


	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. LOCALIZACIÓN	2
3. DOCUMENTOS ANALIZADOS	4
4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	5
4.1 GEOLOGÍA DEL ÁREA	5
4.2 HIDROGEOLOGÍA	7
4.2.1 Acuífero Llanura Aluvial de La Guajira – Qal(1)	8
4.2.2 Acuífero Castilletes.....	8
4.3 INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA	15
4.3.1 Aljibes	16
4.3.2 Pozos	20
5. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA -- SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES.....	21
4.4 DISTRIBUCIÓN DE RESISTIVIDADES A PROFUNDIDAD	27
4.4.1 Resistividades – Profundidad 15 m	27
4.4.2 Resistividades – Profundidad 30 m	27
4.4.3 Resistividades – Profundidad 50 m	27
4.4.4 Resistividades – Profundidad 100 m	27
4.4.5 Resistividades – Profundidad 150 m	28
6. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	35
7. CONCLUSIONES.....	44
8. RECOMENDACIONES.....	45

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de consolidar la información primaria y secundaria correspondiente a las unidades hidrogeológicas presentes en el subsuelo del área de influencia del Parque Eólico Windpeshi, localizado entre los municipios de Uribia y Maicao - La Guajira; se analizaron los estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano, la información recopilada en el Estudio de Impacto Ambiental y los seis (6) sondeos eléctricos verticales realizados por Corpoguajira; para determinar las características geoelectricas del subsuelo, la disposición de las diferentes unidades hidrogeológicas y la posible construcción y explotación de un pozo de agua subterránea dentro del área de estudio, que sirva como abastecimiento a las comunidades presentes en el área donde el proyecto tiene lugar.

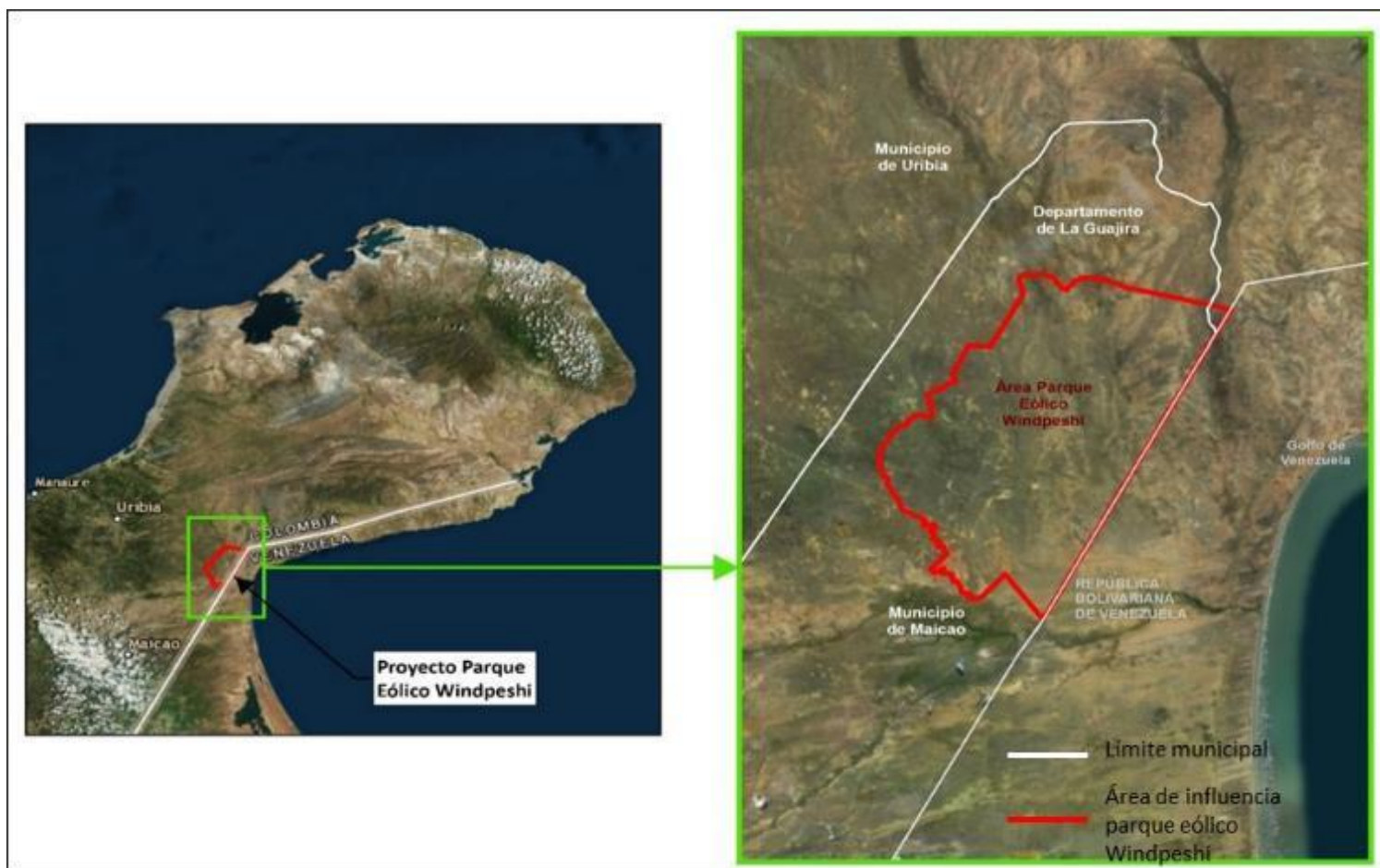
2. LOCALIZACIÓN

El Parque Eólico Windpeshi se localiza hacia el costado oriental del departamento de La Guajira colombiana, entre los municipios de Maicao y Uribia, bordeando el límite fronterizo con Venezuela, aproximadamente a 31 km del centro poblado de Uribia y 26 km del centro poblado de Maicao, ocupando un área irregular, de aproximadamente 6.145,01 ha (**FIGURA 1**). Desde el punto de vista de control y regulación ambiental, el proyecto interviene territorios cuya jurisdicción está a cargo de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA.

El área se localiza dentro de territorio perteneciente al resguardo indígena Wayuu de la Alta y Media Guajira; el Ministerio del Interior, Dirección de Consulta Previa, certificó la presencia de 12 comunidades indígenas, las cuales se relacionan a continuación:

- Wimpeshi
- Kamushipaa
- Patajatamana
- Romana
- Kalinchon
- Utkap
- Yotojoroin
- Jaika kalinchon
- Matajuna
- Paliyawain
- Maashuamana
- Flor de la Frontera

FIGURA 1 LOCALIZACIÓN GENERAL



Fuente: Antea Group, 2018.

3. DOCUMENTOS ANALIZADOS

Con el fin de dar contexto a las condiciones de disponibilidad del recurso de aguas subterráneas, se presentan las características más relevantes desde el punto de vista geológico e hidrogeológico del área de análisis, la cual está basada en la información secundaria existente para la zona y la información primaria obtenida dentro del Estudio de Impacto Ambiental para el Parque Eólico Windpeshi y la realización de prospección geofísica adicional.

Para la elaboración de la caracterización hidrogeológica, se partió de información existente de diversos estudios hidrogeológicos, enfocados a la exploración del recurso hídrico subterráneo en la región, realizados principalmente por entidades gubernamentales como INGEOMINAS ahora Servicio geológico colombiano (SGC) por medio del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia (2003), y el Modelo Hidrogeológico de la Guajira (2013). De la misma manera se consultaron entidades como el IDEAM por medio del Estudio Nacional del Agua (2014). En la **Tabla 1** se presenta una relación de los estudios hidrogeológicos locales y regionales consultados.

TABLA 1 ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS LOCALES Y REGIONALES

ENTIDAD	CLASE	AÑO	ESTUDIO
INGEOMINAS	Cartografía e informe	2003	Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia. Plancha 5-02 y Memoria Técnica. Escala 1:500.000 ¹
INGEOMINAS	Cartografía e informe	2013	Modelo Hidrogeológico de la Guajira Escala 1:100.000 ²
IDEAM	Informe	2014	Estudio Nacional del Agua ³
INGEOMINAS	Cartografía	2008	Geología de la Plancha 10 – Rancho Grande, a escala 1:100.000. ⁴
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO	informe	2016	Campañas geofísicas realizadas por el convenio Colombo – holandés en los años 70's.
CORPOGUAJIRA	SEV	2018	Sondeos eléctricos verticales en el área del Parque Eólico Windpeshi.

Fuente: Antea Group, 2018.



De acuerdo con el Mapa Hidrogeológico de América del Sur (UNESCO – CIAT, 2007), la zona donde se encuentra ubicado el Parque Eólico Windpeshi, está localizado en la provincia hidrogeológica Costera –

¹ HUGUETT Alcides, HINCAPIE Gloria, Atlas de Agua Subterránea de Colombia, Memoria Técnica de la Plancha 5-02, INGEOMINAS, Bogotá 2003

² INGEOMINAS, Modelo Hidrogeológico de la Guajira, Bogotá 2013.

³ IDEAM – MINAMIENTE, Estudio Nacional del agua, Bogotá 2014

⁴ ZULUAGA Carlos, OCHOA Alberto, MUÑOZ Carlos, et al; Geología de la Plancha 10 Rancho Grande; Universidad Nacional de Colombia - Instituto Colombiano de Geología y Minería Ingeominas; Bogotá 2008

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Vertiente Atlántica, la cual comprende la región costera del Mar Caribe, constituida por rocas sedimentarias de edad terciaria de ambiente marino y por rocas ígneas y metamórficas que hacen parte del núcleo de la Sierra Nevada de Santa Marta y de los altos topográficos en la península de La Guajira.

4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

4.1 GEOLOGÍA DEL ÁREA

El área de interés se ubica en la cuenca media de la Guajira, que corresponde a una cuenca transtensional, formada como resultado del movimiento del sistema de las fallas transcurrentes (Cuisa y Oca⁵). En esta cuenca se presentan rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, con edades que abarcan desde el Precámbrico hasta el Cuaternario.

En el sitio se presentan en superficie depósitos cuaternarios de origen aluvial y en menor proporción depósitos de origen eólico. Los depósitos de origen aluvial corresponden a los Depósitos de Llanura de Inundación (Qlli), constituidos por arenas finas a arcillas con costras calcáreas y fragmentos de rocas ígneas, con tamaño de grano menor a 1 cm inmersas en una matriz arcillosa. Los depósitos de Cauce Aluvial (Qca), acumulados en el plano de desborde de los drenajes, constituidos por gravas, arenas y arcillas en proporciones variables y los Depósitos de Cauce Activo (Qca_1), conformados por arenas limosas y arcillas, acumulados en los valles de los drenajes que disectan el área. Los Depósitos Eólicos (Qe) se distribuyen hacia el costado sur de la zona y están compuestos por arenas cuarzosas de grano fino a muy fino (

⁵ ANH. Colombian Sedimentary Basins, 2007. p. 72.



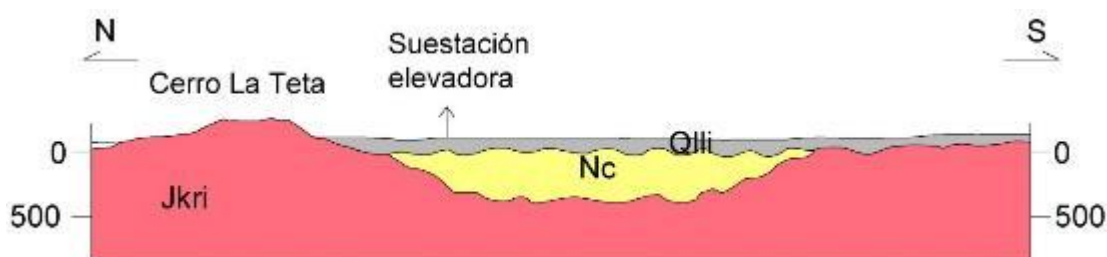
	<p>INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		<p>INFORME</p>

Figura 2).

Los depósitos cuaternarios cubren totalmente la Formación Castilletes (Nc), que está constituida por conglomerados de guijos y guijarros y arenas con alto contenido de fósiles, con intercalaciones de lodolitas calcáreas, depositadas en un ambiente marino somero. Esta unidad a su vez reposa discordantemente sobre rocas ígneas de la unidad Riodacita de Ipapure (JKri), que aflora hacia el norte fuera del área del parque, en el Cerro de La Teta, en la **Figura 3** se muestra un corte esquemático de la geología del sector.

FIGURA 3 CORTE GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO EN LOS ALREDEDORES DEL ÁREA DE INTERÉS



Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2008.


4.2 HIDROGEOLOGÍA



A continuación, se presenta el análisis de la información consultada para el componente hidrogeológico.


De acuerdo con lo consignado en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, Plancha 5-02 (Escala 1:500.000), los acuíferos más importantes de la región están asociados, principalmente a la llanura aluvial de La Guajira, la cual se extiende, en la Media Guajira, desde las estribaciones de la serranía de Perijá en el Sur, cerca de la frontera Colombo-venezolana, hasta la parte norte de la cabecera municipal de Uribia donde se levantan las serranías de Cocinas y Simarua cuyos límites meridionales están delimitados por la Falla de Cuisa.

De la misma manera, se presenta el Acuífero Castilletes el cual aflora en algunos sectores de la media Guajira y se encuentra constituido por una secuencia alternante de areniscas calcáreas conglomeráticas, fosilíferas, arcillolitas, calizas arenosas y limolitas, determinado como un acuífero de mediana productividad, de extensión regional. Las características de las unidades identificadas en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia se presentan en la **Tabla 2**.

TABLA 2 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PARQUE EÓLICO WINDPESHI (ESCALA 1:500.000)

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS			
SISTEMA ACUÍFERO		CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS
A. SEDIMENTOS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR			
	Acuíferos de mediana productividad, capacidad específica entre 1,0 y 2,0 l/s/m	Sistemas acuíferos continuos de extensión regional, conformados por rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente marino a transicional que desarrollan acuíferos de tipo confinados. Almacenan aguas que requieren tratamientos previos para algunos usos.	Ngm:(1) Fm. Castilletes

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS			
SISTEMA ACUÍFERO		CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS
	Acuíferos de baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1,0 l/m/s	Sistemas acuíferos discontinuos de extensión local, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados, depositados en ambiente de Llanura aluvial, que desarrollan acuíferos de tipos libres a semiconfinados. Almacenan aguas que requieren tratamientos previos para algunos usos	Qal Depósitos aluviales Llanura de la Guajira.

