#### **3.8.6.6. Acuífero Hatonuevo-Barrancas**

Correspondiente a la Formación Geológica Cogollo, tiene carácter carbonatado con facies de karstificación, el acuífero Hatonuevo-Barrancas subyace a las rocas sedimentarias del Eoceno.

**Figura 21.** Unidades Hidrogeológicas la cuenca del Río Ranchería.



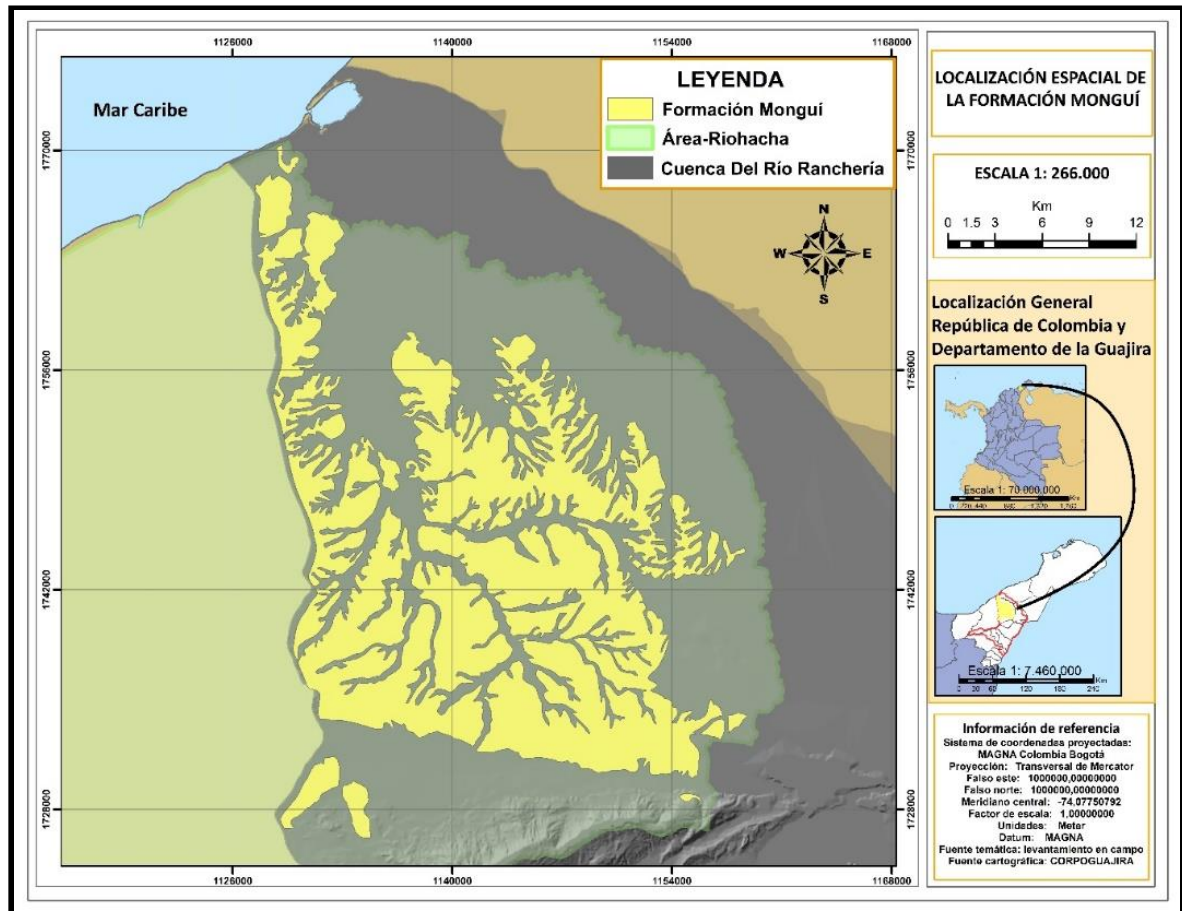
Fuente: SIG CorpoGUAJIRA.

### 3.8.7. GENERALIDADES DE LA FORMACIÓN MONGUÍ

**Formación Monguí (N1m)** Autor. Mosquera et al. (1976), en el sitio de Monguí, al sur de la Carretera Troncal del Caribe. **Afloramientos.** Desde al sur de la Carretera Troncal del Caribe, hasta el norte de la Falla Oca. **Descripción litológica.** Según Mosquera (1976), la Formación Monguí está conformada por arcillolitas arenosas color amarillo pardo a amarillo verdoso semicompactas, intercaladas con areniscas color amarillo verdoso de grano medio a grueso, friables; también hay conglomerados color amarillo semicompactos, con cantos de tamaño de 0,5 a 5 cm de diámetro, de origen ígneo, englobados en una matriz areno arcillosa. **Espesor** Según Tschanz (1969), varios miles de metros; en pozos de Ranchería, se cortaron más de 2.000 m de rocas paleógenas y neógenas de grano fino, que Tschanz (1969) consideran correspondientes a esta unidad. **Superficie sector Riohacha** la formación ocupa un área de 436,247 km<sup>2</sup>. **Edad.** Plioceno. Según Tschanz (1969), probablemente Mioceno superior y Plioceno<sup>23</sup>. (Ver figura 22).

<sup>23</sup> PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.

**Figura 22.** Ubicación geográfica de la Formación Monguí sector Riohacha.



Fuente: SIG Corpoguajira.

### 3.9. Metodología

#### 3.9.1. Alternativas de solución

A continuación, se muestra la metodología empleada para cumplir los objetivos planteados para el presente trabajo de grado.

##### 3.9.1.1. INTERPRETACIÓN DE SEV Y CORRELACIÓN HIDROGEOLÓGICA

La información de los Sondeos Eléctricos Verticales fue suministrada por Corpoguajira y la empresa Ingeam, luego de obtener dichos datos se procedió a seleccionar los SEV que fueron realizados en la zona de interés formación Monguí. Para el análisis de los datos geofísicos obtenidos se ha tenido en cuenta la experiencia de exploraciones geoelectricas en La Guajira. Esto ha permitido relacionar valores de resistividad aparente con tipos de litología y agua subterránea (Tabla 3). Estos resultados están acordes con conclusiones hechas por el Instituto de Geología y Minería (INGEOMINAS) a partir de estudios geoelectricos realizados en la Media y Alta Guajira.



La correlación hidrogeológica fue basada en registros geofísicos y columnas litológicas realizadas a partir de muestras recuperadas durante perforaciones de pozos ubicados en la formación Monguí. La información fue suministrada por empresas perforadoras.

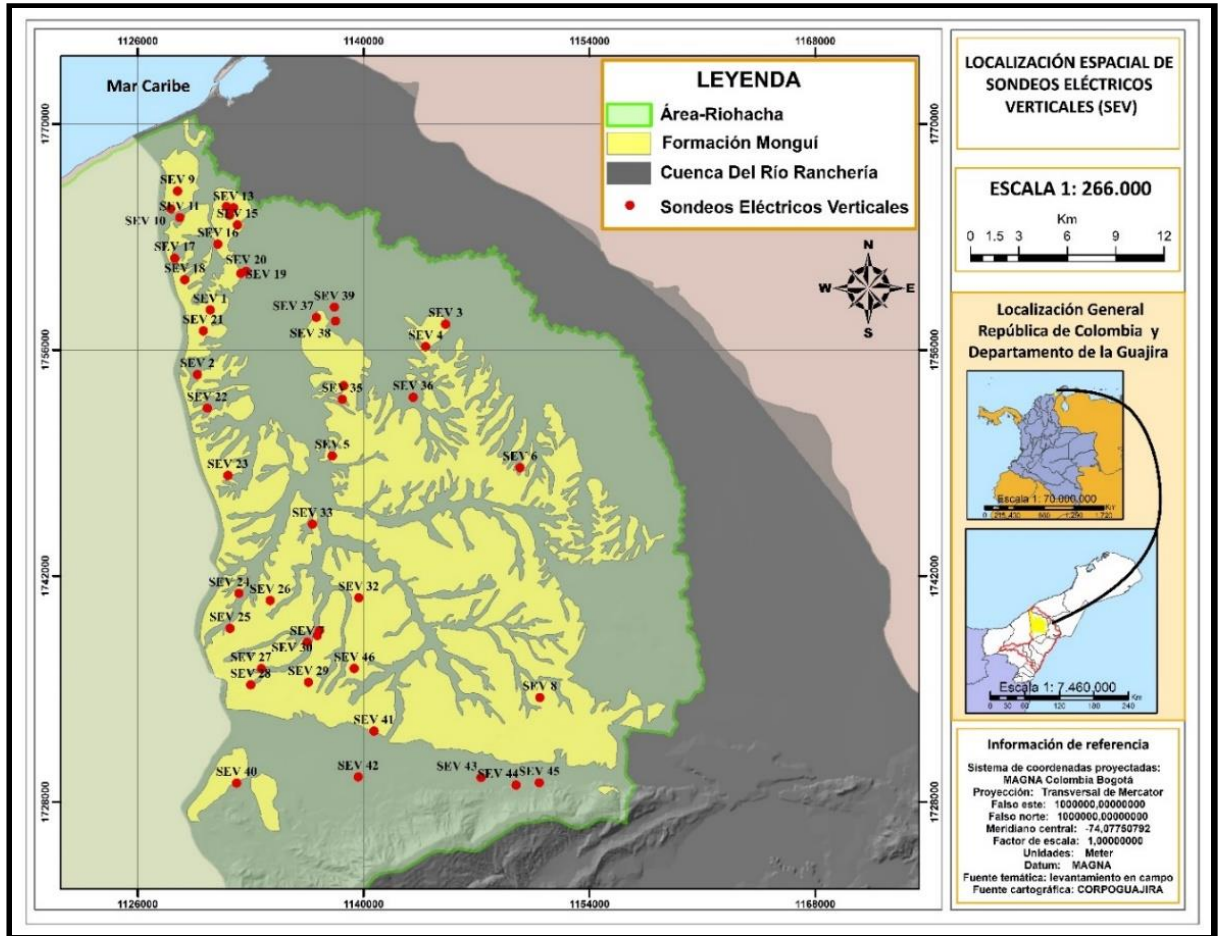
**Tabla 3.** Interpretación de resistividad aparentes para la Media Guajira.

RESISTIVIDAD	INTERPRETACIÓN
Ohm-m	
$\rho \leq 6$	Sedimentos con agua salada
$6 < \rho < 10$	Sedimentos con agua salobre
$10 < \rho < 20$	Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce
$\rho \geq 20$	Sedimentos con agua dulce o rocas masivas

Fuente: Boletín Geológico. Volumen 29. P.1-127. Bogotá – Colombia. Ingeominas.

Cuarenta y Seis (46) SEV fueron seleccionados para el presente estudio. La figura 23, muestra la ubicación espacial de los sondeos en la zona de interés. En la tabla 4 están consignados algunos datos del sondeo como, coordenadas geográficas WGS 84, las coordenadas planas con origen central y la cota aproximada.

**Figura 23.** Localización espacial de los Sondeos Eléctricos Verticales.



Fuente: SIG Corpoaguajira.

**Tabla 4.** Información de los Sondeos Eléctricos Verticales.

NOMBRE	PREDIO	N	W	Latitud	Longitud	ALTITUD MSNM
SEV 1	Uyatpana	11°27'06.8"	72°52'54.2"	11.4518889	-72.8817222	48
SEV 2	Kouhacho	11°24'56.5"	72°53'20.8"	11.4156944	-72.8891111	39
SEV 3	Makurma	11°26'35.9"	72°44'52.9"	11.4433056	-72.7480278	30
SEV 4	Plan Bonito	11°25'50.9"	72°45'33.8"	11.4308056	-72.7593889	33
SEV 5	Sabana De Piedra	11°22'11.6"	72°48'45.5"	11.3698889	-72.8126389	4
SEV 6	Causalak	11°21'46.2"	72°42'22.0"	11.3628333	-72.7061111	53
SEV 7	Sibate	11°15'56.0"	72°49'38.7"	11.2655556	-72.8274167	56
SEV 8	Coroyo	11°14'02.5"	72°41'43.6"	11.2340278	-72.6954444	99
SEV 9	Finca Ballestero	11°31'06.6"	72°53'59.8"	11.5185	-72.8999444	3
SEV 10	Dividivi	11°30'31.0"	72°54'13.8"	11.5086111	-72.9038333	17

SEV 11	Guajirito	11°30'13.3"	72°53'55.5"	11.5036944	-72.89875	20
	Colegio					
SEV 12	Bilingüe	11°30'35.2"	72°52'19.8"	11.5097778	-72.8721667	15
SEV 13	El Paso 2	11°30'32.6"	72°52'05.2"	11.5090556	-72.8681111	14
SEV 14	Villa Lupe	11°30'17.6"	72°52'13.3"	11.5048889	-72.8703611	21
SEV 15	El Paso	11°29'58.0"	72°51'57.4"	11.4994444	-72.8659444	12
SEV 16	Cardonal	11°29'19.2"	72°52'37.7"	11.4886667	-72.8771389	14
	Ubaldo					
SEV 17	Martínez	11°28'51.32"	72°54'5.81"	11.4809222	-72.9016139	34
SEV 18	Kamuchasain	11°28'07.8"	72°53'45.8"	11.4688333	-72.8960556	36
SEV 19	Juliwain	11°28'20.1"	72°51'50.9"	11.47225	-72.8641389	17
SEV 20	Laguna De Miel	11°28'24.3"	72°51'39.9"	11.4734167	-72.8610833	9
SEV 21	Ipamana	11°26'24.7"	72°53'08.2"	11.4401944	-72.8856111	33
SEV 22	Jopechimana	11°23'48.8"	72°53'00.7"	11.3968889	-72.8835278	38
SEV 23	Jacamao	11°21'32.9"	72°52'19.2"	11.3591389	-72.872	58
	Predio					
SEV 24	Guáimaro	11°17'35.1"	72°51'57.6"	11.2930833	-72.866	48
SEV 25	Buena Fe	11°16'24.7"	72°52'16.1"	11.2735278	-72.8711389	65
SEV 26	Santa Rosa	11°17'20.6"	72°50'53.8"	11.2890556	-72.8482778	62
SEV 27	Granito De Oro	11°15'03.3"	72°51'12.4"	11.2509167	-72.8534444	78
SEV 28	El Progreso	11°14'30.8"	72°51'34.5"	11.2418889	-72.8595833	112
SEV 29	El Chalay	11°14'35.3"	72°49'36.3"	11.2431389	-72.82675	84
SEV 30	El Ahumao	11°16'09.5"	72°49'17.9"	11.2693056	-72.8216389	30
	Nueva					
SEV 31	Esperanza	11°16'19.6"	72°49'13.3"	11.2721111	-72.8203611	50
SEV 32	Songo	11°17'25.3"	72°47'53.0"	11.2903611	-72.7980556	51
SEV 33	Ichinchon	11°19'54.1"	72°49'26.7"	11.3316944	-72.8240833	41
SEV 34	Cascabel	11°24'32.9"	72°48'21.7"	11.4091389	-72.8060278	39
SEV 35	Kaitimana	11°24'05.4"	72°48'24.8"	11.4015	-72.8068889	35
SEV 36	Ciruelo	11°24'08.9"	72°45'59.7"	11.4024722	-72.7665833	21
SEV 37	Campo 1	11°26'50.8"	72°49'17.2"	11.4474444	-72.8214444	24
SEV 38	Urraichi	11°26'43.2"	72°48'37.7"	11.4453333	-72.8104722	6
SEV 39	Malawuaica	11°27'11.3"	72°48'40.2"	11.4531389	-72.8111667	22
SEV 40	Cotoprí	11°11'12.9"	72°52'04.0"	11.1869167	-72.8677778	82
SEV 41	Policía	11°12'56.4"	72°47'23.0"	11.2156667	-72.7897222	55
SEV 42	El Sequion	11°11'24.2"	72°47'55.5"	11.1900556	-72.79875	69
SEV 43	La Arena	11°11'21.7"	72°43'44.5"	11.1893611	-72.7290278	84
SEV 44	Mañature	11°11'06.1"	72°42'33.2"	11.1850278	-72.7092222	100
SEV 45	Islita	11°11'10.8"	72°41'45.6"	11.1863333	-72.696	97
SEV 46	Joncalito	11°15'02.8"	72°48'02.6"	11.2507778	-72.8007222	69