Fuente: Modificado del Atlas de aguas subterráneas de Colombia, Mapa hidrogeológico y cobertura de unidades Hidrogeológicas. Plancha 5-02 Ingeominas, 2003.

4.2.1 Acuífero Llanura Aluvial de La Guajira – Qal(1)

El Acuífero de Llanura Aluvial de la Guajira, litológicamente está compuesto por arenas finas a gruesas, gravas finas con delgadas intercalaciones de limos y arcillas con espesores variables desde 10 hasta 70 m. El acuífero es de tipo libre y de extensión regional con un nivel estático desde 5 hasta 35 m, los cuales entre las épocas seca y de lluvia tienen variaciones de 1 a 2 m. Es recargado directamente por la precipitación y en menor proporción por las corrientes superficiales, ya que además de ser intermitentes la escorrentía es muy rápida. Cubre discordantemente el Acuífero Castilletes sin existir entre ellos conexión hidráulica. El movimiento del agua subterránea ocurre a partir del trazo de la Falla de Oca mediante flujos divergentes que van hacia el Golfo de Venezuela y el mar Caribe (Robles et. al, 1983).

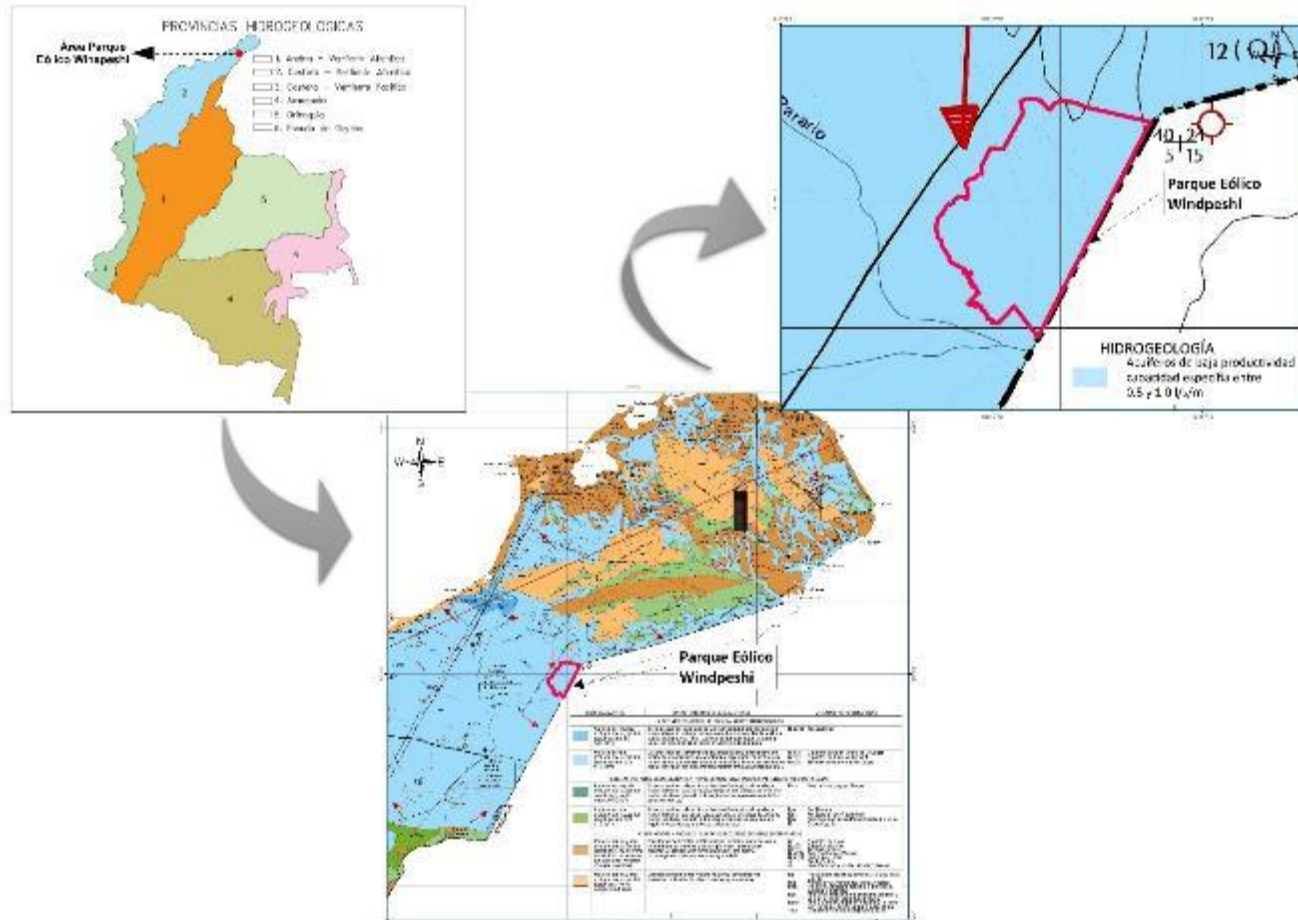
La descarga artificial del acuífero se presenta mediante la explotación de numerosos aljibes y pozos con profundidades hasta de 60 m que producen caudales desde 0,5 hasta 5 L/s y capacidades específicas entre 0,01 y 0,1 L/s/m, la mayoría de ellos explotados con molinos de viento, utilizándose el agua para el abastecimiento de pequeñas comunidades indígenas y el abrevadero de animales.

4.2.2 Acuífero Castilletes



Aflora en el perímetro de toda la Península de La Guajira entre las localidades de Bahía Portete y Castilletes y en algunos sectores de la Media Guajira. Se encuentra constituido por una secuencia alternante de areniscas calcáreas conglomeráticas, fosilíferas, arcillolitas, calizas arenosas y limolitas calcáreas, depositados en un ambiente marino con un espesor de aproximadamente 600 m.

El Acuífero Castilletes es de tipo confinado, multicapas, de extensión regional. En la región correspondiente a la Media Guajira se encuentra cubierto por el Acuífero Llanura Aluvial, sin existir entre ellos conexión hidráulica, hallándose el techo entre los 20 y los 70 m de profundidad. Reposa concordantemente sobre capas impermeables de la Formación Jimol.

FIGURA 4 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PARQUE EÓLICO WINDPESHI ESCALA 1:500.000



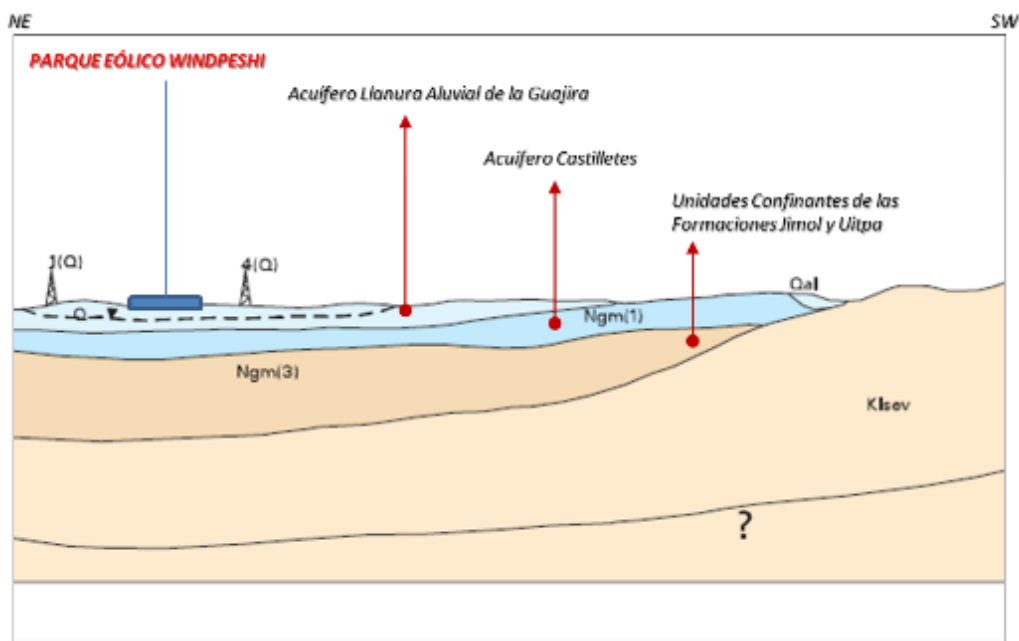
Fuente: Atlas de aguas subterráneas de Colombia, Mapa hidrogeológico y cobertura de unidades Hidrogeológicas. Plancha 5-02 Escala 1:500.000 Ingeominas, 2003.

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Los estudios con técnicas isotópicas (Robles, et al, 1983) plantean que, en la Media Guajira, la recarga del acuífero proviene de la infiltración del agua lluvia a partir de la Falla de Oca, ubicada en las estribaciones septentrionales de la Sierra Nevada de Santa Marta. La dirección regional del flujo subterráneo es de tipo radial divergente desde esta falla hacia el mar Caribe y el Golfo de Venezuela, calculándose con Carbono 14 una velocidad de flujo de 2 m/día. En el perímetro de la península, cerca de la costa, se encuentra saturado con agua salada (Ngm (2)).

Con el fin de presentar de manera esquemática las unidades acuíferas presentes según el Atlas de aguas subterráneas de Colombia, se muestra en la **¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** n perfil hidrogeológico con una ubicación estimada del Parque Eólico Windpeshi.

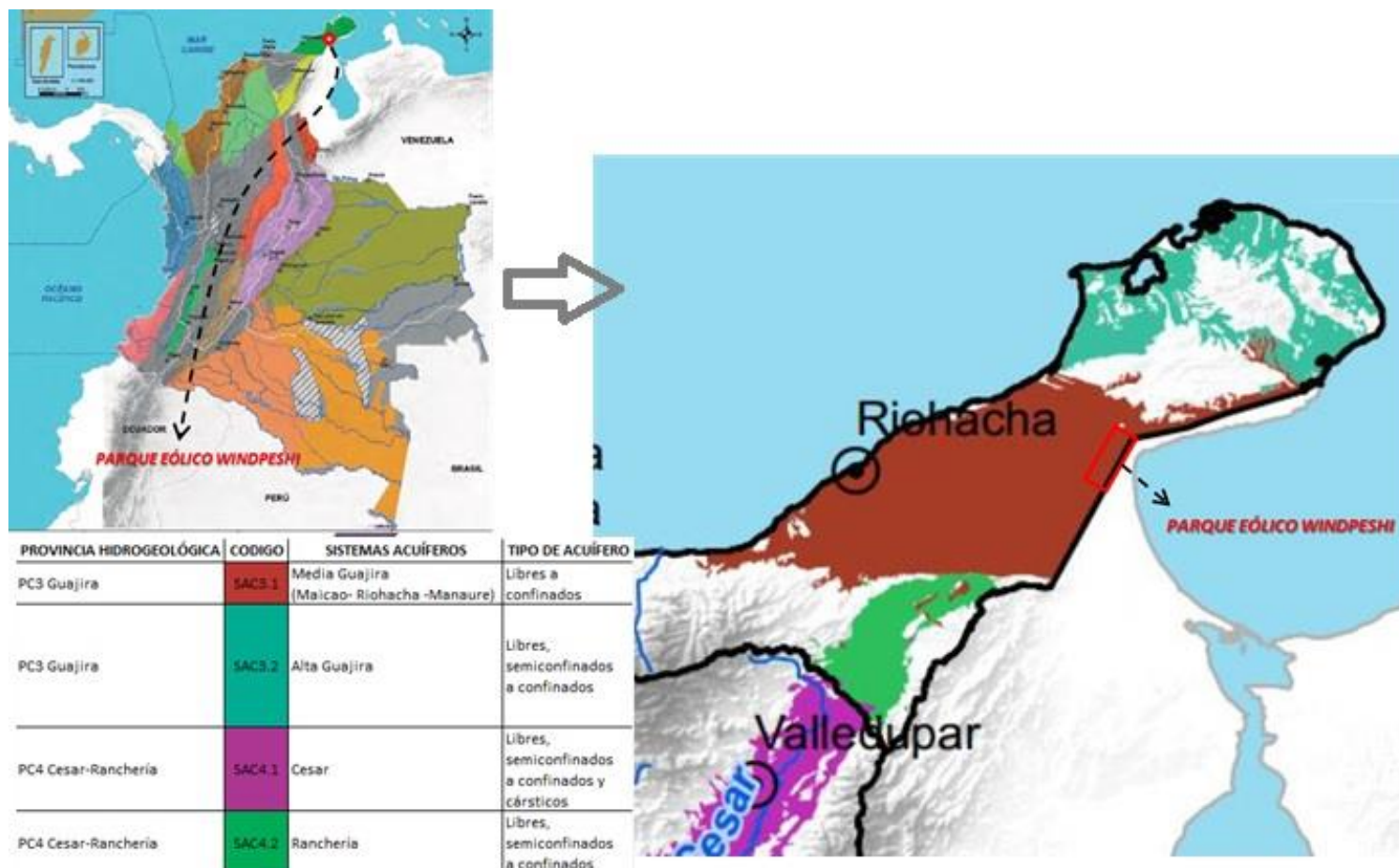
FIGURA 5 PERFIL HIDROGEOLÓGICO DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PARQUE EÓLICO WINDPESHI ESCALA 1:500.000





Fuente: Modificado del Atlas de aguas subterráneas de Colombia, Mapa hidrogeológico y cobertura de unidades Hidrogeológicas. Plancha 5-02 Ingeominas, 2003.

El Estudio Nacional del Agua ENA 2014, soporta la evaluación de la situación actual y posibles escenarios futuros del agua en Colombia, y realiza la evaluación integral del agua, actualización de las condiciones, del comportamiento y de los posibles escenarios futuros. De acuerdo con la zonificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas (IDEAM, 2013^a), el departamento de la Guajira se encuentra ubicada en el área hidrográfica AH1 Caribe, en la subzona hidrográfica ZH15 Caribe – Guajira y en la Provincia hidrogeológica PC3 Guajira. El Parque Eólico Windpeshi, se encuentra asociado al Sistema acuífero Media Guajira, el cual abarca una superficie de 7670 km², en los municipios de Maicao, Riohacha y Manaure (**¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.**).

FIGURA 6 ZONIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS (IDEAM 2013) WINDPESHI A ESCALA 1:500.000



Fuente: Estudio Nacional del Agua, 2014

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Se identifican en el sistema mencionado, las unidades del Acuífero de Llanura Aluvial de La Guajira identificado como un acuífero libre de extensión regional y el Acuífero Castilletes denominado como un acuífero confinado, multicapa de extensión regional.