**Fuente:** autor del proyecto.

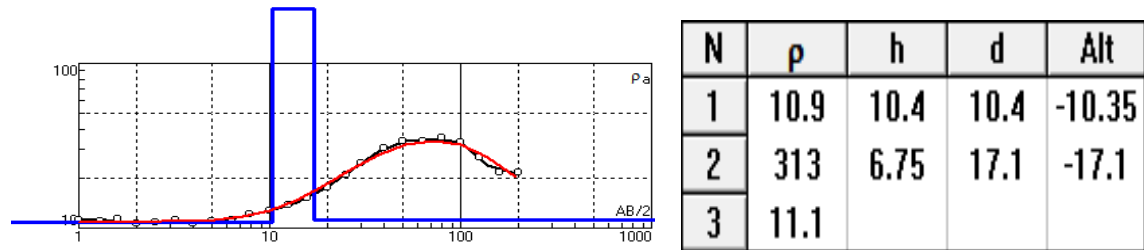
Para la caracterización de las resistividades aparentes en los sedimentos de la formación Monguí, se utilizó un método indirecto (sondeos eléctricos verticales), con los cuales se obtuvo la variación de las resistividades con la profundidad.

### 3.9.1.1.1. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL UYATPANA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 17.1 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 10.9 ohm-m y los 313 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 17.1 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.1 ohm-m correlacionándose por sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 24.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Uyatpana.



**Tabla 5.** Interpretación geoelectrica de Uyatpana.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL UYATPANA			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	10.9	0 – 10.4	Suelo vegetal seco
2	313	10.4 – 17.1	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
3	11.1	17.1 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

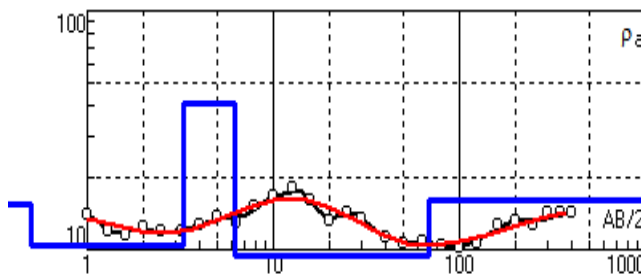
### 3.9.1.1.2. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL KOUHATCHON

En este sondeo se puede observar que en los primeros 6.21 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 10.4 ohm-m y los 41 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 6.21 metros hasta los 68.2 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 9.35 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua salobre.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 68.2 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 16.1 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débilmente dulce.

**Figura 25.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Kouhatchon.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	15.6	0.5	0.5	-0.5
2	10.4	2.79	3.29	-3.285
3	41	2.92	6.21	-6.205
4	9.35	62	68.2	-68.19
5	16.1			

**Tabla 6.** Interpretación geoelectrica de Kouhatchon.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL KOUHATCHON			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	15.6	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	10.4	0.5 – 3.29	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
3	41	3.29 – 6.21	Arcilla verde clara semiplástica, ligera grisácea y arenosa.
4	9.35	6.21 – 68.19	70% Arcilla amarilla clara semiplástica, 30% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa; fragmentos de cuarzo lechoso, chert ocre y andesitas.

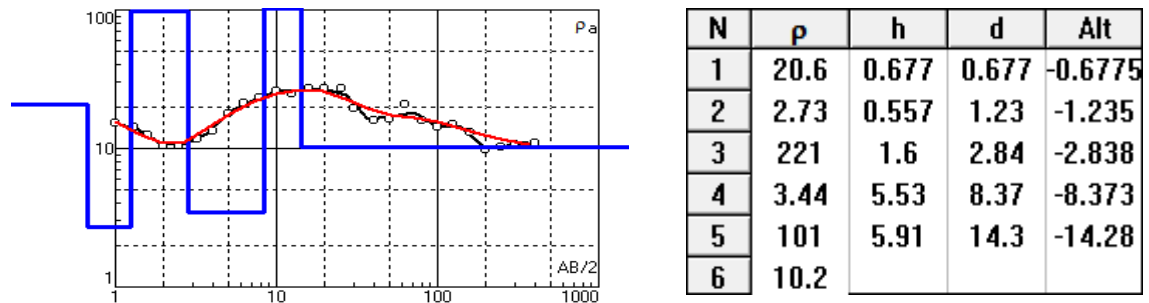
5	16.1	68.19 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
---	------	---------	--

### 3.9.1.1.3. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL SIBATE

En este sondeo se puede observar que en los primeros 14.3 metros de profundidad, se presentan cinco capas resistivas con valores, entre los 2.73 ohm-m y los 221 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 14.3 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 10.2 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débil mente dulce.

**Figura 26.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Sibate.



**Tabla 7.** Interpretación geoelectrónica de Sibate.

SONDEO ELECTRICICO VERTICAL SIBATE			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	20.6	0 – 0.67	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	2.73	0.67 – 1.23	Arcilla café oscura soluble.
3	221	1.23 – 2.8	60% Arcilla amarilla clara semiplástica, 40% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
	3.44	2.8 – 8.3	70% Arcilla amarilla clara semiplástica, 30% fragmentos de arenisca amarilla grano fino a conglomerática, con

4			bandeamientos silíceos, cuarzosa y fragmentos de conchas marinas.
5	101	8.3 – 14.3	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa; fragmentos de cuarzo lechoso y chert ocre, cuarzo lechoso y andesitas.
6	10.2	14.3 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

#### 3.9.1.1.4. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL PLAN BONITO

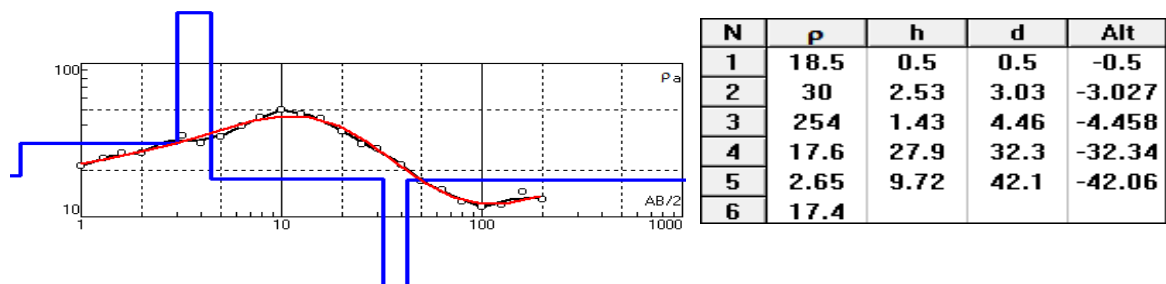
En este sondeo se puede observar que en los primeros 4.46 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 18.5 ohm-m y los 254 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 4.46 metros de profundidad hasta 32.3 metros de profundidad, presentando una resistividad de 17.6 ohm-m correlacionándose por sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce

La quinta capa observada, no presenta interés hidrogeológico esta se encuentra ubicada, a partir de los 32.3 metros de profundidad hasta los 42.1 metros de profundidad, con una resistividad de 2.65 ohm-m, Las formaciones sedimentarias existentes en este nivel estarían representadas por Sedimentos con agua salada.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 42.1 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 17.4 ohm-m correlacionándose por sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 27.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Plan Bonito.



**Tabla 8.** Interpretación geoelectrica de Plan Bonito.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL PLAN BONITO			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	18.5	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	30	0.5 – 3.03	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
3	254	3.03 – 4.46	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
4	17.6	4.46 – 32.3	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	2.65	32.3 – 42.1	75% Arenisca blanca grisácea de grano fino a medio subredondeados a subangulares, presencia de Bioclastos. 25% Arcillolita verde.
6	17.4	42.1 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

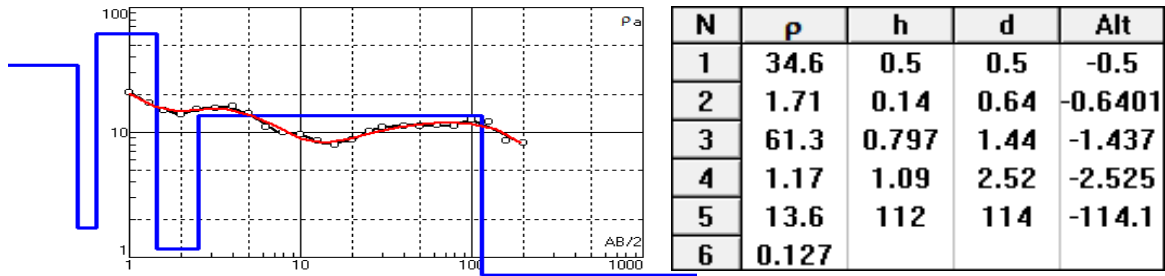
### 3.9.1.1.5. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL MAKURMA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 2.52 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 1.17 ohm-m y los 61.3 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 2.52 metros de profundidad hasta 114 metros de profundidad, presentando una resistividad de 13.6 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.



**Figura 28.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Makurma.



**Tabla 9.** Interpretación geoelectrica de Makurma.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL MAKURMA			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	34.6	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	1.71	0.5 – 0.64	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
3	61.3	0.64 – 1.44	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
4	1.17	1.44 – 2.52	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
5	13.6	2.52 – 114	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
6	0.127	114-	80% Arenisca blanca grisácea de grano fino a medio subredondeados a subangulares, presencia de Bioclastos. 20% Arcillolita verde.

### 3.9.1.1.6. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL SABANA DE PIEDRA

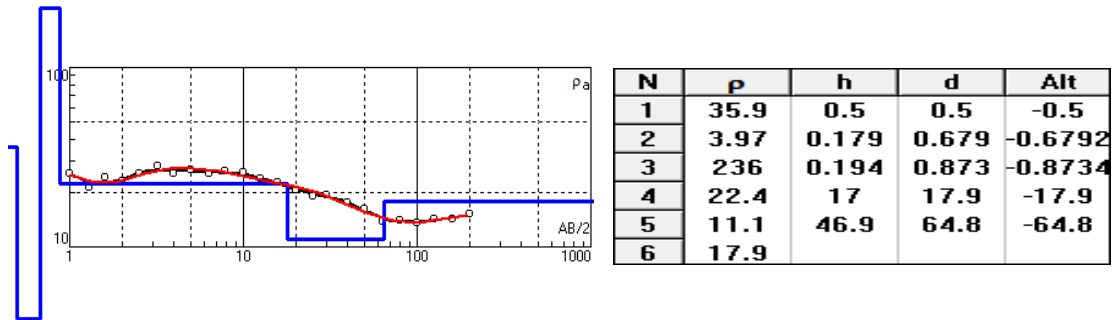
En este sondeo se puede observar que en los primeros 0.873 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 3.97 ohm-m y los 236 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 0.873 metros de profundidad hasta 17.9 metros de profundidad, presentando una resistividad de 22.4 ohm-m correlacionándose por Sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 17.9 metros de profundidad hasta 64.8 metros de profundidad, presentando una resistividad de 11.1 ohm-m correlacionándose por sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 64.8 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 17.9 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 29.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Sabana de Piedra.



**Tabla 10.** Interpretación geoelectrica de Sabana de Piedra.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL SABANA DE PIEDRA			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	35.9	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	3.97	0.5 – 0.179	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
3	236	0.179 – 0.87	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
	22.4	0.87 – 17.9	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos

4			angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
5	11.1	17.9 – 64.8	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
6	17.9	64.8 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

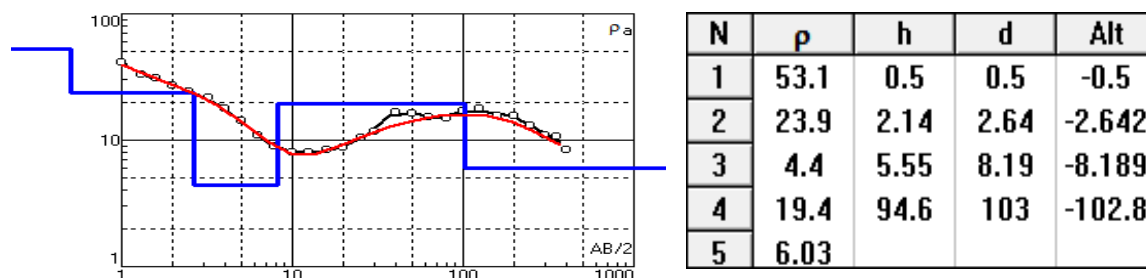
### 3.9.1.1.7. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL COROYO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 8.19 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 4.4 ohm-m y los 53.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La cuarta capa observada, presenta un interés hidrogeológico esta se encuentra ubicada, a partir de los 8.19 metros de profundidad hasta los 103 metros de profundidad, con una resistividad de 19.4 ohm-m, Las formaciones sedimentarias existentes en este nivel estarían representadas por arcillas saturadas con agua dulce o arenas saturadas con agua dulce a débilmente dulce.

La quinta capa identificada en la interpretación, es de escasa significación, y de poco desarrollo vertical, para la cual se calcularon valores eléctricos sensiblemente bajos, comprendidos entre los 6.03 ohm-m. Las formaciones sedimentarias existentes en este nivel estarían representadas por sedimentos saturados con agua salobre.

**Figura 30.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Coroyo.



**Tabla 11.** Interpretación geoelectrica de Coroyo.

<b>SONDEO ELECTRICO VERTICAL COROYO</b>			
<b>Capa No</b>	<b>Resistividad (Ohm-m)</b>	<b>Profundidad (Metros)</b>	<b>Litología</b>
1	53.1	0 – 0.5	Suelo vegetal seco.
2	23.9	0.5 – 2.64	55% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 45% Arcillolita verde clara.
3	4.4	2.64 – 8.1	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
4	19.4	8.1 – 103	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	6.03	103-	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

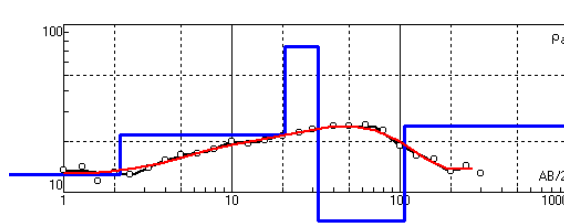
### 3.9.1.1.8. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL KAITIMANA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 32.8 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 12.8 ohm-m y los 74.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 32.8 metros de profundidad hasta 106 metros, presentando una resistividad de 6.74 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua salobre.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 106 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 24.9 ohm-m correlacionándose por Sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

**Figura 31.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Kaitimana.



N	ρ	h	d	Alt
1	12.8	2.15	2.15	-2.153
2	21.9	18.6	20.7	-20.73
3	74.1	12	32.8	-32.77
4	6.74	73.2	106	-106
5	24.9			

**Tabla 12.** Interpretación geoelectrica Kaitimana.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL KAITIMANA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	12.8	0 – 2.15	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	21.9	2.15 – 20.7	60% Arcilla amarilla clara semiplástica, 40% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
3	74.1	20.7 – 32.8	70% Arcilla amarilla clara semiplástica, 30% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo
4	6.74	32.8 – 106	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
5	24.9	106-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.9. SONDEO ELECTRICO VERTICAL JONCALITO

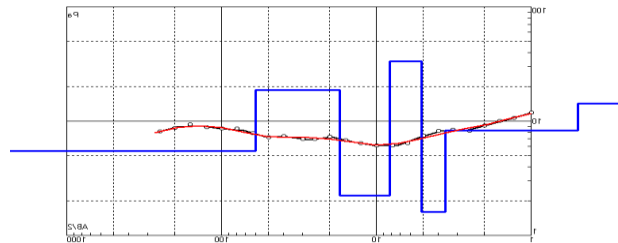
En este sondeo se puede observar que en los primeros 17.2 metros de profundidad, se presentan cinco capas resistivas con valores, entre los 1.6 ohm-m y los 33.2

ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 17.2 metros hasta los 60.5 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 18.6 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce a débilmente dulce

La séptima capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 60.5 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 5.46 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

**Figura 32.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Joncalito.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	14.2	0.5	0.5	-0.5
2	8.23	3.06	3.56	-3.561
3	1.6	1.53	5.1	-5.095
4	33.2	3.07	8.17	-8.166
5	2.23	9.08	17.2	-17.25
6	18.6	43.3	60.5	-60.51
7	5.46			

**Tabla 13.** Interpretación geoelectrica Joncalito.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL JONCALITO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	14.2	0 – 0.5	Suelo vegetal seco.
2	8.23	0.5 – 3.56	55% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 45% Arcillolita verde clara.
3	1.6	3.56 – 5.1	55% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 45% Arcillolita verde clara.
4	33.2	5.1– 8.17	80% Arenisca blanca grisácea de grano fino a medio subredondeados a subangulares, presencia de Bioclastos. 20% Arcillolita verde
		8.17-17.2	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos

5	2.23		angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
6	18.6	17.2-60.5	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
7	5.46	60.5-	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

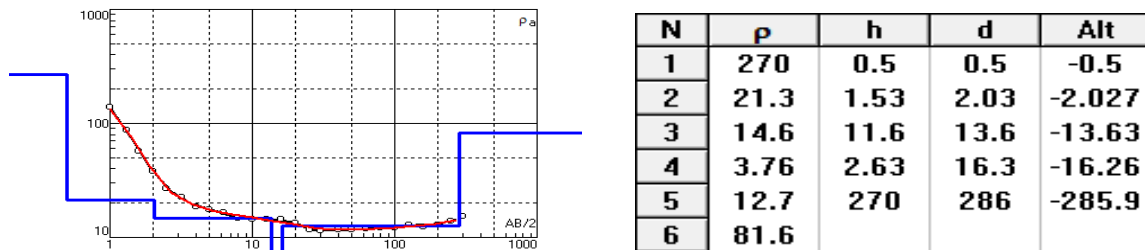
### 3.9.1.1.10. SONDEO ELECTRICO VERTICAL SONGO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 16.3 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 3.76 ohm-m y los 270 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 16.3 metros hasta los 286 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 12.7 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce a débilmente dulce

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 286 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 81.6 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 33.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Songo.



**Tabla 14.** Interpretación geoelectrica Songo.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL SONGO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	270	0 – 0.5	Suelo vegetal seco.
2	21.3	0.5 – 2.03	55% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 45% Arcillolita verde clara.
3	14.6	2.03– 13.6	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara.
4	3.76	13.6 – 16.3	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
5	12.7	16.3-286	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
6	81.6	286-	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

### 3.9.1.1.11. SONDEO ELECTRICO VERTICAL IPAMANA

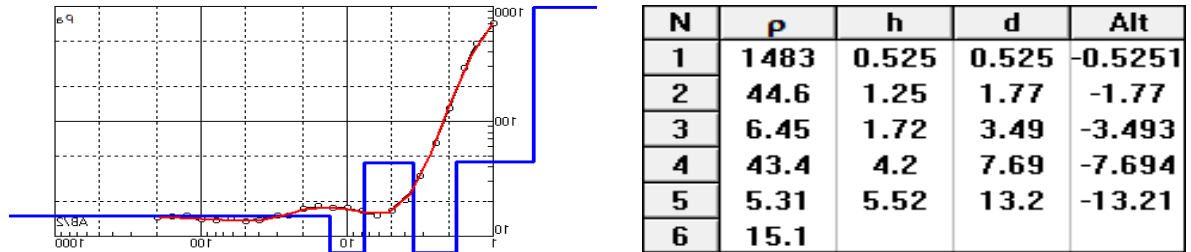
En este sondeo se puede observar que en los primeros 7.69 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 6.45 ohm-m y los 1483 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcilla y Suelo Vegetal seco.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 7.69 metros hasta los 13.2 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 5.31 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua salada.



La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 13.2 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 15.1 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débil mente dulce.

**Figura 34.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Ipamana.



**Tabla 15.** Interpretación geoelectrica Ipamana.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL IPAMANA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	1483	0 – 0.525	Suelo vegetal seco.
2	44.6	0.525 – 1.77	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
3	6.45	1.77– 3.49	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
4	43.4	3.49 – 7.69	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
5	5.31	7.69-13.2	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
		13.2-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de

6	15.1		Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
---	------	--	--

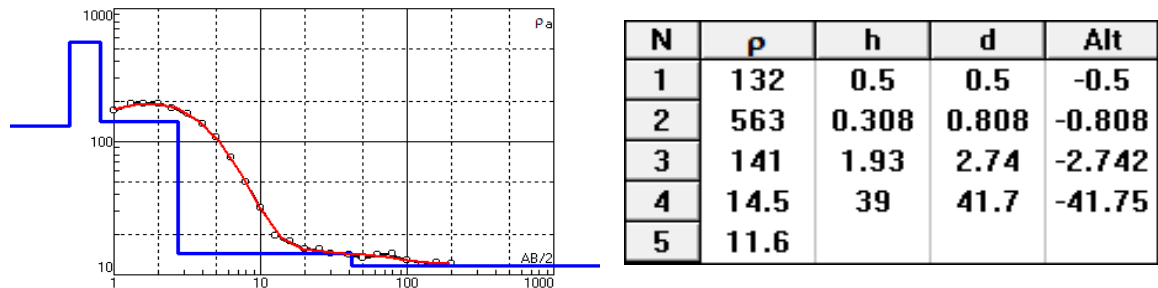
### 3.9.1.1.12. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PROGRESO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 2.74 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 132 ohm-m y los 563 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 2.74 metros hasta los 41.7 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 14.5 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua dulce a débilmente dulce.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 41.7 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.6 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débilmente dulce.

**Figura 35.** Curva teórica y modelación para el sondeo El Progreso.



**Tabla 16.** Interpretación geoelectrica El Progreso.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PROGRESO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	132	0 – 0.5	Suelo vegetal seco.
2	563	0.5– 0.808	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

3	141	0.808 – 2.74	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
4	14.5	2.74 – 41.7	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	11.6	41.7-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

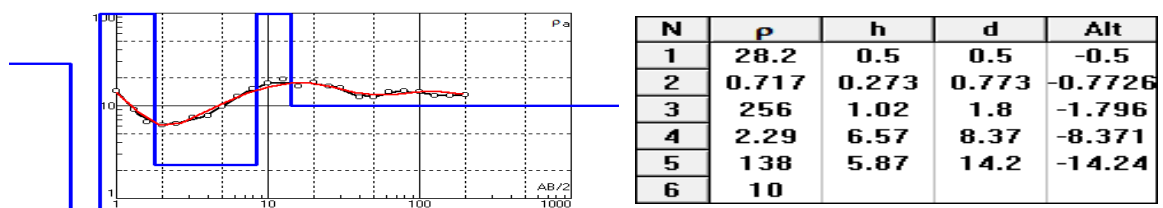
### 3.9.1.1.13. SONDEO ELECTRICO VERTICAL GRANITO DE ORO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 8.37 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 0.717 ohm-m y los 256 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 8.37 metros hasta los 14.2 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 138 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 14.2 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 10 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débilmente dulce.

**Figura 36.** Curva Teórica Y Modelación Para El Sondeo Granito De Oro



**Tabla 17.** Interpretación geoelectrica Granito de Oro.

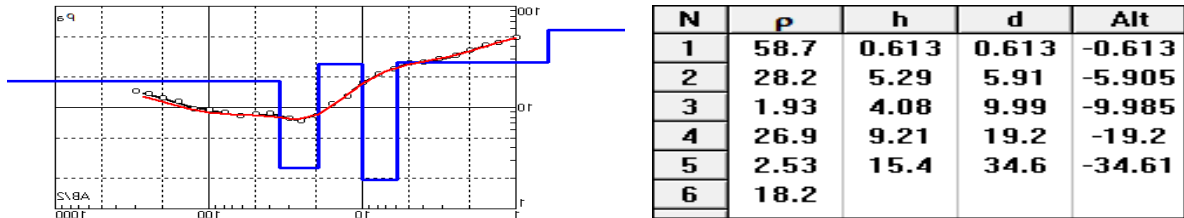
SONDEO ELECTRICO VERTICAL GRANITO DE ORO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	28.2	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	0.717	0.5 – 0.773	Arcilla café oscura soluble.
3	256	0.773– 1.8	60% Arcilla clara semiplástica, 40% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	2.29	1.8– 8.37	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
5	138	8.37-14.2	70% Arcilla clara semiplástica, 30% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
6	10	14.2-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

#### 3.9.1.1.14. SONDEO ELECTRICO VERTICAL BUENA FE

En este sondeo se puede observar que en los primeros 34.6 metros de profundidad, se presentan cinco capas resistivas con valores, entre los 1.93 ohm-m y los 58.7 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 34.6 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 18.2 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 37.** Curva teórica y modelación para el sondeo Buena Fe.



**Tabla 18.** Interpretación geoelectrica Buena Fe.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL BUENA FE			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	58.7	0 – 0.613	Suelo vegetal seco.
2	28.2	0.613– 5.91	55% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 45% Arcillolita verde clara.
3	1.93	5.91– 9.99	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara.
4	26.9	9.99– 19.2	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
5	2.53	19.2-34.6	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
6	18.2	34.6-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.15. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO 2

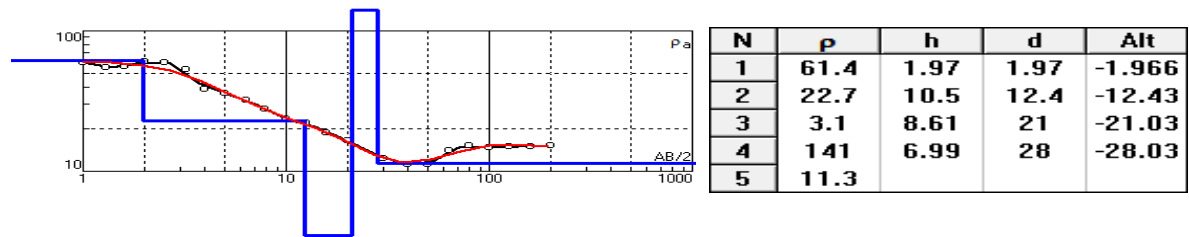
En este sondeo se puede observar que en los primeros 21 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 3.1 ohm-m y los 61 ohm-

m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 21 metros hasta los 28 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 141 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 28 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.3 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débilmente dulce.

**Figura 38.** Curva teórica y modelación para el sondeo Paso 2.



**Tabla 19.** Interpretación geoelectrica El Paso 2.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO 2			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	61.4	0 – 1.97	Suelo vegetal seco.
2	22.7	1.97– 12.4	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara.
3	3.1	12.4 – 21	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
4	141	21 – 28	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

5	11.3	28-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
---	------	-----	--

### 3.9.1.1.16. SONDEO ELECTRICO VERTICAL JACAMAO

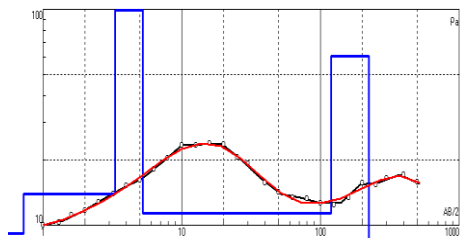
En este sondeo se puede observar que en los primeros 5.25 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 9.17 ohm-m y los 119 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 5.25 metros hasta los 120 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 11.3 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua débilmente dulce.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 120 metros hasta los 224 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 61 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 224 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 0.612 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua salada.

**Figura 39.** Curva teórica y modelación para el sondeo Jacamao.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	9.17	0.721	0.721	-0.7207
2	13.9	2.57	3.29	-3.293
3	119	1.95	5.25	-5.248
4	11.3	114	120	-119.7
5	61	104	224	-223.6
6	0.612			

**Tabla 20.** Interpretación geoelectrica Jacamao.

<b>SONDEO ELECTRICO VERTICAL JACAMAQ</b>			
<b>Capa No.</b>	<b>Resistividad (Ohm-m)</b>	<b>Profundidad (Metros)</b>	<b>Litología</b>
1	9.17	0 –0.721	Suelo vegetal seco.
2	13.9	0.721–3.29	65% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 35% Arcillolita verde clara.
3	119	3.29–5.25	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
4	11.3	5.25–120	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	61	120-224	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
6	0.612	224	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.

### **3.9.1.1.17. SONDEO ELECTRICO VERTICAL FINCA BALLETERO**

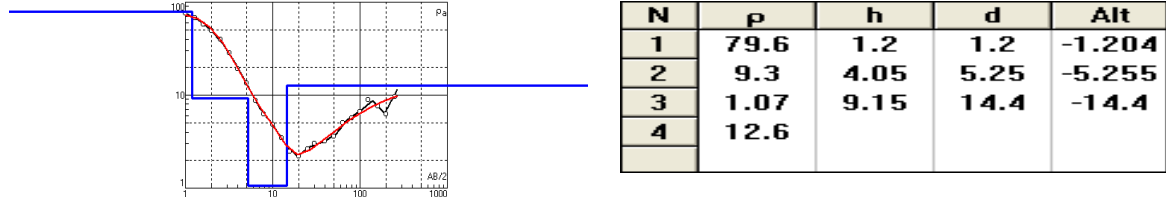
En este sondeo se puede observar que en los primeros 14.4 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 1.07 ohm-m y los 79.6 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 14.4 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una



resistividad de 12.6 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 40.** Curva teórica y modelación para el sondeo Finca Ballestero.