4.2.2.1 Zonas de Recarga

Se identifican para las unidades acuíferas del Cuaternario o la Llanura Aluvial de la Guajira, las zonas de recarga aquellas que se encuentran adyacentes al cauce actual del río Carraipía. Para el acuífero de la unidad terciaria Acuífero Castilletes, la recarga se da principalmente por la infiltración del agua lluvia a partir de la Falla de Oca, ubicada en las estribaciones septentrionales de la Sierra Nevada de Santa Marta.

4.2.2.2 Hidrogeoquímica e Isotopía

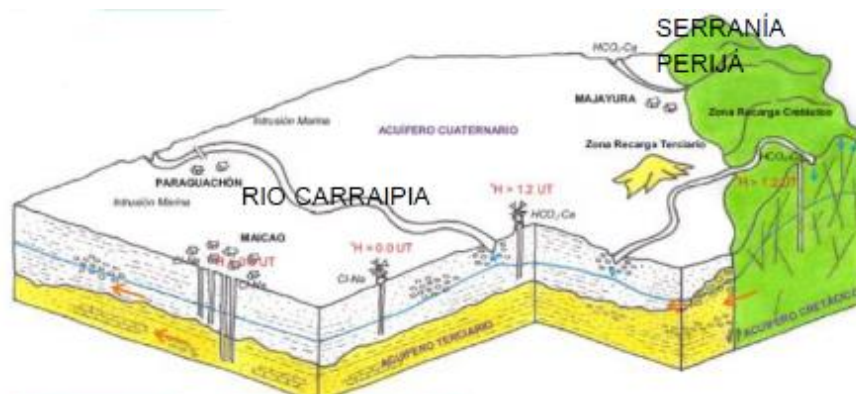
Acuífero de Llanura Aluvial de la Guajira (Cuaternario)

Baja mineralización (conductividades inferiores de 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$) de tipo bicarbonatada cálcica. Alta mineralización (normalmente mayor que 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) de tipo clorurada sódica. Bicarbonatada sódica, la cual prevalece desde la vía Cuestecita – Barbacoas hacia el sur, hasta las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.



Acuífero Castilletes

Clorurada sódica, con un contenido promedio de cloruros de 450 mg/l. El agua es dura (dureza total como CaCO_3 de 120 mg/l). En la **¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.** se presenta el bloque diagrama del Modelo Hidrogeológico conceptual presentado en el Estudio Nacional del Agua (2014), del sistema acuífero de la Media Guajira, donde se identifican las unidades acuíferas del Cuaternario, Terciario y Cretácico, con sus respectivas zonas de recarga.

FIGURA 7 MODELO HIDROGEOLÓGICO DE LA MEDIA GUAJIRA (MAICAO-RIOHACHA-MANAURE)





Fuente: Estudio Nacional del Agua. 2014

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Con respecto al Modelo Hidrogeológico de la Guajira (Escala 1:100.000), el Programa de Exploración de Aguas Subterráneas del Servicio Geológico Colombiano (SGC) ha formulado modelos hidrogeológicos conceptuales para varios sistemas acuíferos de importancia socioeconómica y ambiental en diferentes áreas del país. Para este caso, se tomó información del modelo hidrogeológico realizado para el departamento de La Guajira en el año 2016, el cual se presenta a una escala de 1:100.000 donde se realizaron perfiles geoeléctricos a manera regional, dividiendo la zona entre Baja, Media y Alta Guajira.

El Parque Eólico Windpeshi, se encuentra ubicado según el SGC en la Media Guajira principalmente en el municipio de Maicao en el costado este. “Dentro del municipio de Maicao, las captaciones de agua subterránea se encuentran distribuidas a lo largo de toda su jurisdicción, con una mayor concentración hacia la parte central donde se encuentra su cabecera, extrayendo agua de las primeras capas acuíferas de los depósitos inconsolidados Cuaternarios, principalmente”. El Parque Eólico Windpeshi, se encuentra sobre los sistemas acuíferos denominados como A3 y A4, los cuales se describen en la **Tabla 3** y su localización espacial se encuentra en la **Figura 8**.

TABLA 3 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PARQUE EÓLICO WINDPESHI (ESCALA 1:100.000)

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS			
SISTEMA ACUÍFERO		CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS
A. SEDIMENTOS CON FLUJO ESENCIALMENTE INTERGRANULAR			
	A3	Acuíferos continuos a discontinuos de extensión local a regional, de mediana productividad conformado por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcanoclastico. Acuíferos generalmente libres a confinados	Depósito de Cauce Aluvial (Q2a1):
	A4	Sistemas acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados.	Depósitos de Llanura de Inundación (Q2II):

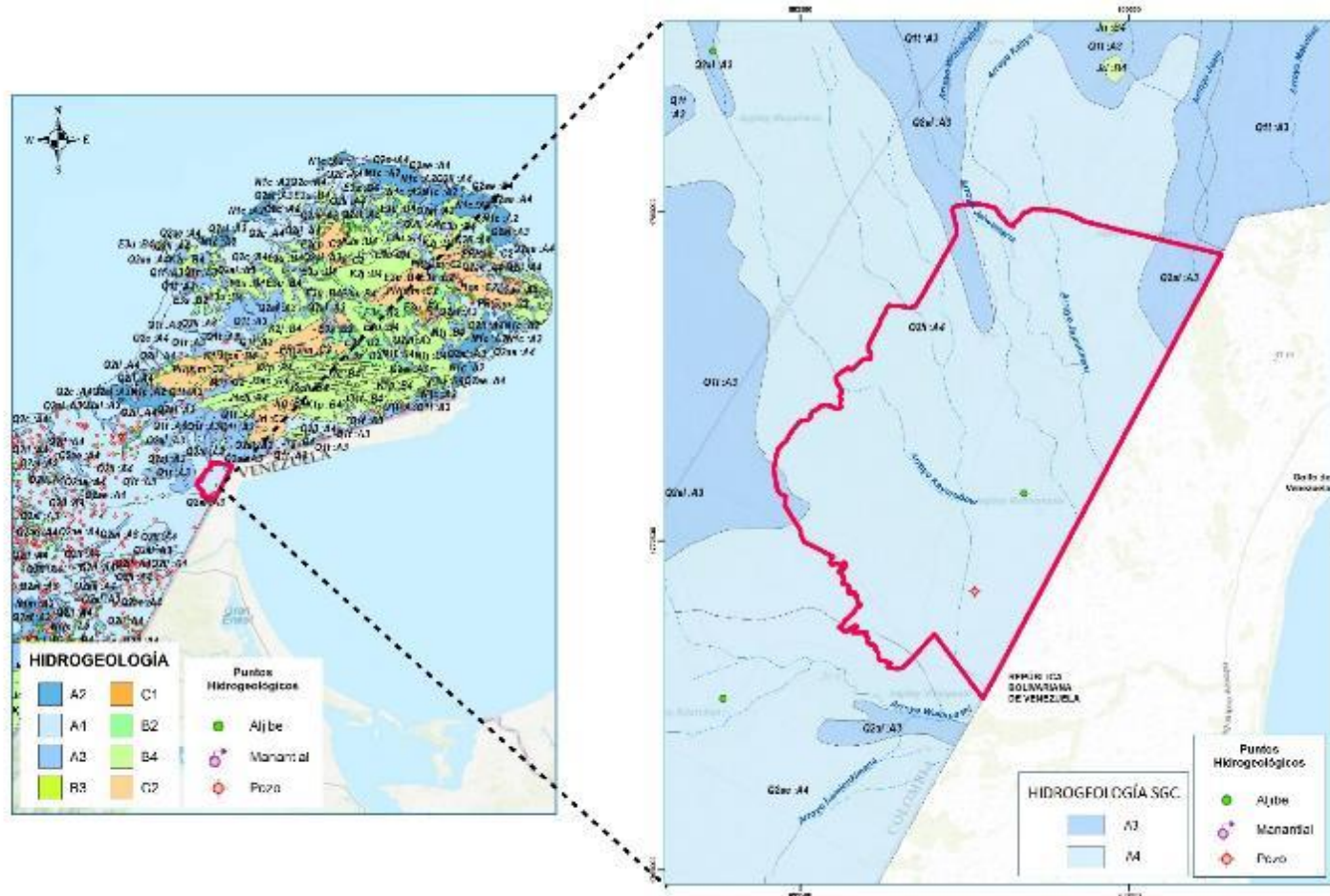
Fuente: Modelo hidrogeológico del departamento de la Guajira (2016)

Unidad Hidrogeológica A3



Corresponde a sistemas acuíferos continuos a discontinuos de extensión local a regional, de mediana productividad conformado por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcanoclastico. Corresponde a acuíferos generalmente libres a confinados correspondientes a los Depósito de Cauce Aluvial (Q2a1).

El Depósito de Cauce Aluvial (Q2a1) corresponde a depósitos semi-consolidados y no consolidados constituidos por gravas, arenas y arcillas en proporciones muy variables de acuerdo con la distancia a la fuente de transporte. Productividad baja.

FIGURA 8 UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS ESCALA 1:100.000 (SGC)



Fuente: Modelo hidrogeológico del departamento de la Guajira (2016)

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

La dirección de flujo de agua del acuífero libre sugiere un movimiento preferencial en dirección sur-noroeste con algunos flujos locales al noreste; con lo cual, la zona de recarga se presenta a lo largo de la Falla de Oca; su zona de tránsito ocurre a lo largo de la sabana en la planicie de la Media Guajira, para finalmente descargar hacia la costa Caribe al noroeste del departamento.

La recarga potencial estimada para el área en la que aflora los depósitos de cauce aluvial (2120 km²) empleando el escenario que mejor representa la recarga potencial en el Departamento (10%), indica una recarga potencial anual del orden de 40 x 10⁶ m³, constituyéndose en una de las unidades geológicas que recarga y almacena mayor volumen de agua dependiendo, en gran medida, de su distribución areal.

Por sus características texturales y composicionales, el depósito cuaternario de tipo aluvial se constituye en un acuífero de tipo libre.

Unidad Hidrogeológica A4

Depósitos de Llanura de Inundación (Q2II), corresponde a los depósitos inconsolidados compuestos por lodos cohesivos de color café oscuro, producto de la acumulación de materiales finos por acción mareal. Estos depósitos comprenden una gran extensión areal, formando topografías planas, las cuales están limitadas por las colinas suaves y redondeadas de las formaciones adyacentes.

La dirección de flujo de agua sugiere un movimiento preferencial en dirección sur-noroeste con algunos flujos locales al noreste; con lo cual, la zona de recarga se presenta a lo largo de la Falla de Oca; su zona de tránsito ocurre a lo largo de la sabana en la planicie de la Media Guajira, para finalmente descargar hacia la costa Caribe al noroeste del departamento.

La recarga potencial estimada para el área en la que aflora los depósitos de cauce aluvial (4890 Km²) empleando el escenario que mejor representa la recarga potencial en el Departamento (10%), indica una recarga potencial anual del orden de 100 x 10⁶ m³, constituyéndose en una de las unidades geológicas que recarga y almacena mayor volumen de agua en lámina de agua infiltrada debido a su distribución areal en el departamento.

Por sus características texturales y composicionales, el depósito cuaternario de llanura de inundación se constituye en un acuífero de tipo semi-confinado a confinado.

4.3 INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Se puede definir un punto de agua subterránea como un lugar, obra civil o circunstancia que permita un acceso directo o indirecto a un acuífero. Estas pueden incluir perforaciones existentes, ya sean o no explotadas, abandonadas o colapsadas como pozos, aljibes, piezómetros y jagüeyes que corten el nivel de la tabla de agua. También se cuentan los manantiales o surgencias que deben considerarse como descargas naturales de los acuíferos.

Se inventariaron puntos de agua subterránea en las rancherías donde el acceso y la comunidad lo permitió, a excepción de los aljibes “U8” y “AljMas” de las comunidades Mashuamana y Yotojoroin

quienes no permitieron el acceso y el aljibe “AljKal” de Kalinchon, que se encontraba inundado. Los trabajos de campo se realizaron entre el 25 y el 27 de octubre de 2017, durante el período climático seco.

La población utiliza el agua subterránea para uso doméstico, agrícola y pecuario, pero no para consumo humano ya que la percibe como salobre a salada. El suministro de agua potable se realiza a través de la compra en Colombia y Venezuela de agua embotellada o en carrotaques, y en menor medida con la captación de agua lluvia por medio de jagüeyes. Dentro del área de influencia se inventariaron nueve (9) puntos de agua subterránea, ocho (8) aljibes y un (1) pozo, no se hallaron manantiales. Adicional a estos se identificaron cuatro (4) aljibes, a una distancia cercana al área de influencia, para un total de trece (13) puntos. En la **Tabla 4** se presenta el resumen con el tipo de punto inventariado y algunas de sus características más importantes y en la **¡ERROR! NO SE ENCUENTRA EL ORIGEN DE LA REFERENCIA.**, se observa la localización de los puntos inventariados.

TABLA 4 RESUMEN DE LOS PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA INVENTARIADOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI

TIPO DE PUNTO	NÚMERO DE PUNTOS	PROFUNDIDAD* (m)	NIVEL TABLA DE AGUA* (m)	CAUDAL DE EXPLOTACIÓN (L/s)
Aljibes	12	5 a 23	3,9 a 22,5	0,27 a 2,7
Pozo	1	±60 (Informado)	±14 (Informado)	0,27 (Cuando la velocidad del viento es baja)
*Se indican los rangos de valores				



Fuente: Antea Group, 2018

4.3.1 Aljibes

Dentro del polígono del Parque Eólico Windpeshi y su área de influencia, se inventariaron doce (12) aljibes localizados en las rancherías Utkapu, Windpeshi, Kalinchon, Patajatamana, y Jaika Kalinchon en el municipio de Maicao, y en la ranchería Matajuna, municipios de Maicao y Uribia, de los cuales solo cuatro (4) son productivos. El aljibe identificado como “AljKal” se encontró cubierto de agua por estar ubicado dentro del jagüey Kalinchon (U19). Todos los puntos aprovechan el Acuífero de los Depósitos Cuaternarios. En la **Tabla 5** y en la **FIGURA 10**, se presentan los aljibes inventariados con algunas de sus características.