**Tabla 21.** Interpretación geoelectrica Finca Ballestero.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL FINCA BALLESTERO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	79.6	0 – 1.2	Suelo vegetal seco.
2	9.3	1.2– 5.25	50% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 50% Arcillolita verde clara.
3	1.07	5.25 – 14.4	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
4	12.6	14.4 –	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.18. SONDEO ELECTRICO VERTICAL LA ARENA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 9.69 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 44.4 ohm-m y los 203 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

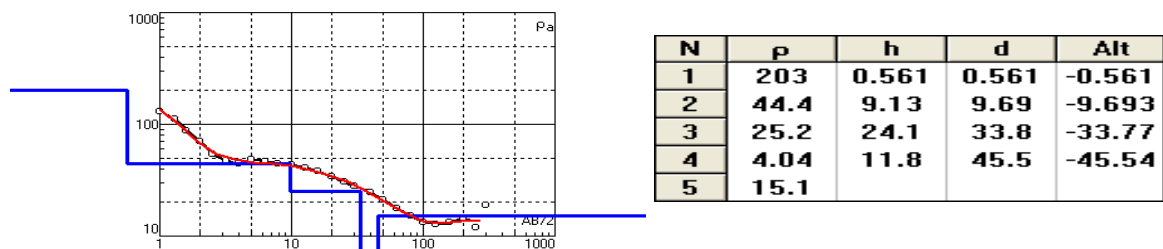
La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 9.69 metros hasta los 33.8 metros de profundidad, presentando una resistividad

desde los 25.2 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 33.8 metros hasta los 45.5 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 4.04 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 45.5 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 15.1 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 41.** Curva teórica y modelación para el sondeo La Arena.



**Tabla 22.** Interpretación geoelectrica La Arena.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL LA ARENA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	203	0 – 0.561	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	44.4	0.561– 9.69	Arcilla café oscura soluble.
3	25.2	9.69 –33.8	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	4.04	33.8–45.5	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
		45.5-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de

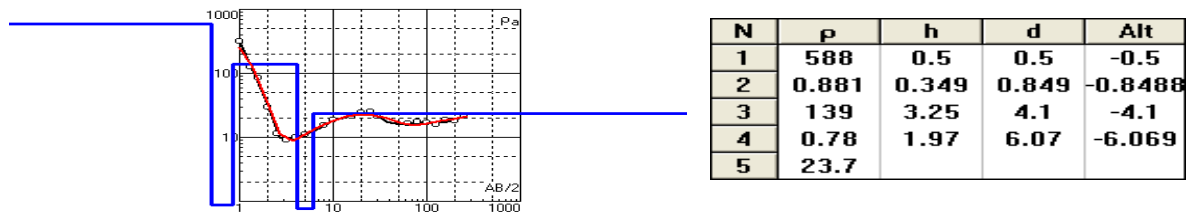
5	15.1		Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
---	------	--	--

### 3.9.1.1.19. SONDEO ELECTRICO VERCAL COTOPRÍ

En este sondeo se puede observar que en los primeros 6.07 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 0.78 ohm-m y los 588 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 6.07 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 23.7 ohm-m correlacionándose por sedimentos con agua dulce o racas masivas.

**Figura 42.** Curva teórica y modelación para el sondeo Cotoprí.



**Tabla 23.** Interpretación geoelectrica Cotoprí.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL COTOPRÍ			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	588	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	0.881	0.5– 0.849	Arcilla café oscura soluble.
3	139	0.849 –4.1	80% Arcilla amarilla clara semiplástica, 20% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo
	0.78	4.1–6.07	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos

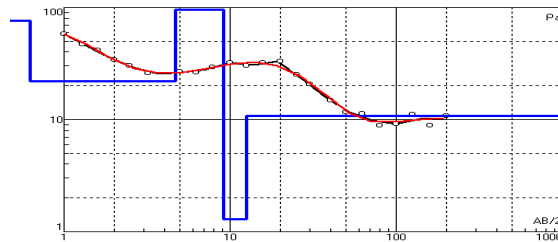
4			angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
5	23.7	6.07-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.20. SONDEO ELECTRICO VERTICAL LAGUNA DE MIEL

En este sondeo se puede observar que en los primeros 12.5 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 1.29 ohm-m y los 95.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 12.5 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 10.07 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 43.** Curva teórica y modelación para el sondeo Laguna De Miel.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	76	0.623	0.623	-0.6228
2	22	4.03	4.66	-4.656
3	95.1	4.45	9.1	-9.104
4	1.29	3.4	12.5	-12.51
5	10.7			

**Tabla 24.** Interpretación geoelectrica Laguna de Miel.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL LAGUNA DE MIEL			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	76	0 – 0.623	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	22	0.623– 4.66	Arcilla café oscura soluble.
	95.1	4.66 –9.1	80% Arcilla amarilla clara semiplástica, 20% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos

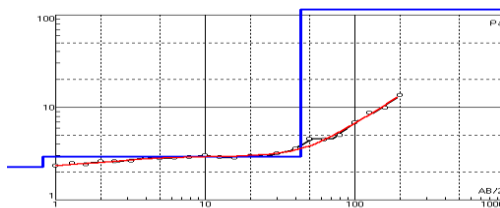
3			de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo
4	1.29	9.1–12.5	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
5	10.07	12.5-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.21. SONDEO ELECTRICO VERTICAL GUAJIRITO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 43.6 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 2.27 ohm-m y los 2.95 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 43.6 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 2397 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 44.** Curva teórica y modelación para el sondeo Guajirito.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	2.27	0.823	0.823	-0.8226
2	2.95	42.8	43.6	-43.59
3	2397			

**Tabla 25.** Interpretación geoelectrica Guajirito.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL GUAJIRITO			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	2.27	0 – 0.823	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	2.95	0.823 – 43.6	Arcilla café oscura soluble.

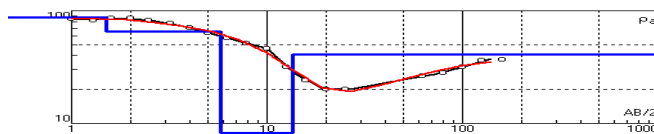
3	2397	43.6 -	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
---	------	--------	---

### 3.9.1.1.22. SONDEO ELECTRICO VERTICAL ISLITA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 13.5 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 8.19 ohm-m y los 87.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 13.5 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 40 ohm-m correlacionándose esta como Sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

**Figura 45.** Curva teórica y modelación para el sondeo Islita.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	87.1	1.5	1.5	-1.504
2	65.7	4.26	5.77	-5.768
3	8.19	7.68	13.5	-13.45
4	40.9			

**Tabla 26.** Interpretación geoelectrica Islita.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL ISLITA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	87.1	0 – 1.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	65.7	1.5– 5.77	Arcilla café oscura soluble.
3	8.19	5.77 – 13.5	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
	40.9	13.5 –	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos

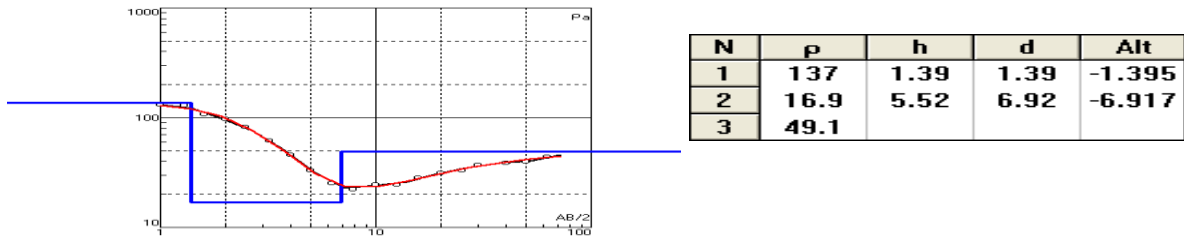
4			(conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
---	--	--	---

### 3.9.1.1.23. SONDEO ELECTRICO VERTICAL MAÑATURE

En este sondeo se puede observar que en los primeros 6.92 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 16.9 ohm-m y los 137 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 6.92 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 49.1 ohm-m correlacionándose esta como Sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

**Figura 46.** Curva teórica y modelación para el sondeo Mañature.



**Tabla 27.** Interpretación geoelectrica Mañature.

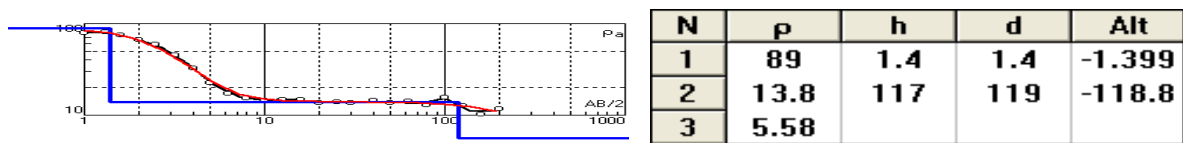
SONDEO ELECTRICO VERTICAL MAÑATURE			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	137	0 – 1.39	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	16.9	1.39 – 6.92	Arcilla café oscura soluble.
3	49.1	6.92-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.24. SONDEO ELECTRICO VERTICAL NUEVA ESPERANZA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 119 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 13.8 ohm-m y los 89 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal secos.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 119 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 5.58 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

**Figura 47.** Curva teórica y modelación para el sondeo Nueva Esperanza.



**Tabla 28.** Interpretación geoelectrica Nueva Esperanza.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL NUEVA ESPERANZA			
Capa No	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	89	0 – 1.4	Suelo vegetal seco
2	13.8	1.4 – 119	Arcilla plástica de color gris con ligeros contenidos arenosos fosilíferos Sin interés hidrogeológico.
3	5.58	119-	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.

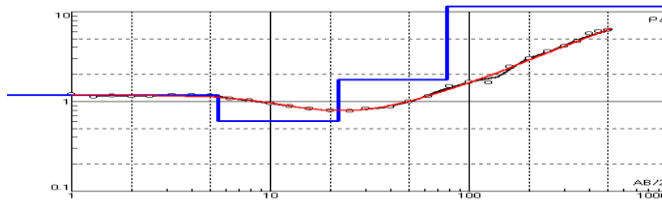
### 3.9.1.1.25. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL AHUMAO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 77.3 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 0.603 ohm-m y los 1.76 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 77.3 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 30.1 ohm-m correlacionándose esta como Sedimentos con agua dulce o rocas masivas.



**Figura 48.** Curva teórica y modelación para el sondeo El Ahumao.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	1.18	5.46	5.46	-5.458
2	0.603	16.7	22.1	-22.12
3	1.76	55.1	77.3	-77.26
4	30.1			

**Tabla 29.** Interpretación geoelectrica El Ahumao.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL AHUMAO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	1.18	0 – 5.46	Suelo vegetal seco
2	0.603	5.46– 22.1	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
3	1.76	22.1 – 77.3	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
4	30.1	77.3 –	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

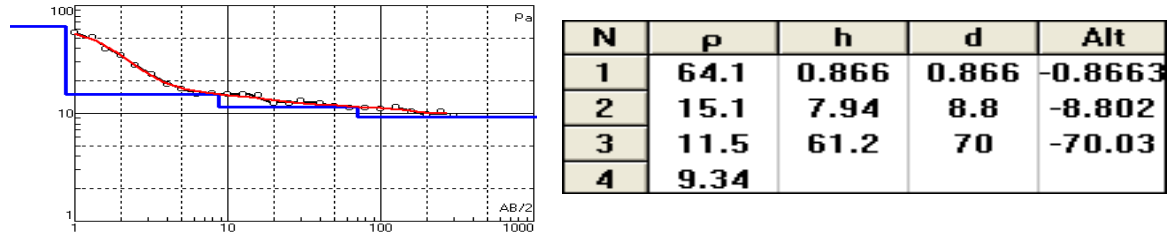
### 3.9.1.1.26. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL CHALAY

En este sondeo se puede observar que en los primeros 8.08 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 15.1 ohm-m y los 64.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 8.8 metros hasta los 70 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 11.5 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce a débilmente dulce.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 70 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 9.34 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salobre.

**Figura 49.** Curva teórica y modelación para el sondeo Chalay.



**Tabla 30.** Interpretación geoelectrica Chalay.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL CHALAY			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	64.1	0 – 0.866	Suelo vegetal seco
2	15.1	0.866– 8.8	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara.
3	11.5	8.8 – 70	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	9.34	70 –	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.

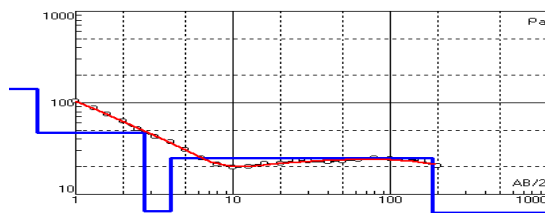
### 3.9.1.1.27. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL SEQUION

En este sondeo se puede observar que en los primeros 4.05 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 6.47 ohm-m y los 140 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 4.05 metros hasta los 184.8 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 24.76 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 184.8 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 3.06 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

**Figura 50.** Curva teórica y modelación para el sondeo Sequion.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	140.6	0.573	0.573	0.57297
2	46.67	2.185	2.758	-2.7581
3	6.475	1.294	4.052	-4.052
4	24.76	180.7	184.8	-184.77
5	3.063			

**Tabla 31.** Interpretación geoelectrica Sequion.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL SEQUION			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	140.6	0 – 0.573	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	46.67	0.573– 2.75	Arcilla café oscura soluble.
3	6.475	2.75 –4.05	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos síliceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	24.76	4.05–184.8	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro

			subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	3.063	184.8-	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.

### 3.9.1.1.28. SONDEO ELECTRICO VERTICAL COLEGIO BILINGÜE

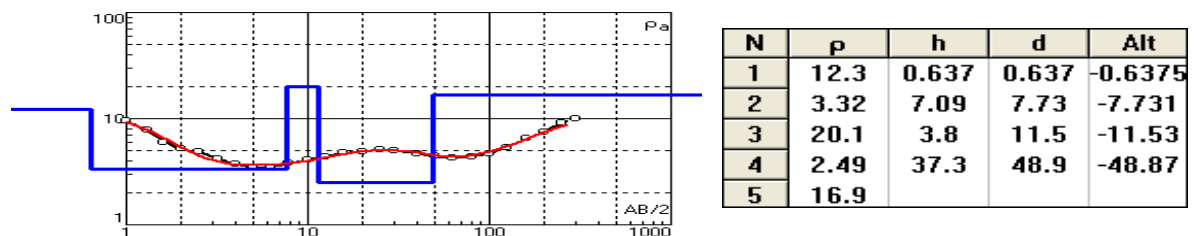
En este sondeo se puede observar que en los primeros 7.73 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 3.32 ohm-m y los 12.3 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 7.73 metros hasta los 11.5 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 20.1 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 11.5 metros hasta los 48.9 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 2.49 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 48.9 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 16.9 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 51.** Curva teórica y modelación para el sondeo Colegio Bilingüe.