TABLA 5 COORDENADAS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ALJIBES EN EL PROYECTO PARQUE EÓLICO WINDPESHI

ID	MPIO.	RANCHERÍA	COORD. MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		PROF. (m)	N.E (m)	CONDICIÓN	USO DEL AGUA
			Este	Norte				
A001	Maicao	Windpeshi	895.448	1.769.334	5,84	3,9	Reserva	Ninguno
U6	Maicao	Utkapu	898.661	1.775.117	11,24	8,34	Abandonado	Ninguno

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

ID	MPIO.	RANCHERÍA	COORD. MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		PROF. (m)	N.E (m)	CONDICIÓN	USO DEL AGUA
			Este	Norte				
U2	Uribia	Matajuna	901.974	1.779.646	21,07	19,81	Productivo	Doméstico, agrícola y pecuario
U3	Maicao	Matajuna	901.186	1.779.438	±23 *	±18*	Reserva	Ninguno
U7	Maicao	Utkapu	898.514	1.774.089	4,73	N.A	Seco	Ninguno
U5	Maicao	Kalinchon	897.774	1.775.812	N.A	N.A	Tapado	Ninguno
U4	Maicao	Patajatamana	898.626	1.776.551	14,75	11,05	Productivo	Doméstico y pecuario
A002	Maicao	Atain	901.499	1.781.264	23,35	22,48	Productivo	Doméstico y pecuario
A003	Maicao	Jaika Kalinchon	896.439	1.780.502	22,06	19,68	Productivo	Pecuario
U8	Maicao	Yotojoroin	897.985	1.773.276	Desc.	Desc.	Productivo	Doméstico y pecuario
AliMas	Maicao	Maashuamana	897.941	1.773.256	Desc.	Desc.	Reserva	Ninguno
AljKal	Maicao	Kalinchon	897.815	1.776.176	Desc.	Desc.	Productivo	Doméstico
Mpio: Municipio Desc: Desconocido Prof: Profundidad N.E.: Nivel del agua *Informado N.A: No Aplica								

Fuente: Antea Group, 2018

En general los aljibes fueron construidos entre 1982 y 2017, presentan una profundidad de 5 a 23 m, el diámetro de los aljibes oscila entre 1 y 1,2 m; todos están revestidos con anillos de cemento, dos (2) se explotan con molino de viento y cuatro (4) de forma manual, dos (2) cuentan con tanques de almacenamiento elevados (**FOTOGRAFÍA 1**).



FOTOGRAFÍA 1
ALJIBE U6, MUNICIPIO MAICAO, RANCHERÍA UTKAP.
COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 898.661 M.E
1775.117 M.N

Fuente: Antea Group, 2018



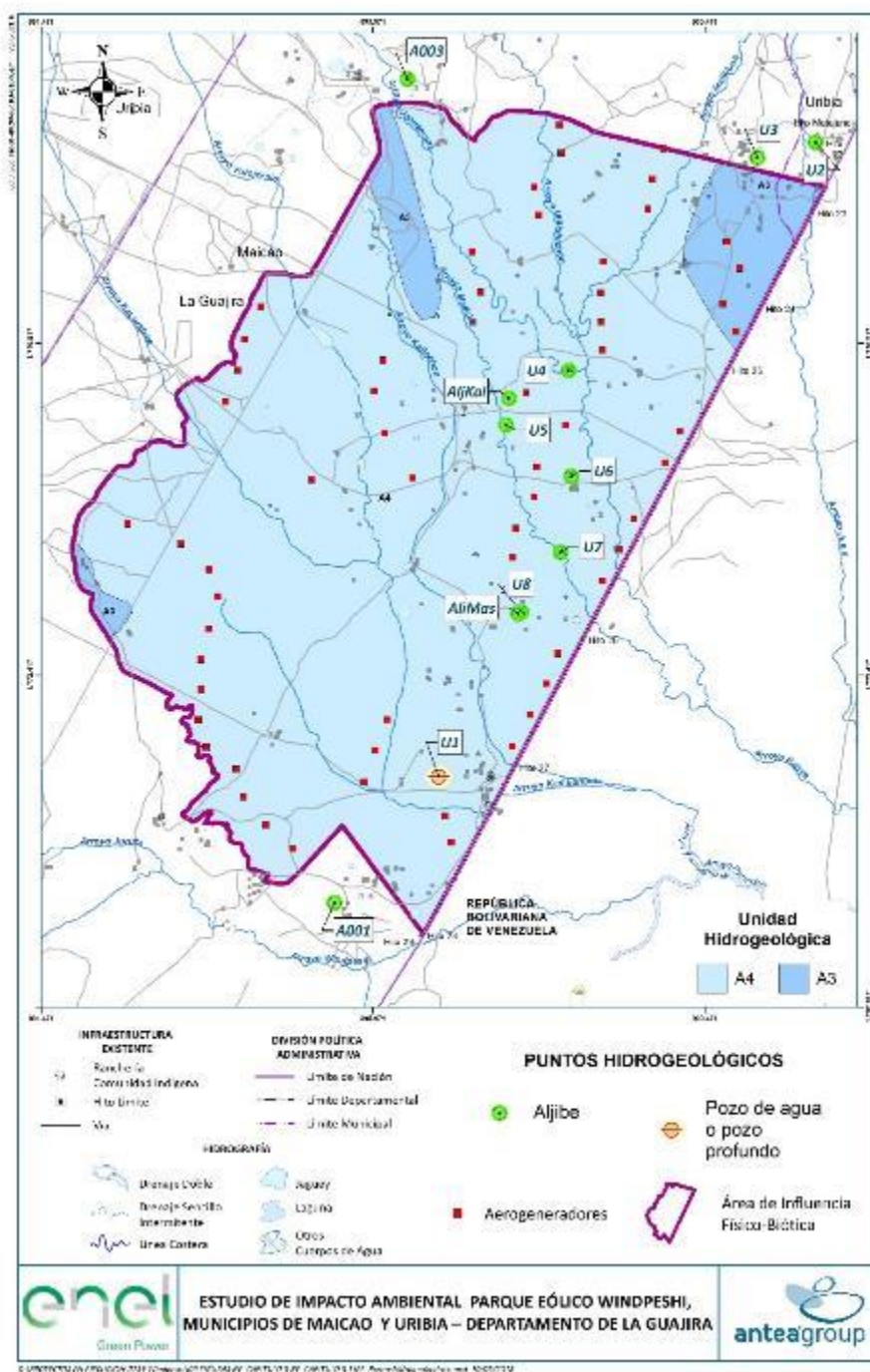
	<p>INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		<p>INFORME</p>

FIGURA 9 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL PROYECTO PARQUE EÓLICO WINDPESHI



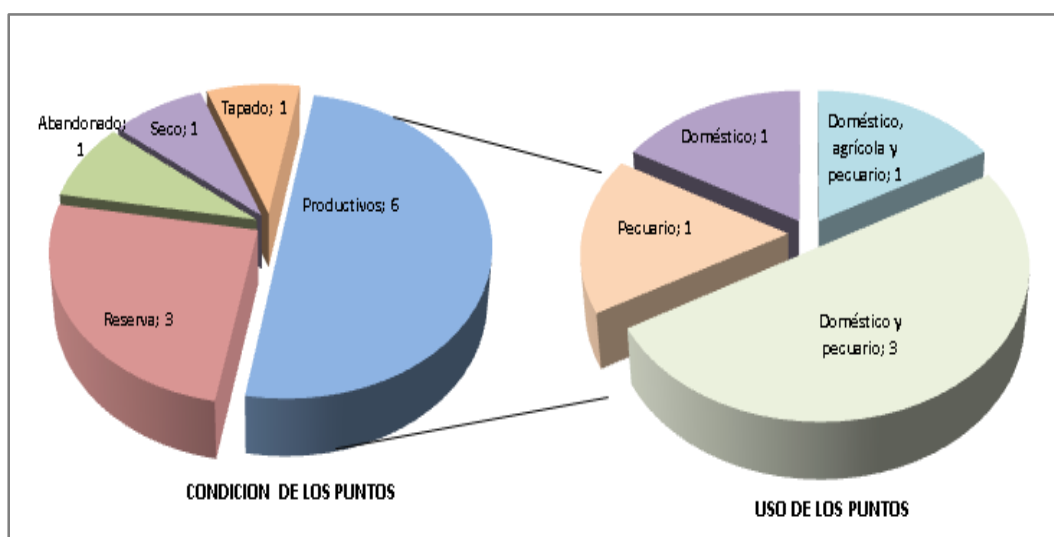
Fuente: Antea Group, 2018

Condición y uso

De acuerdo con el inventario de aljibes realizado en el área de influencia, seis (6) de los 12 aljibes son productivos, tres (3) están en reserva, uno (1) se encuentra tapado, uno (1) abandonado y otro seco (**Figura 10**). Los aljibes productivos se destinan, tres (3) para uso doméstico y pecuario, uno (1) para uso mixto entre actividades domésticas, agrícolas y pecuarias, uno (1) para uso exclusivamente pecuario y uno (1) para uso exclusivamente doméstico.

El agua que se destina para uso doméstico abastece a un número de entre 15 y 80 personas, el agua usada para actividades pecuarias abastece de 20 a 170 animales entre vacas, cerdos, chivos y ovejas y el recurso de uso agrícola se utiliza para regar un cultivo de frijol de una hectárea.

FIGURA 10 CONDICIÓN Y USO DE LOS ALJIBES PRODUCTIVOS





Fuente: Antea Group, 2017

Caudales y Niveles

Los niveles de la tabla de agua medidos en los aljibes a través de una sonda, varían desde los 3,9 hasta los 22,48 metros, el abatimiento reportado por la comunidad es de 1 a 1,5 metros en período de estiaje. En los aljibes donde se explota el recurso por medio de molinos de viento se presentan caudales de 0,27 hasta 2,7 L/s de acuerdo con la velocidad del viento, el agua extraída es almacenada en tanques con capacidades de 6 a 10 m³.

Parámetros Físicos del Agua “In Situ”

La determinación de los parámetros “In-situ” (temperatura, pH y conductividad eléctrica) se realizó entre el 25 al 27 de octubre de 2017, para ello se procedió a la toma de una muestra de agua y a través de un multiparámetro se obtuvieron los siguientes resultados: la temperatura varía entre

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

31,8 y 33,6 °C. El pH varía en un rango entre 7,08 y 8,4 unidades, es decir, de neutral a moderadamente alcalino. La conductividad eléctrica (CE) en todos los aljibes es >3.999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicando la presencia de aguas salobres a saladas con un elevado grado de mineralización. La concentración de sólidos disueltos se presenta >2.000 ppm, lo cual indica que las aguas son muy duras. En general el agua se presenta incolora, inolora, clara, sin embargo, el agua del aljibe abandonado presenta color marrón y olor fétido, asociado a la falta de una tapa adecuada que evite el ingreso de murciélagos.

4.3.2 Pozos

Solo se halla un pozo localizado en la ranchería Kamushipaa (Flor de La Frontera), municipio de Maicao. En la **Tabla 6**, se presentan las coordenadas y algunas de sus características más relevantes. Fue construido en el año 2002, presenta revestimiento en PVC de 6 pulgadas de diámetro. La tubería de inspección del pozo se encontró sellada. Mediante entrevista con el representante de la ranchería se tiene que la profundidad del pozo es de 60 m aproximadamente y el nivel de agua se encuentra a 14 m de profundidad. Aprovecha el Acuífero de los Depósitos Cuaternarios en conjunto con los niveles superiores de la Formación Castilletes (**FOTOGRAFÍA 2**).

TABLA 6 COORDENADAS Y CARACTERÍSTICAS DEL POZO EN LA COMUNIDAD DE HAMUSHIPAA

ID	MUNICIPIO	RANCHERÍA	COORD. MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		PROF. (m)	N.E (m)	CONDICIÓN	USO
			ESTE	NORTE				
U1	Maicao	Kamushipaa	896.863	1.771.044	±60*	±14*	Productivo	Abastecimiento Público



Prof: Profundidad N.E: Nivel del agua * Informada

Fuente: Antea Group, 2018



FOTOGRAFÍA 2 POZO U1, MUNICIPIO MAICAO, RANCHERÍA KAMUSHIPAA (FLOR DE LA FRONTERA). COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 896.863 M.E, 1'771.044 M.N.

Fuente: Antea Group, 2018

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Condiciones y usos

El pozo identificado dentro del área del polígono es productivo. La extracción se hace por medio de molino de viento. Abastece aproximadamente 15 familias conformadas en total por 60 personas. El agua se utiliza para uso doméstico y también para uso pecuario, donde se abastecen 75 animales entre vacas y chivos. Al momento del inventario no hay consumo por un daño en la planta desalinizadora.

Caudales y Niveles

El nivel de la tabla de agua estimado en el pozo es de 14 m de profundidad. Cuenta con un sistema de almacenamiento de 6 m³ es decir 6.000 litros. El caudal generado por el molino depende de la velocidad del viento, el cual es aproximadamente de 0,27 L/s.

Parámetros Físicos del Agua “In Situ”

La temperatura es de 32,5 °C y un pH de 7,4 unidades que representa un valor neutral. La conductividad eléctrica (CE) es >3.999 µS/cm indicando la presencia de aguas salobres a saladas con un grado de mineralización elevado. La concentración de sólidos disueltos es >2.000 ppm, lo cual indica que las aguas son muy duras. El agua del pozo se presenta incolora, inolora y clara.



Alrededor del pozo no se evidencia la presencia de letrinas, corrales para ganado o acumulación de basuras. El pozo presenta buenas condiciones sanitarias, donde se observan elementos como cubierta adecuada y cerco alrededor de la instalación.

5. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA - — SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

La aplicación de los métodos de prospección geoeléctrica, ayudan a conocer la distribución de los materiales en el subsuelo (geometría y extensión) y la calidad de los fluidos contenidos en ellos. El método de resistividad eléctrica consiste fundamentalmente en estudiar las variaciones en el subsuelo, de la propiedad física conocida como resistividad eléctrica, o propiedad que poseen los diferentes tipos de materiales, artificiales o naturales de oponerse al flujo de la corriente eléctrica, en presencia de un campo eléctrico en cualquiera de las direcciones X, Y o Z. A través de los contrastes de los valores obtenidos es posible diferenciar distintas clases de materiales existentes y calcular sus espesores.