**Tabla 32.** Interpretación geoelectrica Colegio Bilingüe.

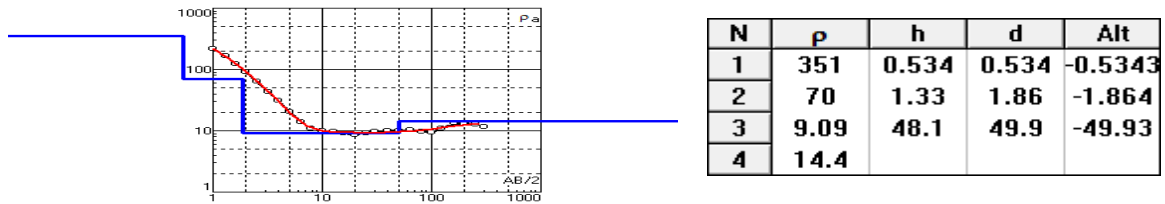
<b>SONDEO ELECTRICO VERTICAL COLEGIO BILINGÜE</b>			
<b>Capa No.</b>	<b>Resistividad (Ohm-m)</b>	<b>Profundidad (Metros)</b>	<b>Litología</b>
1	12.3	0 – 0.63	Suelo vegetal seco
2	3.32	0.63– 7.73	80% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 20% Arcillolita verde clara.
3	20.1	7.73 –11.5	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	2.49	11.5–48.9	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara.
5	16.9	48.9-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.29. SONDEO ELECTRICO VERTICAL DIVIDIVI

En este sondeo se puede observar que en los primeros 49.9 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 9.09 ohm-m y los 351 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 49.9 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 14.4 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 52.** Curva teórica y modelación para el sondeo Dividivi.



**Tabla 33.** Interpretación geoelectrica Dividivi.

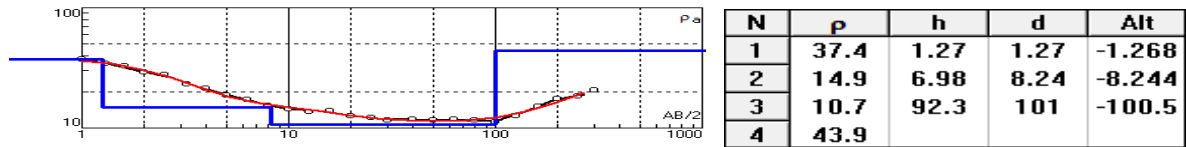
SONDEO ELECTRICO VERTICAL DIVIDIVI			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	351	0 – 0.534	Suelo vegetal seco
2	70	0.534– 1.86	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	9.09	1.86– 49.9	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
4	14.4	49.9–	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.30. SONDEO ELECTRICO VERTICAL JOPECHIMANA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 101 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 10.7 ohm-m y los 37.4 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 101 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 43.9 correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

**Figura 53.** Curva teórica y modelación para el sondeo Jopechimana.



**Tabla 34.** Interpretación geoelectrica Jopechimana.

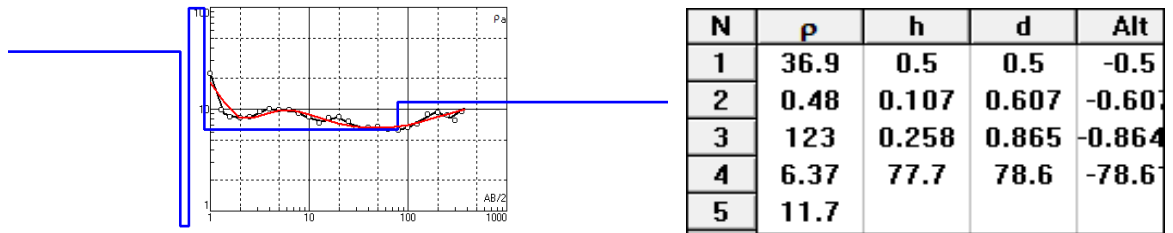
SONDEO ELECTRICO VERTICAL JOPECHIMANA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	37.4	0 – 1.27	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	14.9	1.27– 8.24	Arcilla café oscura soluble.
3	10.7	8.24– 101	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	43.9	101–	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.31. SONDEO ELECTRICO VERTICAL KAMUCHASAIN

En este sondeo se puede observar que en los primeros 78.6 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 0.48 ohm-m y los 123 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 78.6 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.7 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 54.** Curva teórica y modelación para el sondeo Kamuchasain.



**Tabla 35.** Interpretación geoelectrica Kamuchasain.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL KAMUCHASAIN			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	36.9	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	0.48	0.5– 0.607	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	123	0.607 –0.86	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
4	6.37	0.86–78.6	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
5	11.7	78.6-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.32. SONDEO ELECTRICO VERTICAL CARDONAL

En este sondeo se puede observar que en los primeros 3.78 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 0.76 ohm-m y los 54.5 ohm-



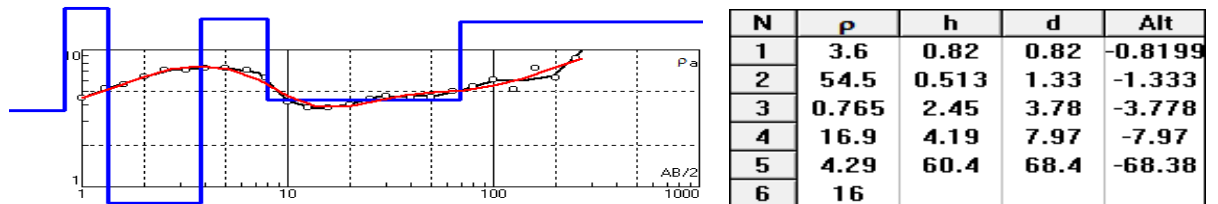
m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 3.78 metros hasta los 7.97 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 16.9 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 7.97 metros hasta los 68.4 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 4.29 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 68.4 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 16 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 55.** Curva teórica y modelación para el sondeo Cardonal.



**Tabla 36.** Interpretación geoelectrica Cardonal.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL CARDONAL			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	3.6	0 –0.82	Suelo vegetal seco
2	54.5	0.82–1.33	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara
3	0.765	1.33–3.78	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
	16.9	3.78–7.97	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos

4			(conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	4.29	7.97-68.4	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
6	16	68.4-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.33. SONDEO ELECTRICO VERTICAL UBALDO MARTINEZ

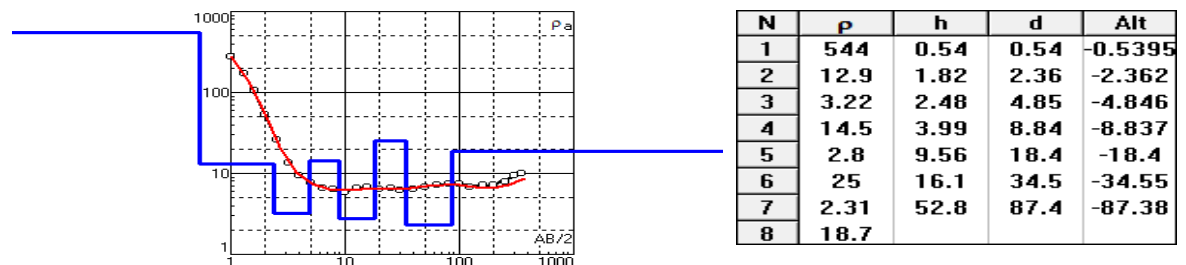
En este sondeo se puede observar que en los primeros 18.4 metros de profundidad, se presentan cinco capas resistivas con valores, entre los 2.8 ohm-m y los 544 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 18.4 metros hasta los 34.5 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 25 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La séptima capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 34.5 metros hasta los 87.4 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 2.31 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La octava capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 87.4 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 18.7 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 56.** Curva teórica y modelación para el sondeo Ubaldo Martínez.



**Tabla 37.** Interpretación geoelectrica Ubaldo Martínez.

<b>SONDEO ELECTRICO VERTICAL UBALDO MARTINEZ</b>			
<b>Capa No.</b>	<b>Resistividad (Ohm-m)</b>	<b>Profundidad (Metros)</b>	<b>Litología</b>
1	544	0 –0.54	Suelo vegetal seco
2	12.9	0.54–2.36	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	3.22	2.36–4.85	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
4	14.5	4.85–8.84	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
5	2.8	8.84-18.4	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
6	25	18.4-34.5	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
7	2.31	34.5-87.4	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
8	18.7	87.4	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.34. SONDEO ELECTRICO VERTICAL VILLA LUPE

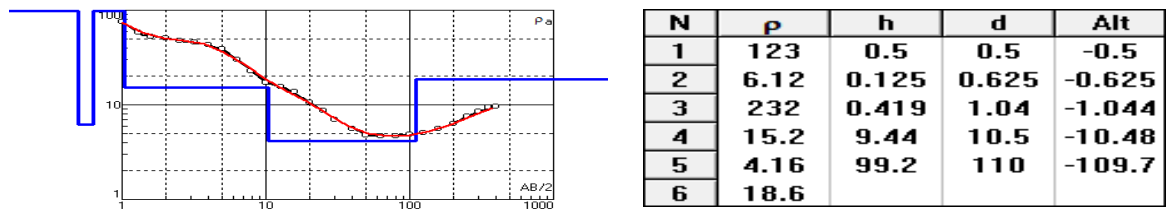
En este sondeo se puede observar que en los primeros 1.04 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 6.12 ohm-m y los 232 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 1.04 metros hasta los 10.5 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 15.2 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 10.5 metros hasta los 110 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 4.16 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 110 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 18.6 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 57.** Curva teórica y modelación para el sondeo Villa Lupe.



**Tabla 38.** Interpretación geoelectrica Villa Lupe.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL VILLA LUPE			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	123	0 –0.5	Suelo vegetal seco
2	6.12	0.5–0.625	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	232	0.625–1.04	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara

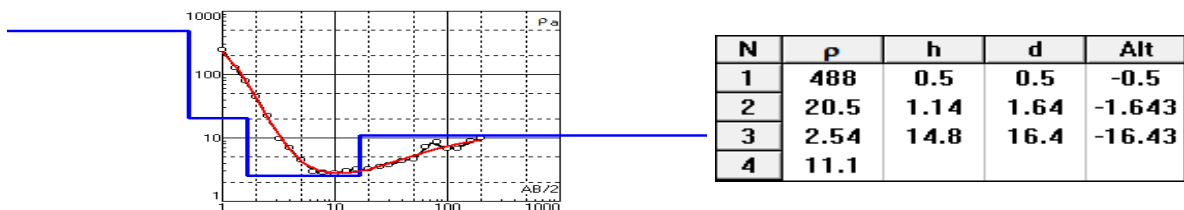
4	15.2	1.04–10.5	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	4.16	10.5-110	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
6	18.6	110-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.35. SONDEO ELESCTRICO VERTICAL CAMPO 1

En este sondeo se puede observar que en los primeros 16.4 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 2.54 ohm-m y los 488 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 16.4 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.1 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 58.** Curva teórica y modelación para el sondeo Campo 1.



**Tabla 39.** Interpretación geoelectrica Campo 1.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL CAMPO 1			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	488	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	20.5	0.5– 1.64	Arcilla café oscura soluble.
3	2.54	1.64– 16.4	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	11.1	16.4–	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

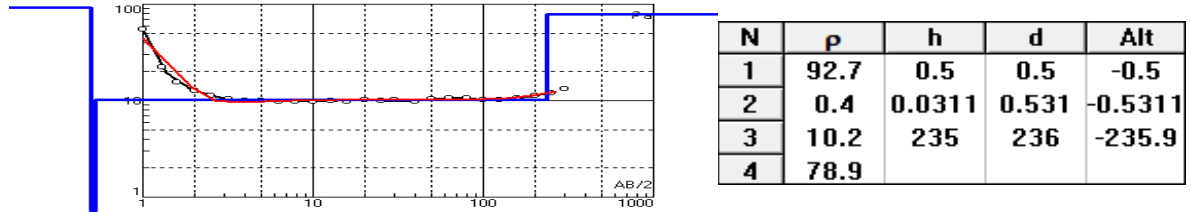
### 3.9.1.1.36. SONDEO ELECTRICO VERTICAL ICHINCHON

En este sondeo se puede observar que en los primeros 0.53 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 0.4 ohm-m y los 92.7 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 0.53 metros hasta los 236 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 10.2 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 236 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 78 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 59.** Curva teórica y modelación para el sondeo Ichinchon.



**Tabla 40.** Interpretación geoelectrica Ichinchon.

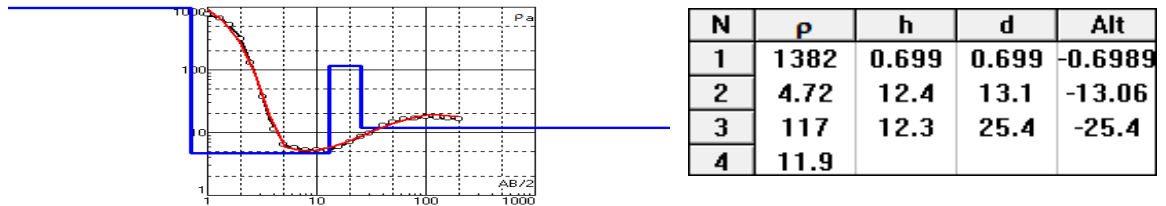
SONDEO ELECTRICO VERTICAL ICHINCHON			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	92.7	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	0.4	0.5– 0.53	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	10.2	0.53– 236	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	78.9	236–	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara

### 3.9.1.1.37. SONDEO ELECTRICO VERTICAL JULIWAIN

En este sondeo se puede observar que en los primeros 25.4 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 4.72 ohm-m y los 1382 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 25.4 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.9 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 60.** Curva teórica y modelación para el sondeo Juliwain.



**Tabla 41.** Interpretación geoelectrica Juliwain.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL JULIWAIN			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	1382	0 – 0.699	Suelo vegetal seco
2	4.72	0.699– 13.1	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	117	13.1– 25.4	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
4	11.9	25.4–	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.38. SONDEO ELECTRICO VERTICAL SANTA ROSA

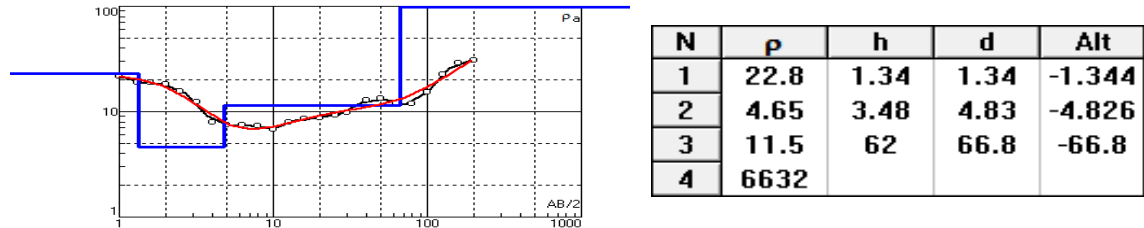
En este sondeo se puede observar que en los primeros 4.83 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 4.65 ohm-m y los 22.8 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 4.83 metros hasta los 66.8 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 11.5 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.



La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 66.8 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 6632 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 61.** Curva teórica y modelación para el sondeo Santa Rosa.



**Tabla 42.** Interpretación geoelectrica Santa Rosa.

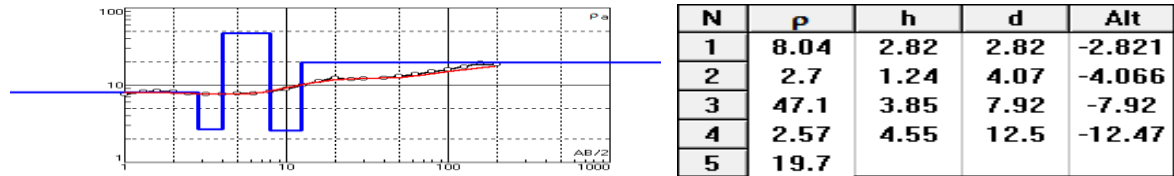
SONDEO ELECTRICO VERTICAL SANTA ROSA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	22.8	0 – 1.34	Suelo vegetal seco
2	4.65	1.34– 4.83	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
3	11.5	4.83– 66.8	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	6632	66.8–	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara

### 3.9.1.1.39. SONDEO ELECTRICO VERTICAL CASCABEL

En este sondeo se puede observar que en los primeros 12.5 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 2.5 ohm-m y los 47.1 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 12.5 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad desde los 19.7 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 62.** Curva teórica y modelación para el sondeo Cascabel.



**Tabla 43.** Interpretación geoelectrica Cascabel.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL CASCABEL			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	8.04	0 –2.82	Suelo vegetal seco
2	2.7	2.82–4.07	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
3	47.1	4.07–7.92	70% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 30% Arcillolita verde clara
4	2.57	7.92–12.5	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
5	19.7	12.5	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

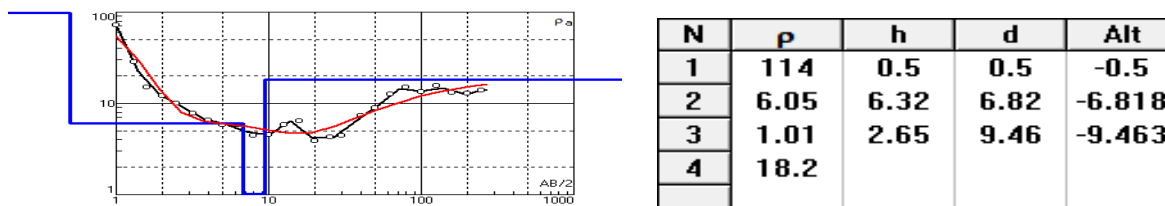
### 3.9.1.1.40. SONDEO ELECTRICO VERTICAL MALAWUAICA

En este sondeo se puede observar que en los primeros 9.46 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 1.01 ohm-m y los 114 ohm-

m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 9.46 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 18.2 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 63.** Curva teórica y modelación para el sondeo Malawuaica.



**Tabla 44.** Interpretación geoelectrica Malawuaica.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL MALAWUAICA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	114	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	6.05	0.5– 6.82	Arcilla café oscura soluble.
3	1.01	6.82– 9.46	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	18.2	9.46–	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

#### 3.9.1.1.41. SONDEO ELECTRICO VERTICAL PREDIO WUAIMARO

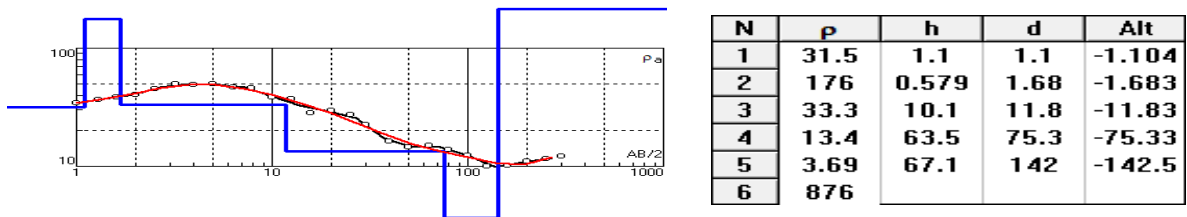
En este sondeo se puede observar que en los primeros 11.8 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 33.3 ohm-m y los 176 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 11.8 metros hasta los 75.3 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 13.4 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 75.3 metros hasta los 142 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 3.69 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 142 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 876 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 64.** Curva teórica y modelación para el sondeo Wuaimaro.



**Tabla 45.** Interpretación geoelectrica Wuaimaro.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL WUAIMARO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	31.5	0 –1.1	Suelo vegetal seco
2	176	1.1–1.68	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
3	33.3	1.68–11.8	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
4	13.4	11.8–75.3	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

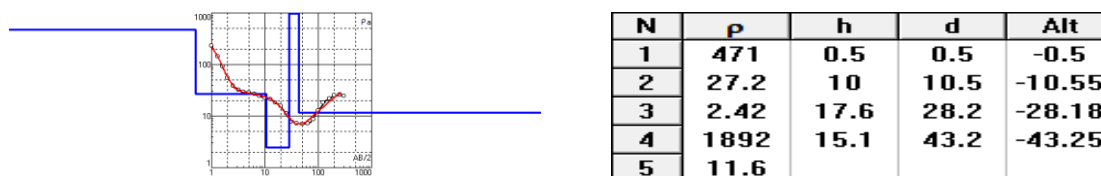
5	3.69	75.3-142	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
6	876	142-	Arcilla plástica de color gris con ligeros contenidos arenosos fosilíferos Sin interés hidrogeológico.

### 3.9.1.1.42. SONDEO ELECTRICO VERTICAL URAICHI

En este sondeo se puede observar que en los primeros 43.2 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 2.42 ohm-m y los 1892 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 43.2 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.6 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 65.** Curva teórica y modelación para el Sondeo Uraichi.



**Tabla 46.** Interpretación geoelectrica Uraichi.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL URAICHI			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	471	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	27.2	0.5– 10.5	Arcilla café oscura soluble.
3	2.42	10.5 –28.2	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
	1892	28.2–43.2	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a

4			conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
5	11.6	43.2-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.43. SONDEO ELECTRICO VERTICAL POLICIA

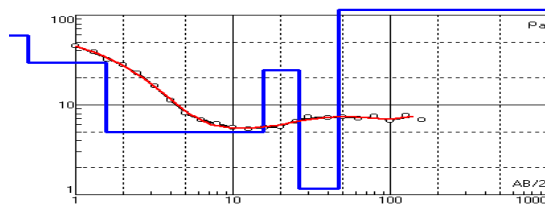
En este sondeo se puede observar que en los primeros 15.7 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 4.26 ohm-m y los 59.8 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 15.7 metros hasta los 26.2 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 24.5 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua dulce o rocas masivas.

La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 26.2 metros hasta los 46.6 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 1.18 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

La sexta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 46.6 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 346 ohm-m correlacionándose con rocas masivas los cuales no tienen posibilidades de agua subterránea.

**Figura 66.** Curva teórica y modelación para el Sondeo Policia.



N	$\rho$	h	d	Alt
1	59.8	0.5	0.5	-0.5
2	29.7	1.05	1.55	-1.555
3	4.98	14.1	15.7	-15.66
4	24.5	10.6	26.2	-26.25
5	1.18	20.4	46.6	-46.6
6	346			

**Tabla 47.** Interpretación geoelectrica Policía.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL POLICIA			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	59.8	0 – 0.5	Suelo vegetal seco
2	29.7	0.5– 1.55	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
3	4.98	1.55 –15.7	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
4	24.5	15.7–26.2	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
5	1.18	26.2-46.6	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
6	346	46.6-	Arcilla plástica de color gris con ligeros contenidos arenosos fosilíferos Sin interés hidrogeológico

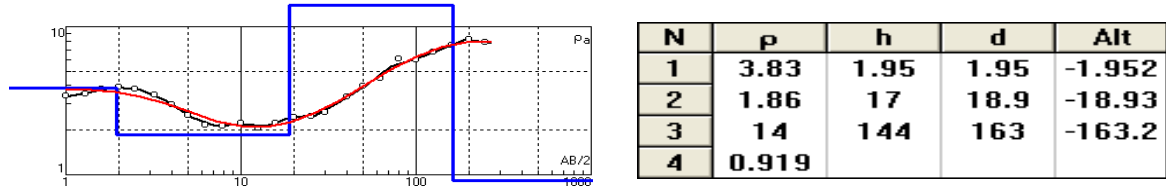
#### 3.9.1.1.44. SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 18.9 metros de profundidad, se presentan dos capas resistivas con valores, entre los 1.86 ohm-m y los 3.83 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y Suelo Vegetal seco.

La tercera capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 18.9 metros hasta los 163 metros de profundidad, presentando una resistividad desde los 14 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

La cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 163 metros de profundidad hasta su máxima abertura de electrodos, presentando una resistividad de 0.919 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos con agua salada.

**Figura 67.** Curva teórica y modelación para el Sondeo El Paso.



**Tabla 48.** Interpretación geoelectrica El Paso.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL EL PASO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	3.83	0 – 1.95	Suelo vegetal seco
2	1.86	1.95– 18.9	60% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 40% Arcillolita verde clara
3	14	18.9– 163	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.
4	0.919	163–	90% Arenisca de grano medio a fino, compuesta por granos gruesos de cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y 10% Arcillolita verde clara

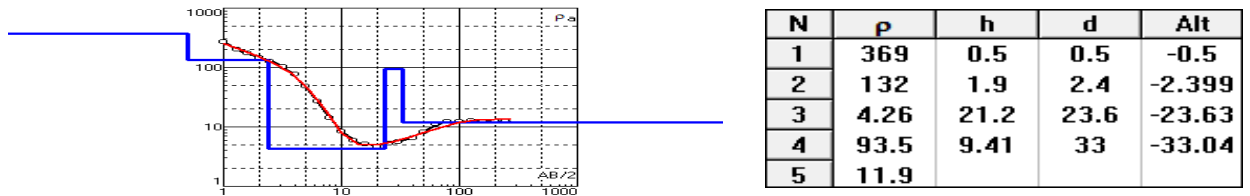
### 3.9.1.1.45. SONDEO ELECTRICO VERTICAL CIRUELO

En este sondeo se puede observar que en los primeros 33 metros de profundidad, se presentan cuatro capas resistivas con valores, entre los 4.26 ohm-m y los 93.5 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura, Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.



La quinta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 33 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 11.9 ohm-m correlacionándose esta como Arcillas con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 68.** Curva teórica y modelación para el Sondeo Ciruelo.



**Tabla 49.** Interpretación geoelectrica Ciruelo.

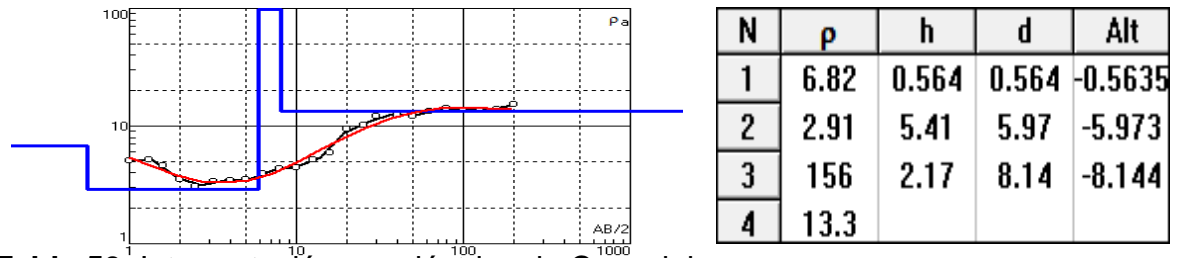
SONDEO ELECTRICO VERTICAL CIRUELO			
Capa No.	Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
1	369	0 – 0.5	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2	132	0.5– 2.4	Arcilla café oscura soluble.
3	4.26	2.4 –23.6	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
4	93.5	23.6–33	Arcilla plástica de color gris con ligeros contenidos arenosos fosilíferos Sin interés hidrogeológico
5	11.9	33-	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.1.1.46. SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL CAUSALAK

En este sondeo se puede observar que en los primeros 8.14 metros de profundidad, se presentan tres capas resistivas con valores, entre los 2.91 ohm-m y los 156 ohm-m. Los materiales que la integran son depósitos sin estructura y Limos, Arcillas y suelo vegetal seco.

La Cuarta capa identificada en la interpretación, se extiende en profundidad desde los 8.14 metros de profundidad hasta su máxima abertura, presentando una resistividad de 13.3 ohm-m correlacionándose esta como sedimentos arcillosos con agua dulce o arenas con agua dulce a débilmente dulce.

**Figura 69.** Curva teórica y modelación para el sondeo de Causalak.



**Tabla 50.** Interpretación geoelectrónica de Causalak.

SONDEO ELECTRICO VERTICAL CAUSALAK		
Resistividad (Ohm-m)	Profundidad (Metros)	Litología
6.82	0 – 0.56	Suelo limo arcilloso café oscuro, ligero arenoso.
2.91	0.56 - 5.97	Arcilla café oscura soluble.
156	5.97 – 8.14	90% Arcilla amarilla clara semiplástica, 10% fragmentos de arenisca amarilla de grano fino a conglomerática, con bandeamientos silíceos, cuarzosa y con líticos de rocas ígneas; fragmentos de cuarcitas hasta de 10 mm, conchas y restos de material calcáreo.
13.3	8.14 -	Areniscas de grano medio a fino compuesta por cuarzo lechoso, fragmentos angulosos de Bioclastos (conchas) y abundantes líticos de color oscuro subredondeados (Limitas, Andesitas) hasta de 5mm de diámetro. ACUIFERO DE INTERES.

### 3.9.2. MODELACIÓN ESPACIAL A PARTIR DE LA RESISTIVIDAD EN EL ACUIFERO MONGUÍ

Teniendo en cuenta que las resistividades son las obstrucciones y dificultades del paso de la energía a través de los distintos materiales del suelo, en esta representación geo-física de las condiciones de resistividad del subsuelo en el acuífero Monguí, se empleó información secundaria levantada por el equipo técnico de Corpogujira y la empresa Ingeam.

Esta modelación, se realiza a partir del criterio del análisis espacial basado en la tecnología SIG, como soporte en el geoprocesamiento de los datos de resistividad

presente en esta modelación. Donde se realiza regresiones espaciales en cada uno de los puntos (sitios de sondeos) de resistividades, en el cual se propagan estas resistividades hasta toparse con las resistividades de igual valor hasta generar zonas con iguales resistividades.