Para realizar el análisis geofísico del área a través de información de sondeos geoeléctricos, se tomaron tres fuentes a saber:

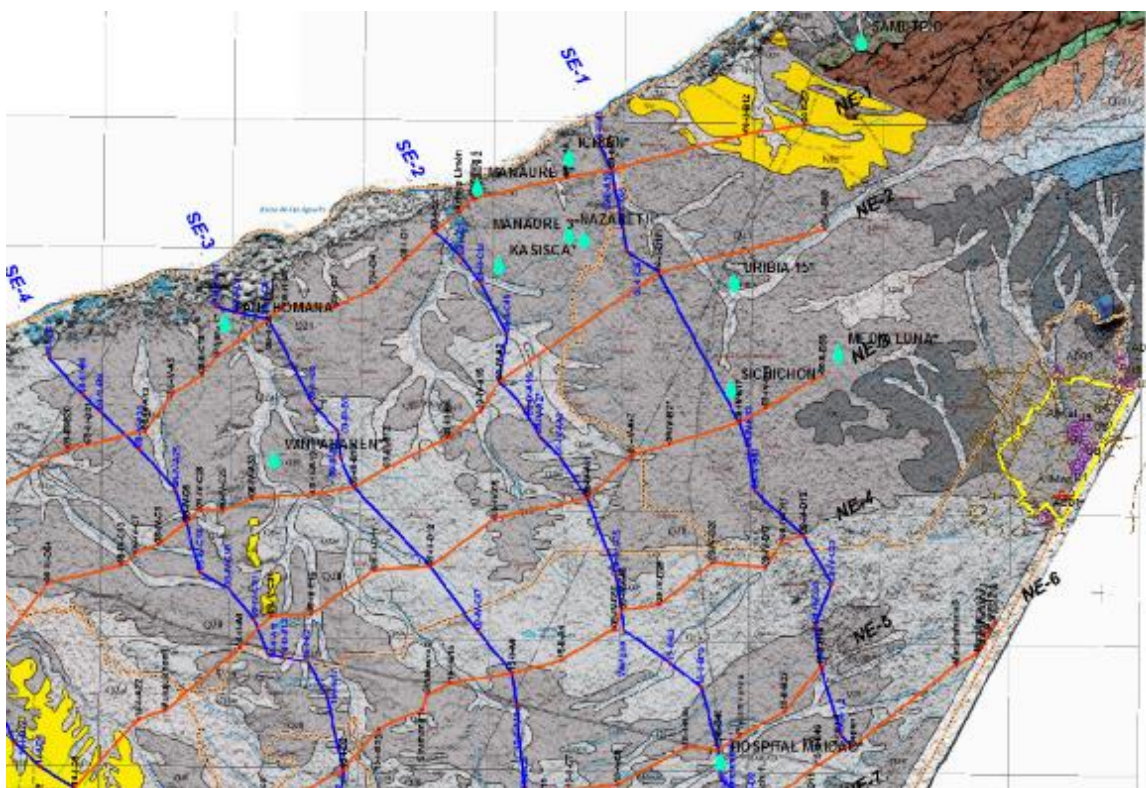
- Los datos obtenidos por el Servicio Geológico Colombiano, durante la campaña realizada a través del convenio Colombo – holandés en los años 70's.
- Los Sondeos eléctricos realizados para el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Windpeshi, 2017 (**ANEXO 1 – SEV DEL DOCUMENTO EIA PARQUE EÓLICO WINDPESHI**).

	<p>INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		<p>INFORME</p>

- Los Sondeos eléctricos realizados en una campaña adicional por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA, 2018 **ANEXO 2 – SEV PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA PARQUE EÓLICO WINDPESHI REALIZADOS POR CORPOGUAJIRA**).

En campañas geofísicas realizadas por el convenio Colombo – Holandés en los años 70's cuyos datos fueron reinterpretados por el Servicio Geológico Colombiano y los realizados por esta última institución 2010 - 2016, se muestra una correlación (que tiende a ser ortogonal) de sondeos eléctricos verticales, como se observa en la **Figura 11**, donde en azul se identifican los perfiles realizados en sentido SE-NW, mientras que en color naranja se identifican los perfiles correlacionados en sentido NE-SW.

FIGURA 11 IDENTIFICACIÓN DE LOS PERFILES CORRELACIONADOS CERCA AL ÁREA DE INTERÉS

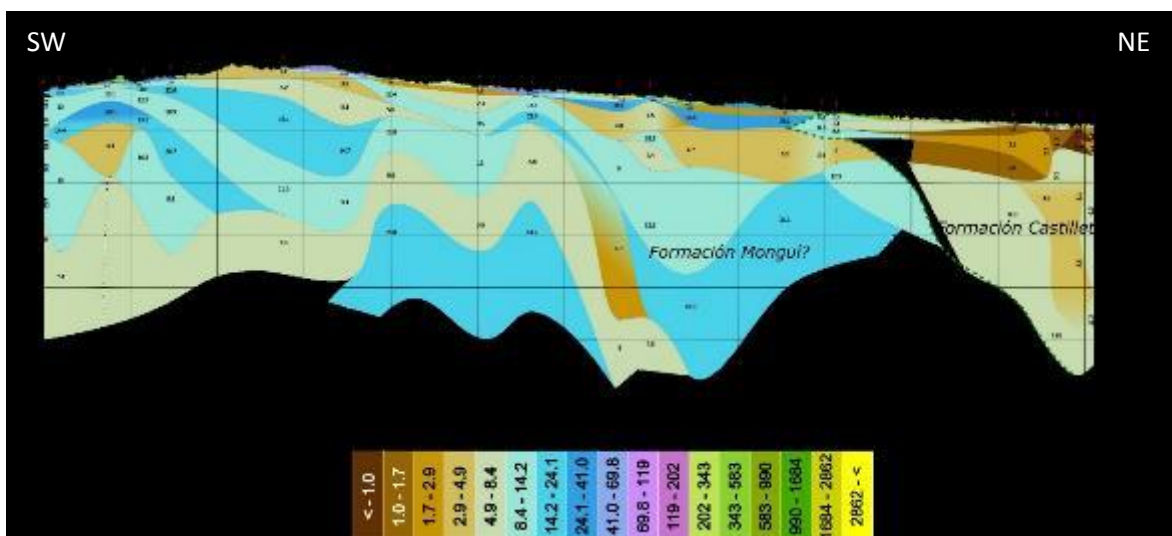


Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2008.

Aunque los perfiles correlacionados no alcanzan a cubrir el área de estudio (polígono de borde amarillo), se destaca que el perfil más cercano es el NE-6 (**Figura 12**), de forma que este ayuda a dimensionar el comportamiento y distribución de las resistividades a profundidad; al NE de esta imagen se identifica la Formación Castilletes, la cual exhibe un rango de resistividades que va desde 1.0 a 8.4 Ohm-m, identificados por la barra de color localizada en la zona inferior de la imagen.

Dicha escala asocia materiales arcillosos y zonas saturadas con aguas saladas y salobres, a los valores muy bajos hasta 8.4 Ohm*m; las zonas potencialmente saturadas con porosidad primaria y aguas paulatinamente de mejor calidad estarían entre los 8,4 y los 69,8 Ohm*m. De este valor (69,8 Ohm*m) hasta 202 Ohm*m, se identifican las rocas con porosidad secundaria con las fracturas saturadas. A partir de 202 Ohm*m en adelante, se encuentran las rocas con diaclasamiento o fracturas, las cuales son más resistivas cuanto menos fracturadas se encuentren.

FIGURA 12 PERFIL NE-6



Fuente: Modificado de INGEOMINAS, 2008.

En el marco del Estudio de Impacto Ambiental para el Parque eólico Windpeshi, se realizaron 2 sondeos eléctricos verticales en inmediaciones de la subestación elevadora propuesta para el proyecto, dichos sondeos mostraron por debajo de 120 m de profundidad, una zona de interés con resistividades mayores a 10 Ohm*m, que se correlaciona con la información de un pozo perforado por el antiguo INGEOMINAS en los años 80's denominado Pozo Huampeshi 10III B-1 y con la información reportada en el sondeo eléctrico vertical (SEV 10 III B-3) realizado por la misma entidad (**Figura 13**).

Sin embargo, se vio la necesidad de caracterizar arealmente la zona con el fin de identificar las variaciones laterales y verticales que presenta la Formación Castilletes y para determinar el mejor sitio en superficie donde se pueda ubicar el sitio de captación; por esto se elaboró conjuntamente con CORPOGUAJIRA, 6 sondeos eléctricos verticales que fueron distribuidos el área de influencia del Parque Eólico Windpeshi, de forma que se realizaron en agosto de 2018, 2 sondeos en la comunidad Kalinchon, 1 en Patajatamana, 1 en Romana, 1 en Kamushipaa y 1 en Wuimpeshi (**Las coordenadas de localización de los sondeos elaborados para el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Windpeshi, 2017 y los realizados en la campaña adicional por CORPOGUAJIRA (ver Fotografía 1,**

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., **Fotografía 3, Fotografía 5**), se listan en la **Tabla 7** y **Figura 14** en la se espacializa su ubicación.

TABLA 7 COORDENADAS DE LOS SEV'S DEL EIA Y LOS REALIZADOS POR CORPOGUAJIRA

ID	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
	ESTE	NORTE
SEV-1 EIA	897.869	1.775.098
SEV-2 EIA	898.687	1.774.954
SEV KALINCHON1	895.721	1.774.825
SEV KALINCHON2	897.880	1.771.602
SEV KAMUSHIPAA	896.004,48	1.777.595,83
SEV PATAJATAMANA	896.367,76	1.776.608,12
SEV ROMANA	897.185,53	1.771.033,74
SEV WUIMPESHI	898.979,37	1.776.611,80

Fuente: Antea Group, 2017 y 2018.





FOTOGRAFÍA 1 SEV KALINCHON 2. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 897.800 M.E, 1'771.602 M.N.

Fuente: Antea Group, 2018



FOTOGRAFÍA 2 SEV ROMANA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 897.185,53 M.E, 1'771.033,74 M.N.

Fuente: Antea Group, 2018

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME



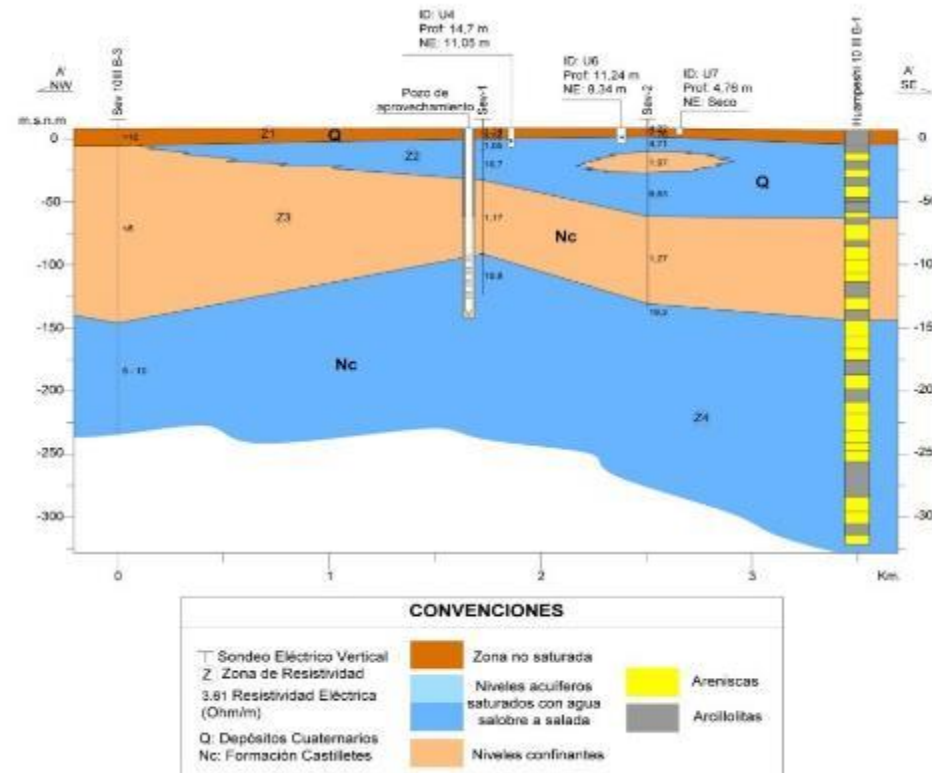
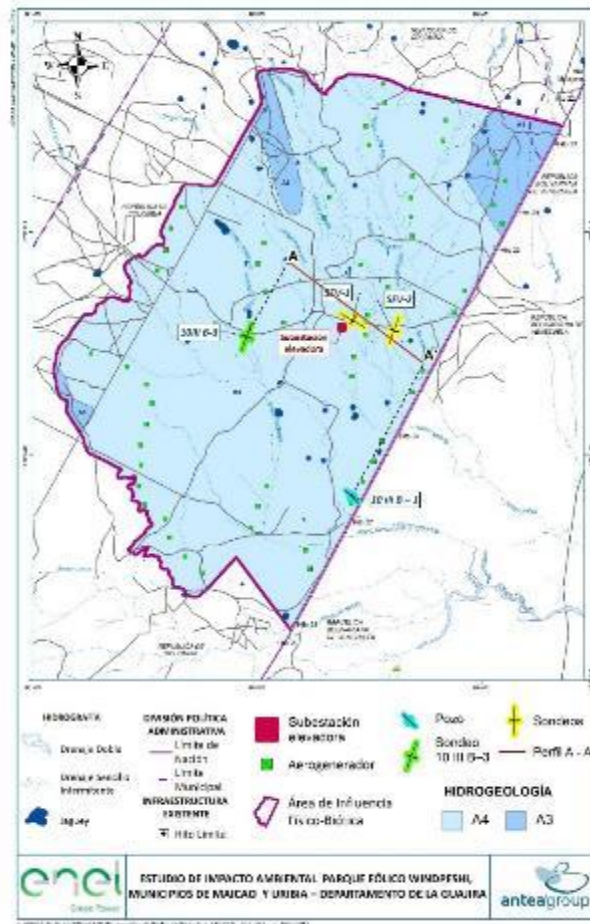
	
<p>FOTOGRAFÍA 3 SEV PATAJATAMANA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 896.367,76 M.E, 1'776.608,12 M.N.</p> <p><i>Fuente: Antea Group, 2018</i></p>	<p>FOTOGRAFÍA 5 SEV KAMUSHIPAA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 896.004,48 M.E, 1'777.595,83 M.N.</p> <p><i>Fuente: Antea Group, 2018</i></p>

Figura 14). Los datos arrojados en estos sondeos fueron procesados por Corpoguajira y reprocesados y unidos con la información existente por Antea Group.

FIGURA 13 LOCALIZACIÓN Y PERFIL GEOELÉCTRICO - EIA



Fuente: Antea Group, 2017.