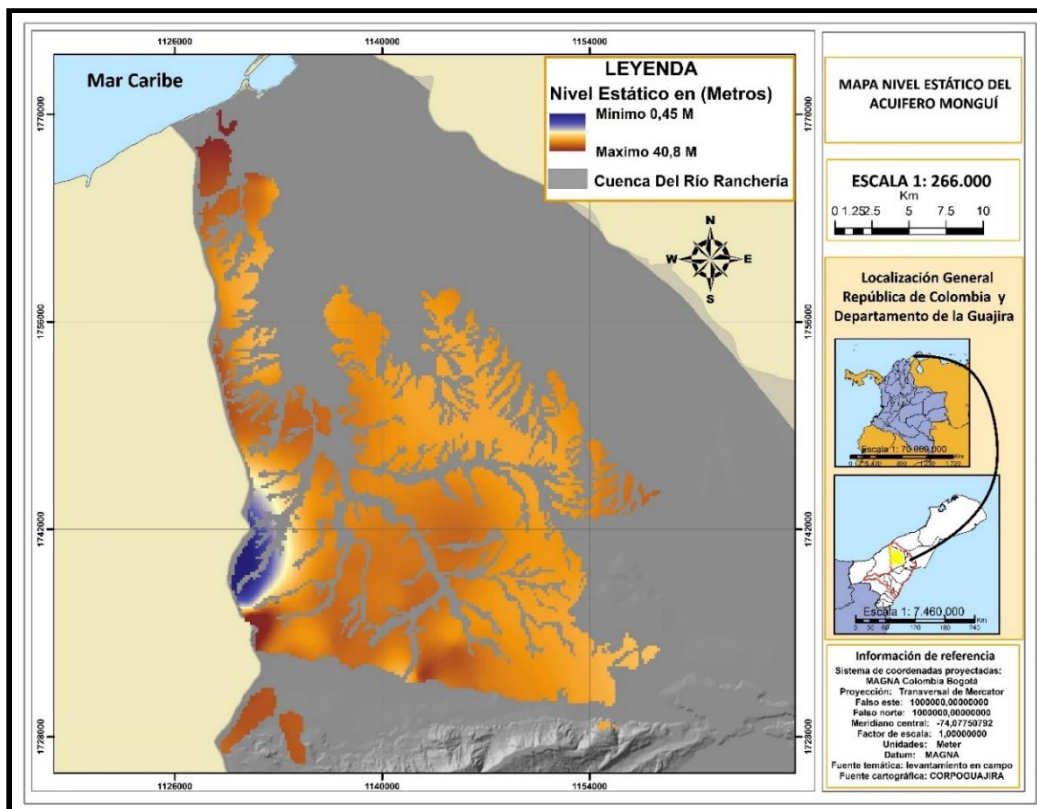
Estas resistividades, corresponde a profundidades que van desde los 50 metros hasta los 300 metros de profundidad. Exponiendo estos en cada capa tridimensional correspondiente a cada profundidad.

Además, también se presenta la capa de nivel estático, del acuífero, construida a partir de los registros de pozos en la zona de estudio. La cual permite hacer inferencias sobre el nivel más superficial del agua subterránea.

### 3.9.2.1. Mapas De Isorresistividades

Con base en los datos de las resistividades calculadas se han elaborado mapas de isorresistividad a profundidades de 50, 100, 200 y 300 Metros. Las profundidades se seleccionaron de manera que representen ampliamente la distribución lateral y vertical de las resistividades del subsuelo.

**Figura 70.** Nivel estático del acuífero Monguí sector Riohacha.

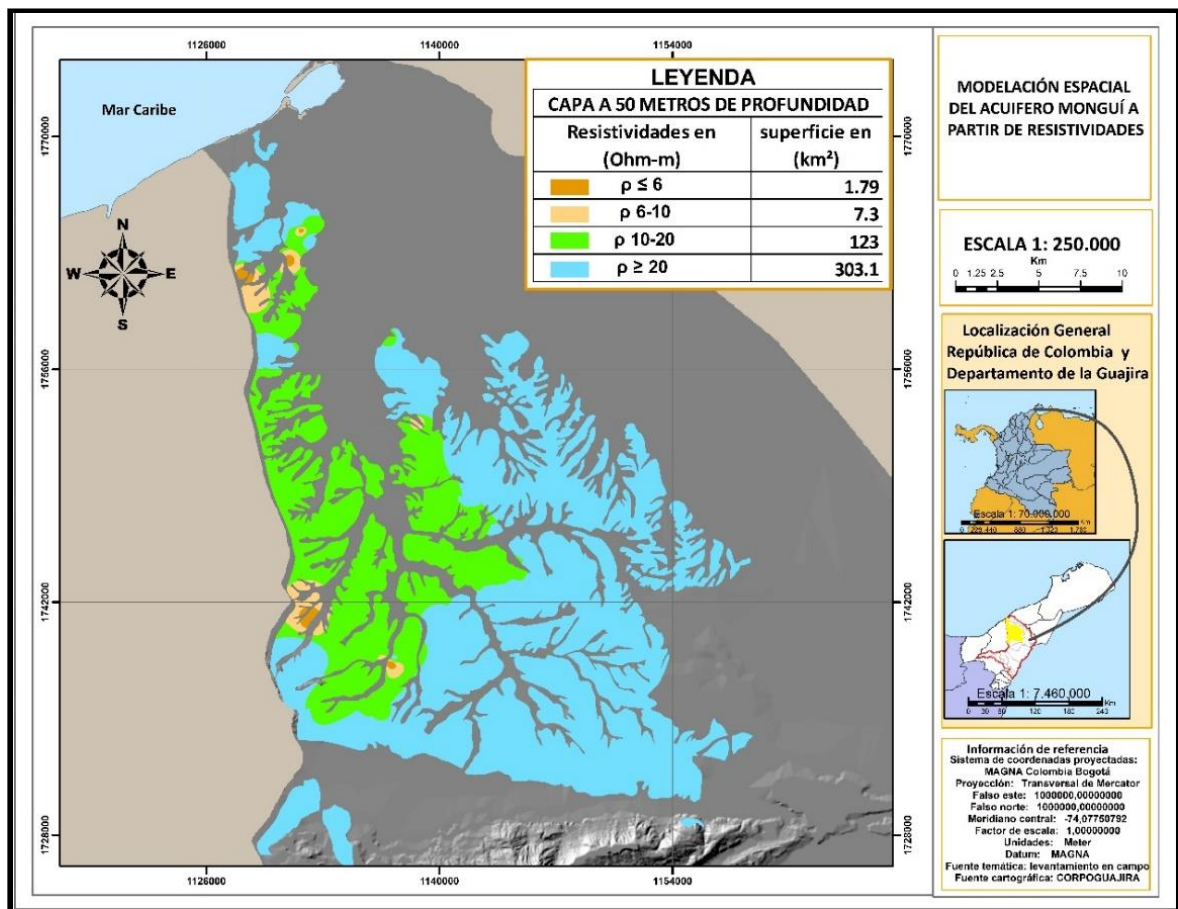


Fuente: SIG Corpoguajira.

Con el objeto de tener una visión más clara del comportamiento del acuífero, se realiza el mapa de nivele estático en toda el área de estudio, lo cual nos brinda una percepción del nivel de los pozos en la zona, estos niveles varían entre 0,45 y 40,8 metros con respecto a la superficie del terreno, tal como lo muestra la figura 69.

El conocimiento de la altura de la lámina de agua influye en la identificación de sectores donde es viable una perforación para la extracción de la misma. De acuerdo a los valores de resistividad obtenidos por sondeos geoléctricos es posible interpretar la composición litológica a diferentes profundidades y la situación del agua subterránea.

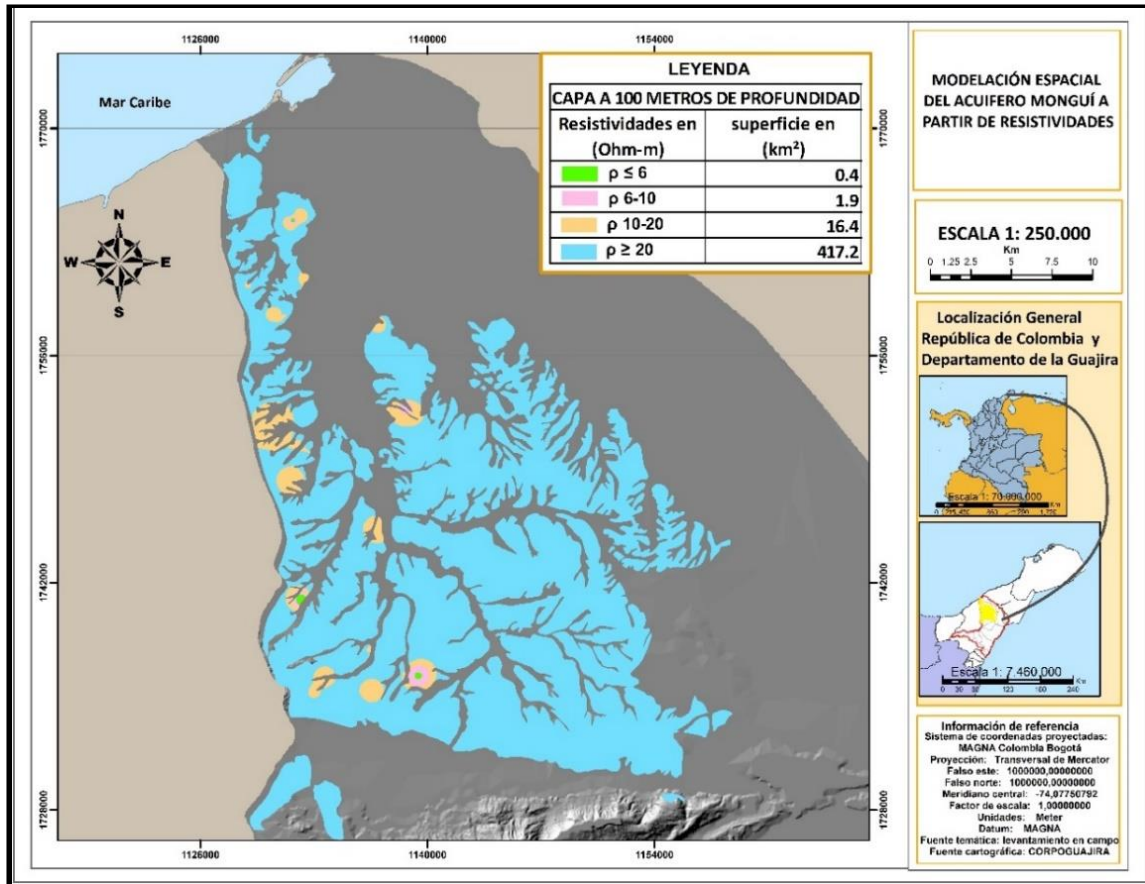
**Figura 71.** Resistividades a los 50 metros.



Fuente: Autor del Proyecto

La capa a 50 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 303,1 km<sup>2</sup>.

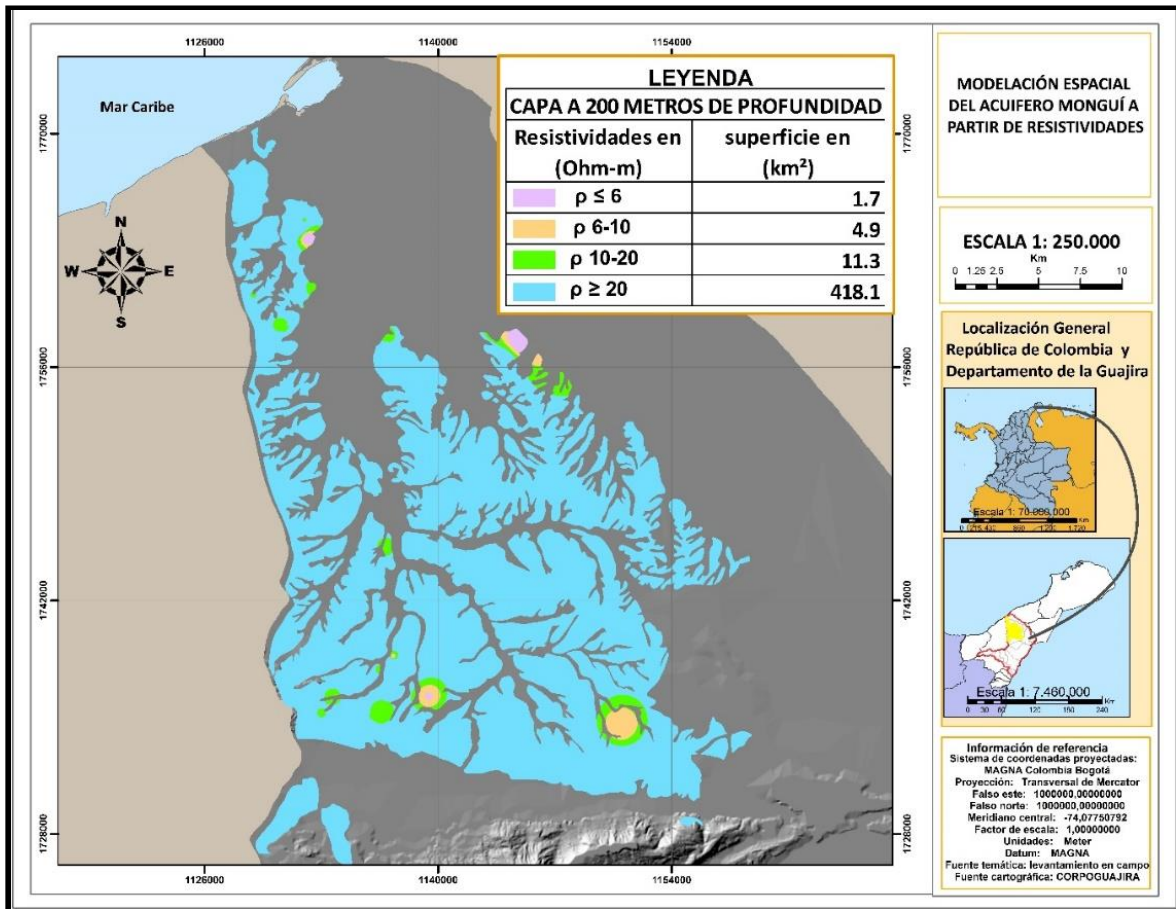
**Figura 72.** Resistividades a los 100 metros.



Fuente: Autor del Proyecto

La capa a 100 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 417,2 km<sup>2</sup>.