Las coordenadas de localización de los sondeos elaborados para el Estudio de Impacto Ambiental del Parque Eólico Windpeshi, 2017 y los realizados en la campaña adicional por CORPOGUAJIRA (ver **Fotografía 1**, **Fotografía 3**, **Fotografía 5**), se listan en la **Tabla 7** y **Figura 14** en la se espacializa su ubicación.

TABLA 7 COORDENADAS DE LOS SEV'S DEL EIA Y LOS REALIZADOS POR CORPOGUAJIRA

ID	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE	
	ESTE	NORTE
SEV-1 EIA	897.869	1.775.098
SEV-2 EIA	898.687	1.774.954
SEV KALINCHON1	895.721	1.774.825
SEV KALINCHON2	897.880	1.771.602
SEV KAMUSHIPAA	896.004,48	1.777.595,83
SEV PATAJATAMANA	896.367,76	1.776.608,12
SEV ROMANA	897.185,53	1.771.033,74
SEV WUIMPESHI	898.979,37	1.776.611,80

Fuente: Antea Group, 2017 y 2018.





FOTOGRAFÍA 1 SEV KALINCHON 2. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 897.800 M.E, 1'771.602 M.N.

Fuente: Antea Group, 2018



FOTOGRAFÍA 2 SEV ROMANA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 897.185,53 M.E, 1'771.033,74 M.N.

Fuente: Antea Group, 2018

	<p>INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA</p>	
<p>VERSIÓN 1</p>		<p>INFORME</p>



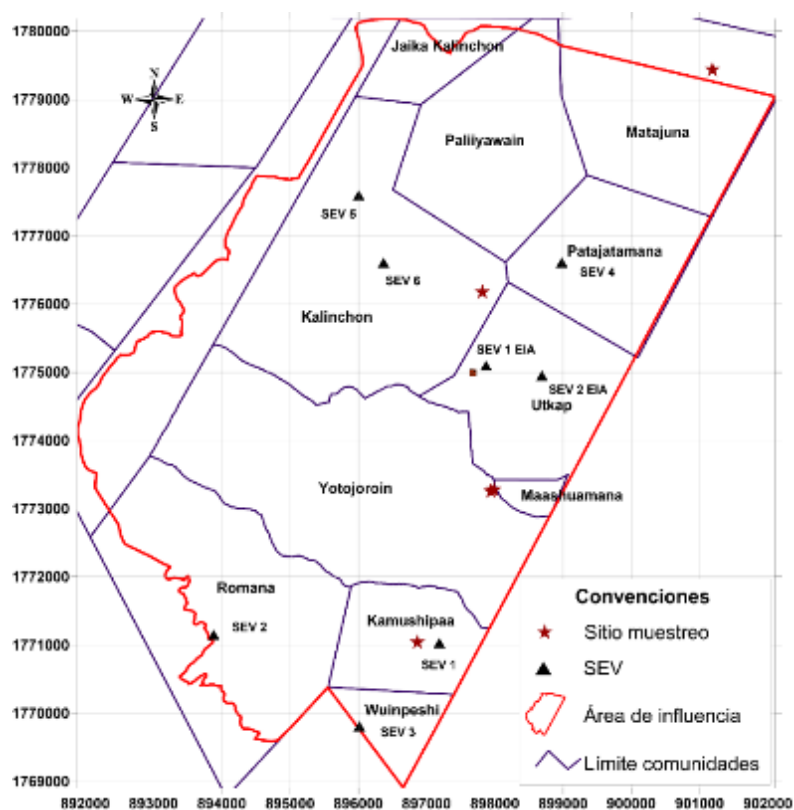


	
<p>FOTOGRAFÍA 3 SEV PATAJATAMANA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 896.367,76 M.E, 1'776.608,12 M.N.</p> <p><i>Fuente: Antea Group, 2018</i></p>	<p>FOTOGRAFÍA 5 SEV KAMUSHIPAA. COORDENADAS MAGNA-SIRGAS ORIGEN ESTE 896.004,48 M.E, 1'777.595,83 M.N.</p> <p><i>Fuente: Antea Group, 2018</i></p>

FIGURA 14 LOCALIZACIÓN CONJUNTA DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS REALIZADOS PARA EL EIA Y CORPOGUAJIRA EN 2018



Fuente: Antea Group, 2017 y 2018.

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

4.4 DISTRIBUCIÓN DE RESISTIVIDADES A PROFUNDIDAD

Para analizar los datos obtenidos de forma puntual mediante los sondeos eléctricos verticales, se agruparon las resistividades indicadas por CORPOGUAJIRA para cada punto, además se reprocesaron los datos de CORPOGUAJIRA y unieron con los datos de los sondeos eléctricos realizados en el EIA, de forma que se generaron mapas que representan la distribución de las resistividades a profundidades determinadas, mostrando así, las zonas con mayor o menor potencial; las profundidades elegidas fueron 15 m, 30 m, 50 m, 100 m y 150m.

4.4.1 Resistividades – Profundidad 15 m

A esta profundidad se identifican valores de resistividad entre 1 y 8 Ohm*m, este rango de resistividades, es dividida en dos grupos; el primero de ellos conforma la mayoría del área y se interpreta la presencia de materiales finogranulares que pueden o no contener agua salada a salobre, en las figuras esta categoría se encuentra demarcada desde el color café oscuro hasta el color anaranjado. A la segunda categoría pertenecen desde los colores ocre hasta el primer tono de azul claro, identificados como arenas/areniscas o limos saturados con aguas salobres; esta zona se centra en inmediaciones de la subestación elevadora, cerca al límite entre las comunidades Kalinchon y Utkap (

Figura 15).

4.4.2 Resistividades – Profundidad 30 m

Esta profundidad muestra valores de resistividad entre 1 y 10 Ohm*m, dicho rango es dividido en tres grupos; el primero de ellos conforma la mayoría del área y se interpreta la presencia de materiales finogranulares que pueden o no contener agua salada a salobre, en las figuras esta categoría se encuentra demarcada desde el color café oscuro (1 Ohm*m) hasta el color anaranjado (4.9 Ohm*m). La segunda categoría es representada por los colores ocre (5 Ohm*m) hasta el primer tono de azul claro (8 Ohm*m), identificados como arenas/areniscas o limos saturados con aguas salobres. El tercer y último grupo es identificado por el resto de los tonos azules (> 8 Ohm*m) que se clasifican como arenas o areniscas finas con agua salobre; esta zona se centra en inmediaciones de la subestación elevadora, cerca al límite entre las comunidades Kalinchon y Utkap (

Figura 16).

4.4.3 Resistividades – Profundidad 50 m

A 50 m de profundidad se observan valores de resistividad entre 1 y 6 Ohm*m, donde en toda la zona se interpretan litologías asociadas a materiales finogranulares que pueden o no contener agua salada a salobre, clasificándose como un nivel impermeable, confinante que posee limitados recursos de agua subterránea y que no es capaz de transmitirlos (



	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

Figura 17).

4.4.4 Resistividades – Profundidad 100 m

A esta profundidad se identifican valores de resistividad entre 1 y 11 Ohm*m, dicho rango es dividido en tres grupos; en el primero de ellos se interpreta la presencia de materiales finogranulares que pueden o no contener agua salada a salobre y su localización se restringe a la zona más norte y más oriental de la ventana cartográfica, en las figuras esta categoría se encuentra demarcada desde el color café oscuro (1 Ohm*m) hasta el color anaranjado (4.9 Ohm*m). La segunda categoría es representada por los colores ocre (5 Ohm*m) hasta el primer tono de azul claro (8 Ohm*m), identificados como arenas/areniscas o limos saturados con aguas salobres, esta categoría es la que predomina en el área y abarca la mayoría del territorio de Kamushipaa, Windpeshi, Romana, Yotojoroin y Kalinchon. El tercer y último grupo es identificado por el resto de tonos azules (> 8 Ohm*m) que se clasifican como arenas o areniscas finas con agua salobre; esta zona se centra en inmediaciones de la subestación elevadora, cerca al límite entre las comunidades Kalinchon y Utkap donde se abre en sentido suroeste formando una elipse (**Figura 18).**

4.4.5 Resistividades – Profundidad 150 m

A 150 m de profundidad se identifican valores de resistividad entre 2,5 y 11 Ohm*m, dicho rango es dividido en tres grupos:



El primero de ellos se interpreta la presencia de materiales finogranulares que pueden o no contener agua salada a salobre y su localización se restringe a la zona más norte, en la interpretación de Corpoguajira, mientras que en la interpolación de los datos de Antea Group también tiene presencia en la zona sur donde cubre parte de Kamushipaa y Windpeshi, en las figuras esta categoría se encuentra demarcada desde el color verde oscuro (2,5 Ohm*m) hasta el color anaranjado (4,9 Ohm*m).

La segunda categoría es representada por los colores ocre (5 Ohm*m) hasta el primer tono de azul claro (8 Ohm*m), identificados como arenas/areniscas o limos saturados con aguas salobres, esta categoría es la que predomina en el área y abarca la mayoría del territorio de Romana, Yotojoroin y Kalinchon.

El tercer y último grupo es identificado por el resto de tonos azules (> 8 Ohm*m) que se clasifican como arenas o areniscas finas con agua salobre; esta zona se centra en inmediaciones de la subestación elevadora, cerca al límite entre las comunidades Kalinchon y Utkap donde se abre hacia el oriente, cubriendo todo el territorio de Utkap, Maashuamana, la esquina noreste de Yotojoroin y la esquina sureste de Patajatamana. Esta es la zona que muestra el mejor potencial asociado a la presencia de agua subterránea (

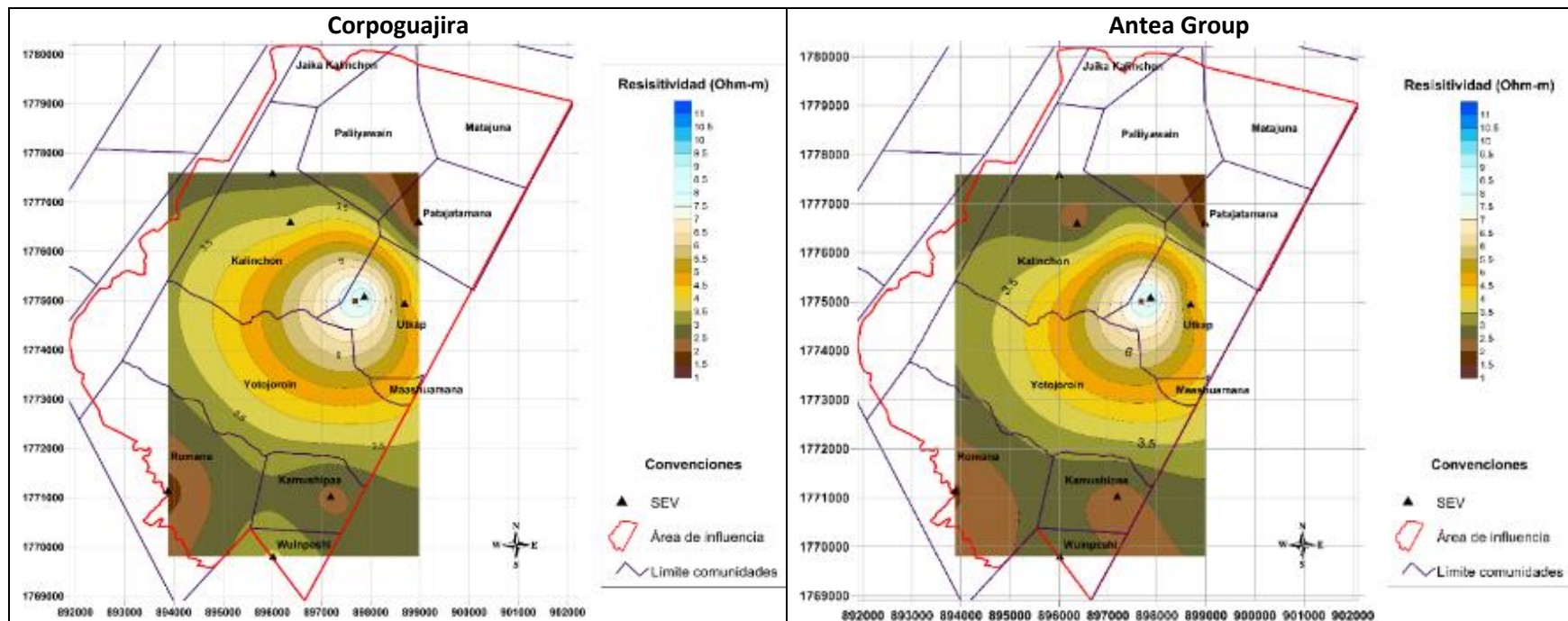
Figura 19)

Antea®Group	AG-2739-2	PÁG. 31
-------------	-----------	---------

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

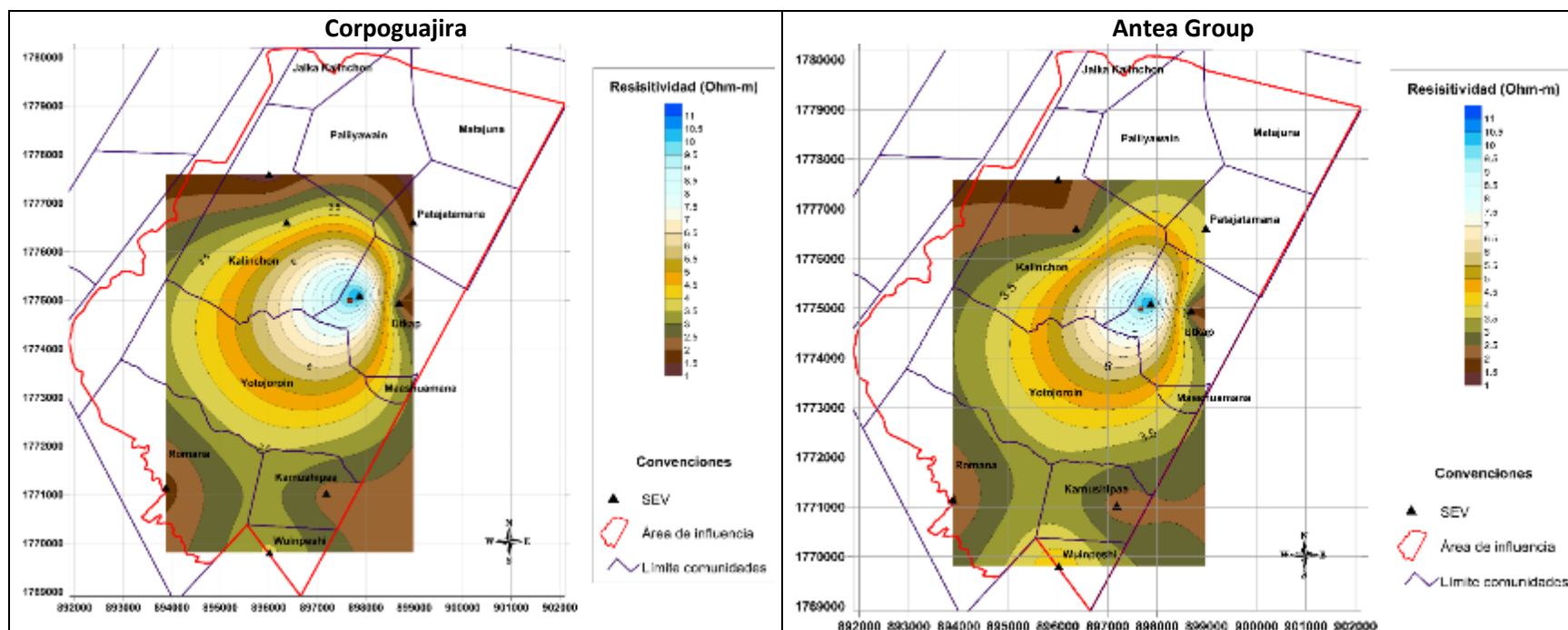
En general se observa que la interpretación realizada por Corpoguajira es un poco más optimista, en sentido que las resistividades tienden a ser un par de unidades mayores comparadas con las resistividades que muestran las interpretaciones hechas por Antea Group, además, en todas se identifica 1 Ohm*m como el resultado más bajo y 11 Ohm*m como la resistividad más alta identificada por la interpolación de los datos obtenidos en los sondeos eléctricos verticales.

FIGURA 15 MAPA DE RESISTIVIDADES – PROFUNDIDAD 15 m



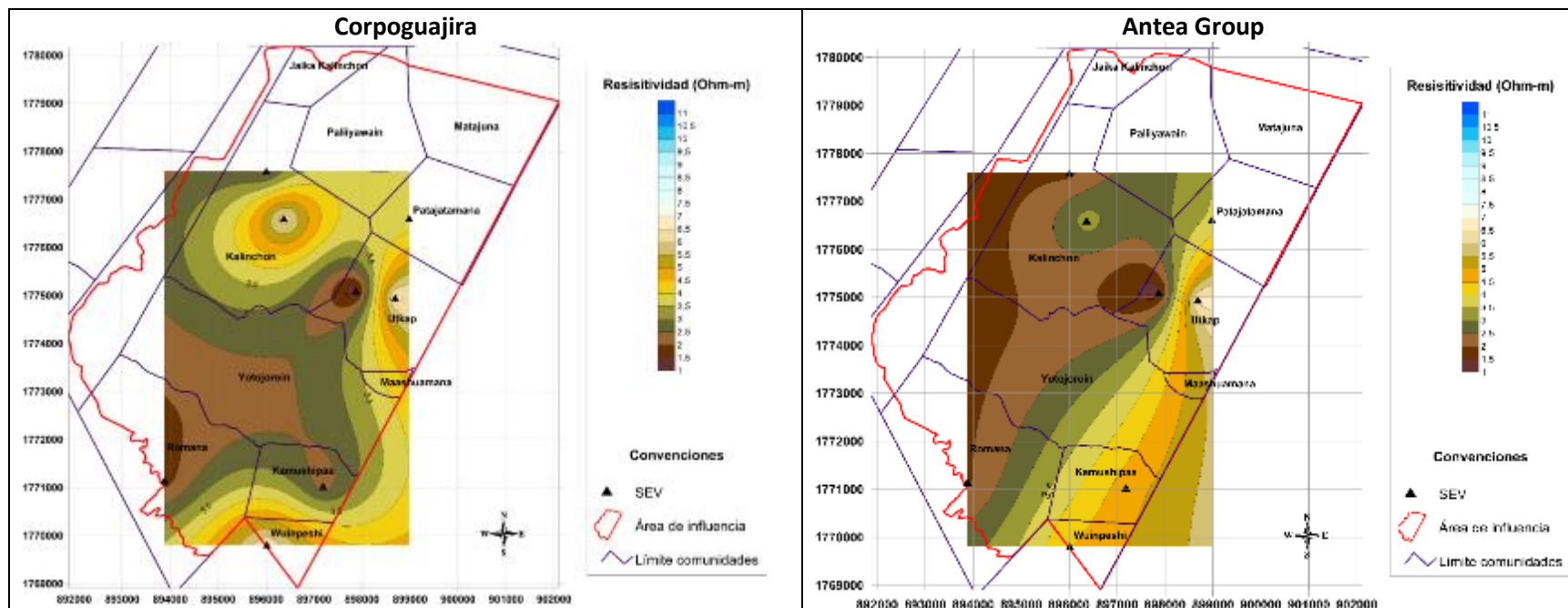
Fuente: Antea Group, 2018.

FIGURA 16 MAPA DE RESISTIVIDADES – PROFUNDIDAD 30 m



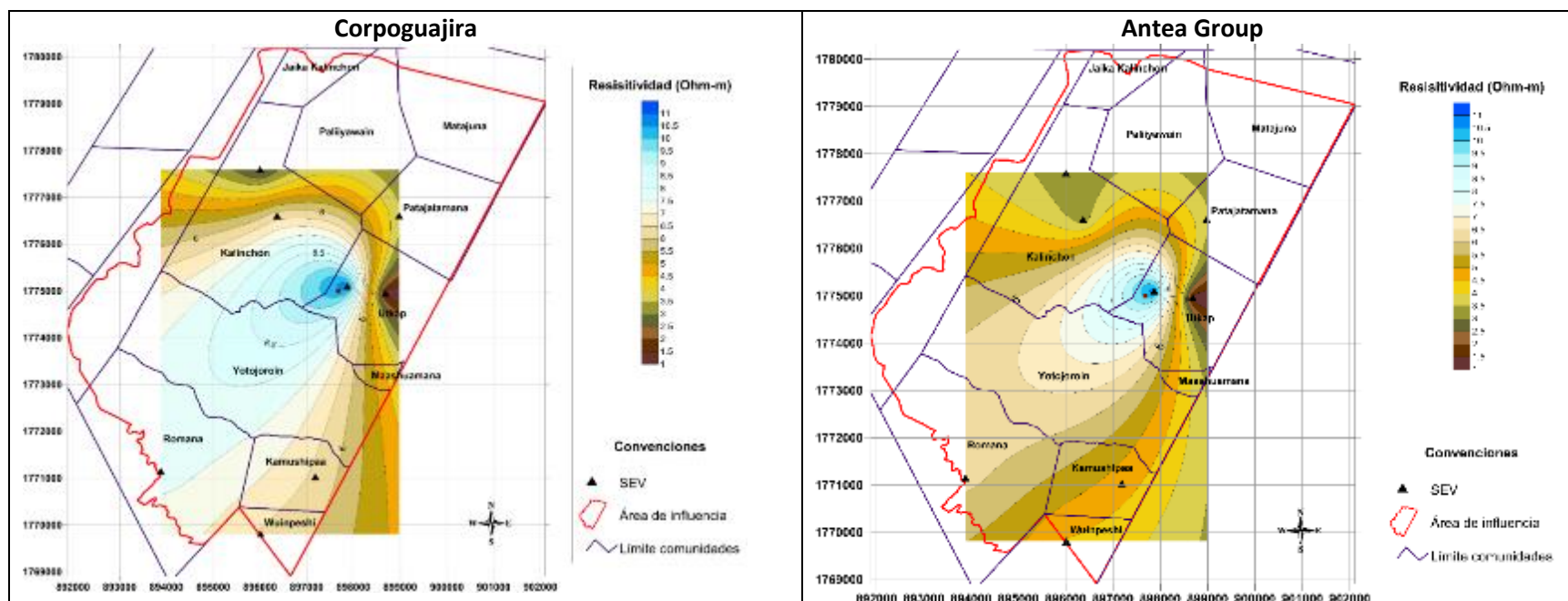
Fuente: Antea Group, 2018.

FIGURA 17 MAPA DE RESISTIVIDADES – PROFUNDIDAD 50 m



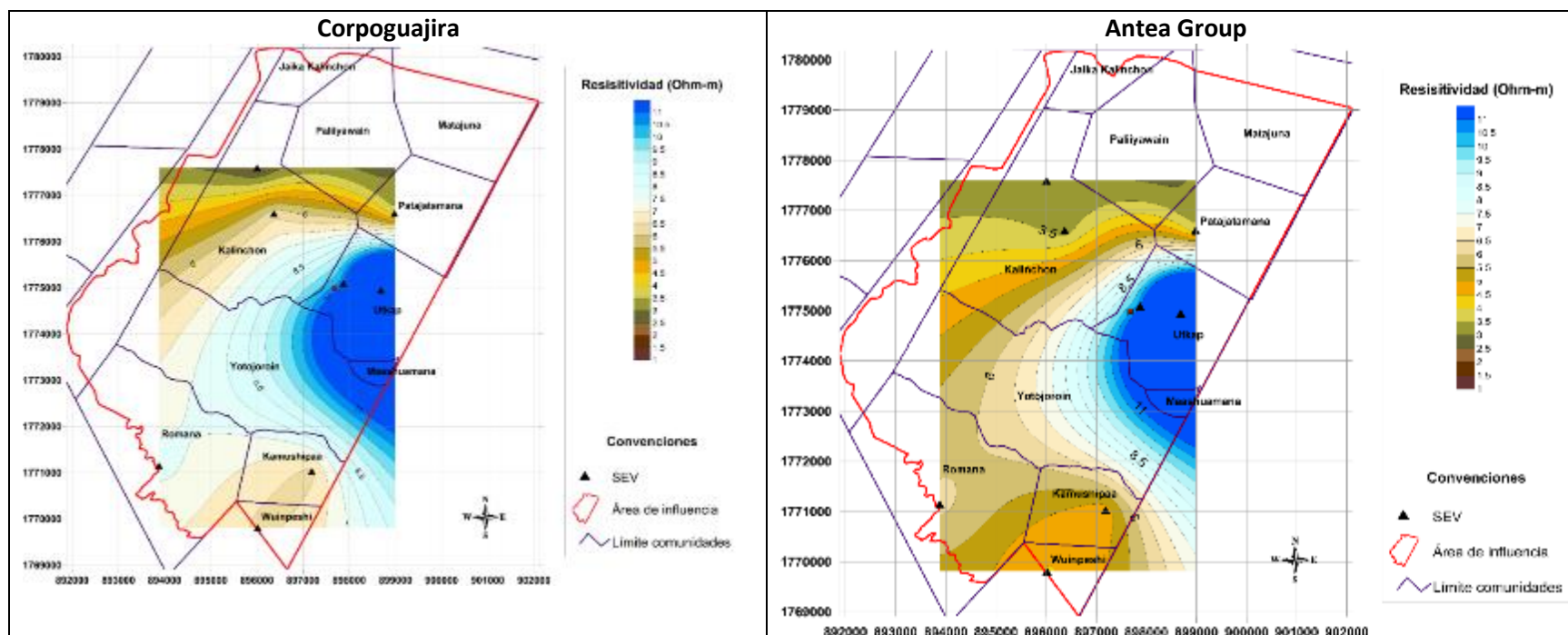
Fuente: Antea Group, 2018.

FIGURA 18 MAPA DE RESISTIVIDADES – PROFUNDIDAD 100 m



Fuente: Antea Group, 2018.

FIGURA 19 MAPA DE RESISTIVIDADES – PROFUNDIDAD 150 m



Fuente: Antea Group, 2018.

6. CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La calidad del agua queda definida por su composición y el conocimiento de los efectos que puedan causar cada uno de los elementos que contiene, o el conjunto de todos ellos, permitiendo establecer las posibilidades de su utilización y clasificándola de acuerdo con los límites estudiados de uso para consumo humano, usos agrícolas, industriales, etc⁶.

Las características químicas del agua subterránea se definen principalmente por su composición mineralógica y el grado de solubilidad de los sedimentos o rocas que conforman el acuífero, así como su tiempo de residencia en la roca, del área de contacto agua-roca, de la mezcla con agua de otros acuíferos o de la presencia de cargas de contaminantes que pueden alterar su calidad natural.

Una vez el agua entra en contacto con los sedimentos y las rocas, va adquiriendo sales; este enriquecimiento químico del agua subterránea está controlado por la composición mineralógica del material almacén y de la solubilidad de las sales presentes, de forma que el Carbonato de Calcio (CaCO_3), el Carbonato de Magnesio (MgCO_3), el Sulfato de Magnesio (MgSO_4) y el Cloruro de Sodio (NaCl) son los compuestos que generalmente se encuentran en el agua subterránea, debido a su solubilidad.

Para conocer la calidad del agua de los niveles captados actualmente en el área de influencia del proyecto, se muestrearon cinco (5) puntos de agua subterránea, que corresponden a cuatro (4) aljibes y un pozo. De los aljibes, se estima la profundidad del punto U3 en ± 24 m y del pozo U1 en ± 60 m, ya que no se logró medir directamente la profundidad en estos sitios. En el resto de puntos solo se pudo acceder durante la etapa de muestreo, ya que durante el inventario de puntos de agua subterránea se limitó el acceso por permisos de los propietarios, de forma que se desconocen sus características físicas y constructivas. Los puntos de muestreo se presentan en la **Tabla 8** y en la **Figura 20. (ANEXO 3 – RESULTADOS DE LABORATORIO PARA AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL EIA PARQUE EÓLICO WINDPESHI)**.