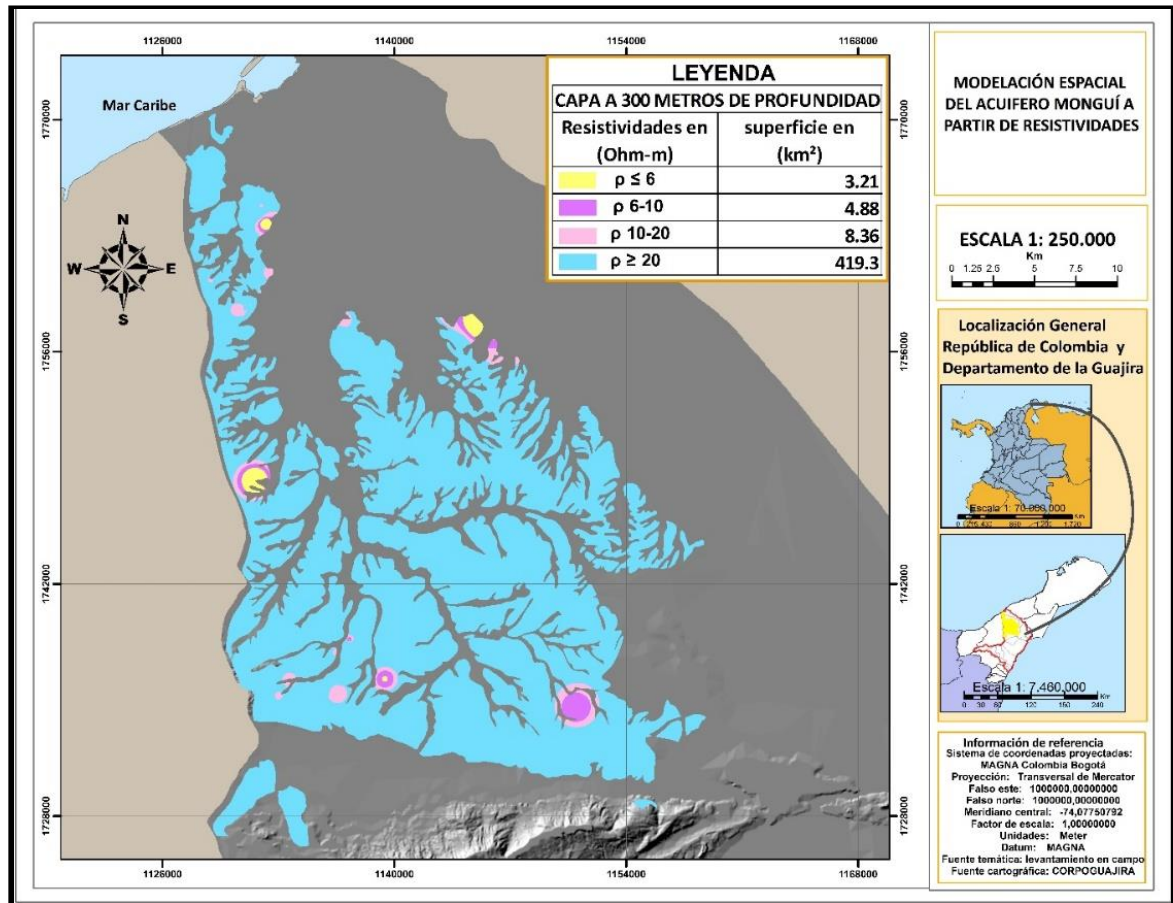
**Figura 73.** Resistividades a los 200 metros.



Fuente: Autor del Proyecto

La capa a 200 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 418,1 km<sup>2</sup>.

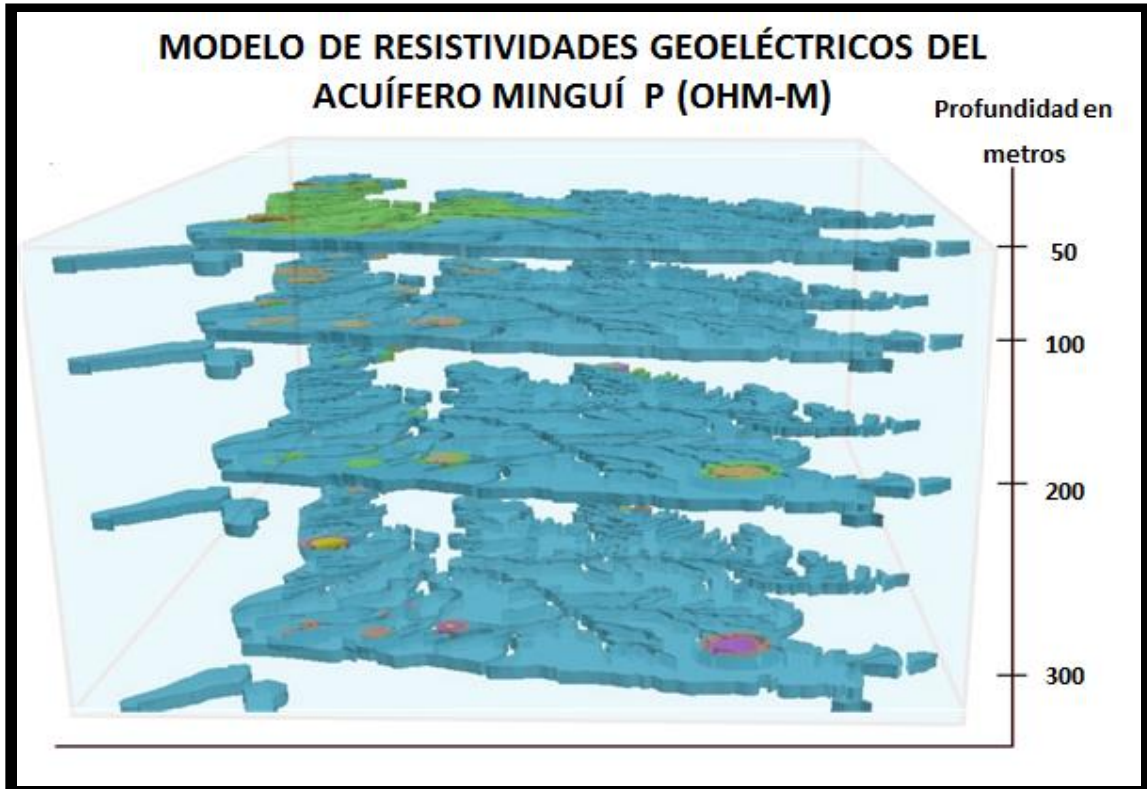
**Figura 74.** Resistividades a los 300 metros.



Fuente: Autor del Proyecto

La capa a 300 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 419,3 km<sup>2</sup>.

**Figura 75.** Modelo de resistividades del acuífero Monguí.



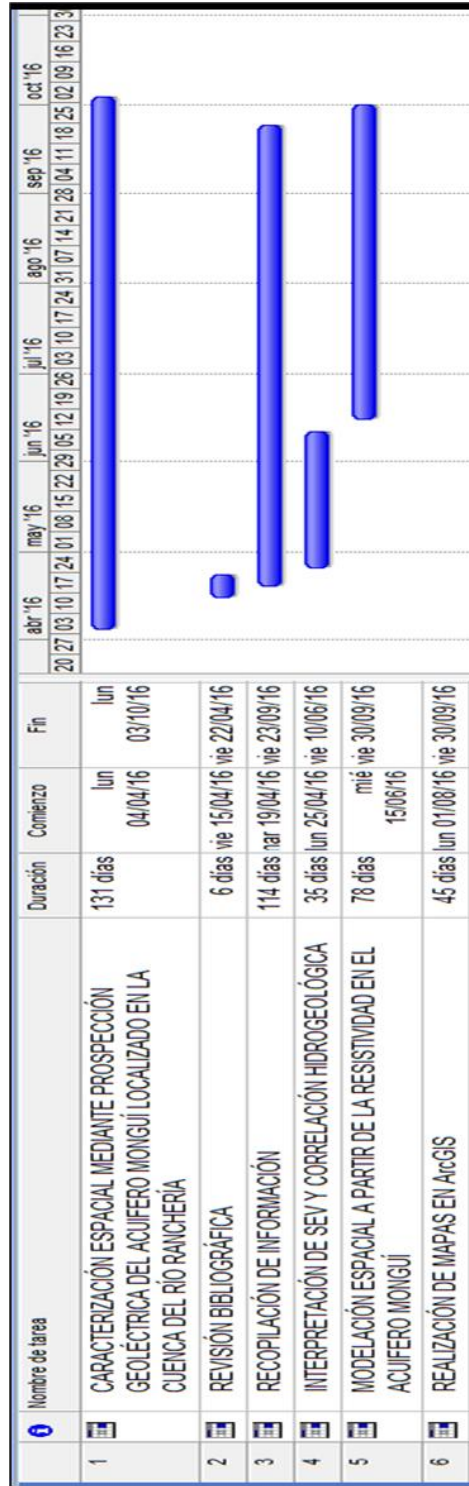
Fuente: Autor del Proyecto

Las zonas potenciales para la explotación del acuífero, radica en la superposición de capas en los modelos espaciales de la resistividad y capacidad específica, este último permite calificar la productividad del acuífero según el volumen ofertado. De acuerdo a los mapas de resistividad, para conocer la probabilidad de encontrar agua subterránea partiendo de los valores de resistividad a 50, 100, 200 y 300 metros de profundidad, es necesario conocer e identificar los modelos, en la zona de estudio los resultados corresponden a resistividades que oscilan entre 0.1 a 20 Ohmios, donde se pueden encontrar sedimentos con agua salada, sedimentos con agua salobre y arcillas o arenas con agua dulce. Aquellos valores que superan los 20 ohmios coinciden con sedimentos con agua dulce o rocas masivas.



**4. CRONOGRAMA.**

**FIGURA 76.** Cronograma de actividades.



Fuente: autor del proyecto.

#### 4.1. LOGROS ALCANZADOS

En la tabla 51 se indica el porcentaje de cumplimiento obtenido para cada uno de objetivos planteados para la práctica.

**Tabla 51.** Porcentaje de cumplimiento de los logros alcanzados.

LOGROS ALCANZADOS	
Objetivos planteados para la practica	Porcentaje de Cumplimiento
Caracterizar espacialmente por medio de prospección geolétrica el acuífero Monguí sector Riohacha para optimizar la explotación de agua subterránea.	100%
Recopilar información de sondeos eléctricos verticales, registros geofísicos, columnas estratigráficas, planchas y mapas geológicos de la zona de interés.	80%
Interpretar los estudios de prospección geolétrica y correlacionarlos con la geología de la zona de estudio.	100%
Realizar mediante el software ArcGIS un modelo espacial de isoresistividad del acuífero Monguí a profundidades de 50,100, 200 y 300 metros.	100%
Con la interpretación de los datos geofísicos obtenidos, seleccionar el mejor sector para la explotación de agua subterránea.	100%

Fuente: autor del proyecto.

#### **4.2. IMPACTOS PERCIBIDOS POR EL ESTUDIANTE**

Durante el proceso de las pasantías realizadas en Corpoguajira siempre estuve en constante aprendizaje y crecimiento personal sin duda fue una experiencia positiva desde todos los puntos de vista. Respecto a la realización del trabajo de grado tuve algunos inconvenientes en recopilación de la información, pero finalmente pude obtenerla y aplicar todos los objetivos trazados.

#### **4.3. LIMITACIONES**

Durante el desarrollo de la práctica se presentaron situaciones que retrasaron y cambiaron el orden planteando en el desarrollo de los objetivos propuestos inicialmente, entre las principales situaciones se tiene:

- Demora en la adquisición de la información como SEV, registros geofísicos, y base de datos SIG.
- Poca comunicación con el asesor académico del proyecto por motivos de distancia y tiempo.

## 5. CONCLUSIONES

El modelo Geoléctrico Simplificado, que se presenta en base a los valores eléctricos obtenidos en el acuífero, y que se interpreta según el esquema realizado, presenta zonas de **interés hidrogeológico**, siendo descritas a continuación.

- La capa a 50 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 303,1 km<sup>2</sup>.
- La capa a 100 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 417,2 km<sup>2</sup>.
- La capa a 200 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 418,1 km<sup>2</sup>.
- La capa a 300 metros de profundidad posee interés hidrogeológico por tener valores de resistividades mayores a 20 ohm-m, correlacionándose estos con sedimentos saturados con agua dulce o roca masiva en un área de 419,3 km<sup>2</sup>.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es importante resaltar la labor que cada día realiza la Corporación Autónoma Regional de la Guajira para administrar los recursos hídricos de la región, es necesario seguir por ese buen camino para que en el futuro se pueda seguir aprovechando dicho recurso ya que es de vital importancia para todos los seres humanos.
- Una de las formas para seguir administrando y protegiendo los recursos hídricos subterráneos es ejerciendo autoridad con responsabilidad y compromiso a cada uno de los pozos perforados en el departamento de la Guajira.
- Es necesario seguir alimentando las bases de datos de cada una de dichas captaciones de pozos profundas ya que toda esa información sirve para continuar conociendo las características de los acuíferos de los cuales se aprovecha el recurso hídrico.
- Para seguir conociendo el potencial hídrico subterráneo de la Guajira es necesario invertir en más estudios implementando nuevas tecnologías ideales para búsqueda de dicho recurso.

## 7. FUENTES DE INFORMACIÓN

- PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE ACUÍFERO - CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA. –Fase I-Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – CORPOGUAJIRA – Universidad de Antioquia, 2013.
- ARTURO CRUZ FALCÓN. Caracterización Y Diagnóstico Del Acuífero De La Paz, B.C.S. Mediante Estudios Geofísicos Y Geohidrológicos. Tesis Para Obtener El Grado De Doctor En Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S., 2007.
- FONSECA BENÍTEZ FREDY. Caracterización Geológico – Geofísica De Litologías En El Centro Y Norte Del Departamento De Boyacá Y Maní, Casanare, Colombia, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sede Sogamoso, 2008.
- ESPINOSA CORTÉS REBECA. Prospección Hidrogeológica y factibilidad de extracción de agua subterránea en el poblado de Xoxocotla, Municipio de Puente de Ixtla, Morelos, México. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional Autónoma de México, 2010.
- INGEOMINAS-MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. VERSIÓN 2 Informe técnico preparado por Gabriel Rodríguez Ana Cristina Londoño Medellín, 2002.
- TORO ESPITIA LUIS. Construcción Del Modelo Geoeléctrica Del Sistema Hidrogeológico Superficial Del Municipio De Maicao. Universidad De La Guajira, 2005.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA. Evaluación hidrogeológica para el plan de manejo integral de las aguas subterráneas del perímetro urbano del municipio de Maicao. 2002.
- DONALD HARRISON, Griffiths. Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos. Madrid 1972.
- HUGUETT G. Alcides et. al. Prospección Geoeléctrica de los Municipios de Uribia y Maicao y Alta Guajira. CORPOGUAJIRA - INGEOMINAS “Contrato 017 – 025” Bogotá Noviembre de 1985.

- HUGUETT G. Alcides. Resumen del estudio hidrogeológico de la media y baja Guajira. Vol.29. 1988.
- MONSALVE, Germán. Hidrología en la ingeniería aplicada. 2<sup>da</sup> edición. Bogotá. Escuela colombiana de ingeniería. 1995.
- MOSQUERA MIRANDA, Francisco. Exploración de acuíferos de la alta y media Guajira (Geología). Bogotá. Informe # 1668.
- PEREZ FRANCO, Diosdado. La Exploración de Aguas Subterráneas un Nuevo Enfoque. La Habana 1995.
- ROMERO R. Jairo, RODRIGUEZ Cesar. XIII Curso internacional sobre el aprovechamiento de aguas subterráneas. Calidad del agua, Investigación geoelectrica.
- VALENCIA C. MARIO et. Al. Exploración de acuíferos de la alta y media Guajira (Prospección Geofísica) Informe Numero 1668 Bogotá D.C. Junio 1975).
- VELEZ, María V. Y VASQUEZ, Lina. Congreso de hidrogeología, aguas subterráneas recurso estratégico para Colombia. Medellín. 2004.