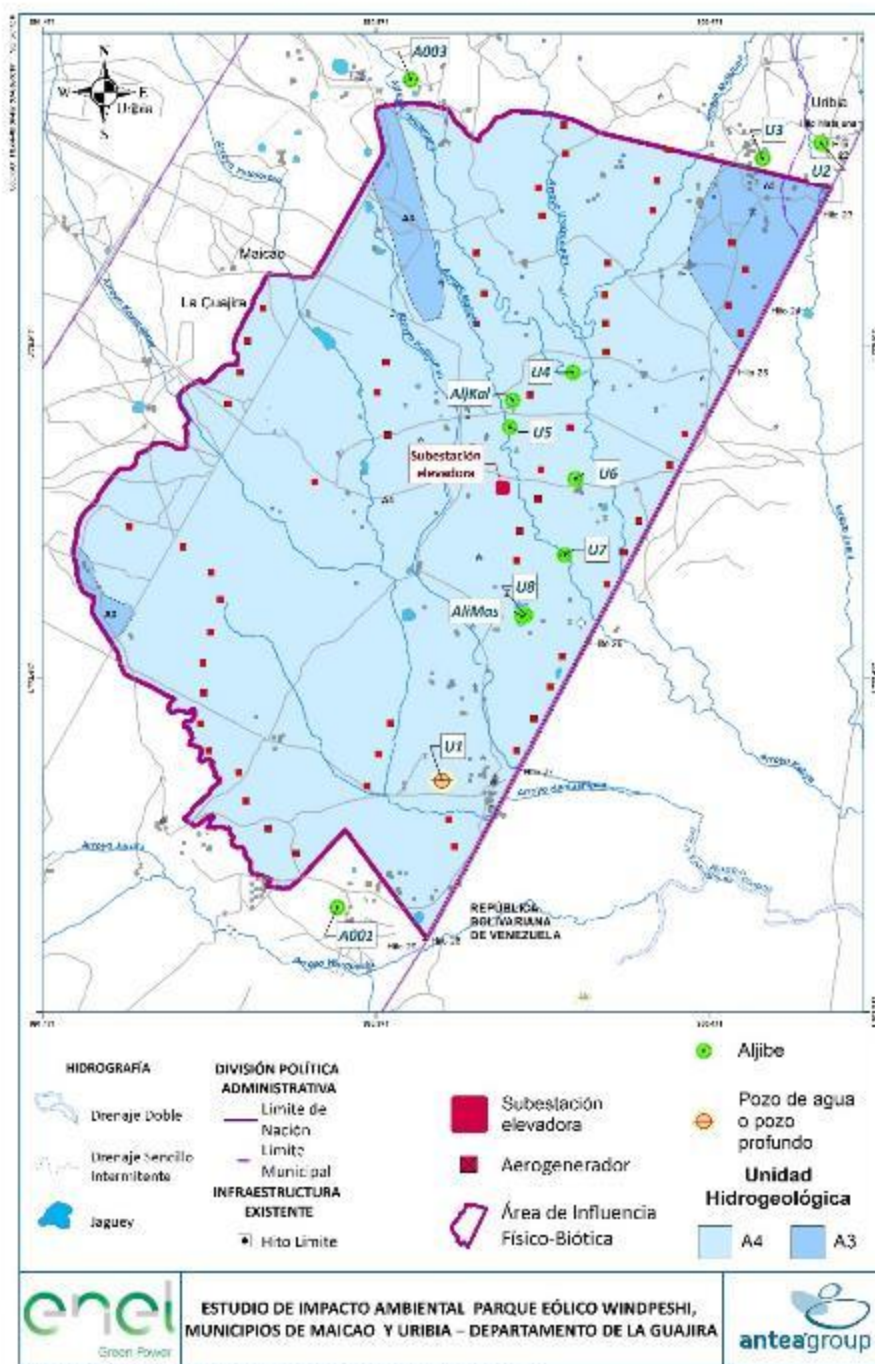
TABLA 8 PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA SUBTERRÁNEA EL AI PARQUE EÓLICO WINDPESHI

PUNTO	TIPO	USO	RANCHERÍA	COORDENAS MAGNA SIRGAS ORIGEN ESTE		PROF. (M)
				ESTE	NORTE	
U1	Pozo	Abastecimiento público	Ranchería Kamushipaa	896.863	1.771.044	± 60
U3	Aljibe	Reserva	Ranchería Matajuna	901.186	1.779.438	± 24
U8	Aljibe	Comunitario doméstico	Ranchería Maasumana	897.985	1.773.276	Desc.
ALIMAS	Aljibe	Comunitario/ reserva	Ranchería Maashuamana	897.941	1.773.256	Desc.
ALJKAL	Aljibe	Comunitario doméstico	Ranchería Kalinchon	897.815	1.776.176	Desc.

Fuente: Antea Group, 2017

⁶ CUSTODIO E., LLAMAS M. R. Hidrología Subterránea. Segunda edición. Barcelona: Omega, 2001. 2001. Capítulo 18.1. Calidad del agua., p 1.884-1.885

FIGURA 20 LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



Fuente: Antea Group, 2017

Los resultados de cada muestra se comparan con los límites permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007⁷ expedida por los Ministerios de la Protección Social y Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial, hoy MADS, y en el Decreto 1076 de 2015⁸ “Por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Ambiente” del MADS. La comparación de los resultados analíticos se hace con la reglamentación para calidad de agua para consumo humano y domestico con tratamiento convencional y desinfección; calidad para uso agrícola y calidad para uso pecuario. Los resultados analíticos se presentan en la **Tabla 9** junto con las normas de calidad.

**TABLA 9 RESULTADOS ANALÍTICOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y COMPARACIÓN CON LAS
NORMAS DE CALIDAD SEGÚN SU USO**

Punto de muestreo		U8	AlMas	U1	AlKal	U3	Normatividad				
							Resolución 2115/07	Decreto 1076 de 2015			
Fecha muestreo		28 al 31 de mayo de 2017				*Art. 2.2.3.3.9.		**Art. 2.2.3.3.9.	***Art. 2.2.3.3.9.	****Art. 2.2.3.3.9.	
Parámetro	Unidades										
Temperatura Muestra	°C	31,4	30,2	33,1	28,5	32,6	-	-	-	-	-
pH	Unidades	8,01	7,22	7,16	6,8	7,3	6,5 - 9,0	5,0-9,0	6,5-8,5	4,5-9,0	-
Conductividad	µS/cm	4.100	10.727 ^(c)	8.150 ^(c)	282	601 ^(c)	1000	-	-	-	-
Acidez Total	mg/l	20,8	5,88	<2,54	7,56	<2,54	300	-	-	-	-
Alcalinidad	mg/l	489	365	531	122	190	200	-	-	-	-
Bicarbonatos	mg/l	489	365	531	122	190	-	-	-	-	-
Carbonatos	mg/l	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0					
Dureza	mg/l	60,2	215*	110	60,2	80,6	300	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mg/L	0,62	0,71	2,79	0,7	6,34	-	-	-	-	-
Color verdadero	UPC	<u>29,7</u>	<5,0	<5,0	11	<5,0	-	75	20	-	-
Olor	-	No Aceptable	Aceptable	Aceptable	No Aceptable	No Aceptable					
Sabor	-	No Aceptable	Aceptable	Aceptable	No Aceptable	No Aceptable					
Calcio	mg/l	18,5	59,5	25,4	19	23,3	60	-	-	-	-
Magnesio	mg/l	2,86	16,1	11	2,46	5,37	36	-	-	-	-
Cloruros	mg/l	<u>729</u>	<u>3.317</u>	<u>2.405</u>	31,2	41	250	250	250	-	-
Potasio	mg/l	12,6	7,87	13	7,09	9,26	-	-	-	-	-
Sodio	mg/l	717	2.368	1.016	48,3	96	-	-	-	-	-
Sulfatos	mg/l	97,9	302	147	<5,0	53	250	400	400	-	-
Fosforo total	mg/l	0,958	<0,07	<0,07	0,074	0,321	-	-	-	-	-
Nitratos	mg/l	2,29	0,655	<0,50	0,922	1,29	10	10	10	-	100
Nitritos	mg/l	4,07	<0,02	<0,02	0,25	2,85	0,1	10	10	-	

⁷ MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución # 2115 de junio 22 de 2007. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuentes del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Decreto Número 1076 de 26 de mayo de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible

Punto de muestreo		U8	AlMas	U1	AlKal	U3	Normatividad				
							Resolución 2115/07	Decreto 1076 de 2015			
Fecha muestreo		28 al 31 de mayo de 2017				*Art. 2.2.3.3.9.		**Art. 2.2.3.3.9.	***Art. 2.2.3.3.9.	****Art. 2.2.3.3.9.	
Parámetro	Unidades										
Bario	mg/l	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	0,7	1	1	-	-
Cadmio	mg/l	<0,01	<0,01	<u>0,015</u>	<0,01	<0,01	0,003	0,01	0,01	0,01	0,05
Hierro	mg/l	0,672	1,49	0,664	0,669	0,287	0,3	-	-	5	-
Mercurio total	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,002	0,002	-	0,01
Plomo	mg/l	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,05	0,05	5	0,1
Solidos disueltos totales	mg/l	2.136	5.899 ^(c)	4.400	134,3	307 ^(c)	500	-	-	-	-
SST	mg/l	<10,0	<10,0	<10,0	14,5	10,5	-	-	-	-	-
Solidos sedimentables	mg/l	0,2	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	-	-	-	-	-
Sólidos totales	mg/l	2.206	7.490	4.696	186	318	-	-	-	-	-
Grasas y Aceites	mg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	spv	spv	-	-
Coliformes Totales	UFC/100 ml	840	58	<1	750	31	0 UFC/100 ml	20000 NMP	1000 NMP	5000 NMP	-
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<u>21.870</u>	88,6	9,7	<u>1.550</u>	<u>1.287</u>	0 UFC/100 ml	2000 NMP	-	1000 NMP	-
Incumple Resolución 2115/07											
Incumple Decreto 1076 de 2015					<u>5000</u>						
*ART. 2.2.3.3.9.3. Tratamiento convencional y criterios de calidad para consumo humano y doméstico											
**ART. 2.2.3.3.9.4. Desinfección y criterios de calidad para consumo humano y doméstico											
***ART. 2.2.3.3.9.5. Criterios de calidad para uso agrícola											
****ART. 2.2.3.3.9.6. Criterios de calidad para uso pecuario											

^(c)Calculada

Fuente: Modificado con información de ENEL Green Power, 2017

Se presentan dos tendencias en la calidad del agua en las muestras, pudiéndose dividir en dos grupos. El primer grupo conformado por el pozo U8 y los aljibes AlMat y U1 y el segundo grupo conformado por los aljibes Alkal y U3.

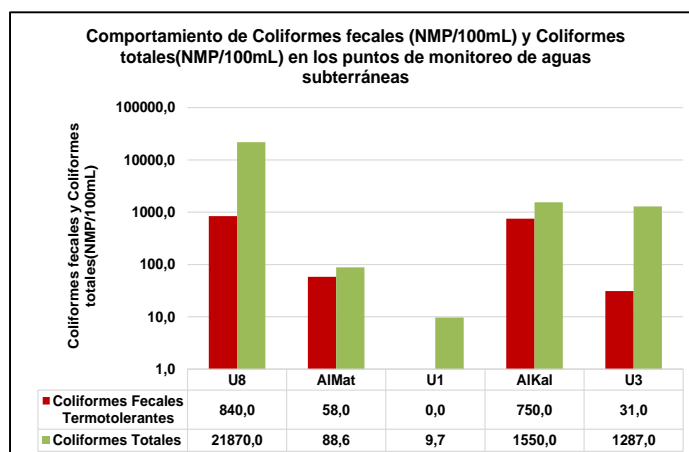
Las muestras de los puntos U8, AlMat y U1 presentan pH de tendencia neutra a moderadamente alcalina, salobre a salada, de alta alcalinidad y moderadamente duras a muy duras. Presenta altas concentraciones de cloruros y sodio. No se detectó la presencia de cadmio, mercurio, plomo, grasas y aceites. Los parámetros conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, hierro y sólidos disueltos totales sobrepasan los límites permisibles en alguna de las normas de calidad. Se presenta afectación puntual por sulfatos, nitritos, cadmio y coliformes fecales sobrepasando los límites permisibles de las normas de calidad.

Las muestras de los puntos Alkal y U3, presentan pH de tendencia neutra, dulces de mineralización media acentuada, moderadamente duras y moderadamente alcalinas, con bajos contenidos de cloruros, calcio, magnesio, sodio y sulfatos. No se detectó la presencia de bario, cadmio, mercurio,

plomo y grasas y aceites en el agua. Se presenta afectación en las dos (2) muestras por la presencia de nitratos y coliformes fecales y puntualmente afectadas por hierro.

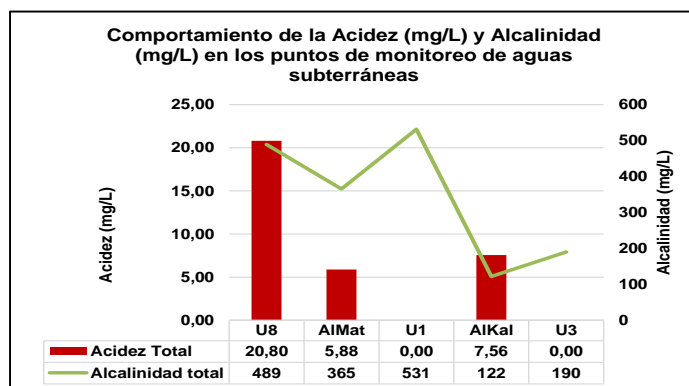
Los principales hallazgos respecto a la calidad del agua subterránea muestreada dejan ver que el pozo profundo posee la menor cantidad de contaminación microbiológica (**Figura 21**) y que el recurso hídrico caracterizado corresponde a agua alcalina (**Figura 22**), ligeramente dura, con contenidos de Magnesio, Sodio (**Figura 23**), Hierro, Cloruros y Sulfatos, en general, superiores al límite normativo para consumo humano, lo que se traduce en valores altos en conductividad y sólidos totales disueltos (**Figura 24**), ya que la conductividad aumenta cuando existe una mayor cantidad de iones en solución.

FIGURA 21 RESULTADOS – COLIFORMES TOTALES Y FECALES



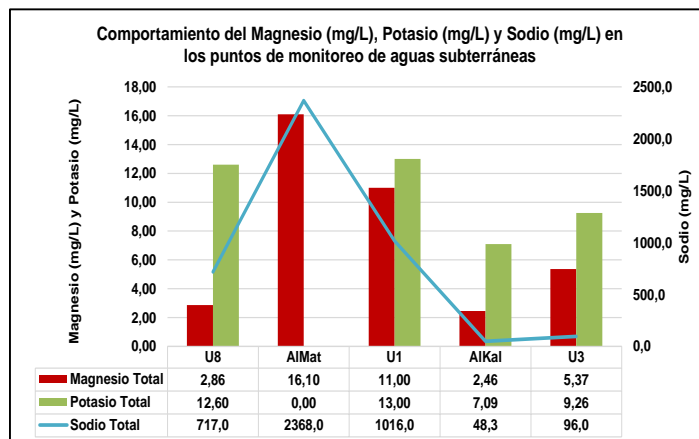
Fuente: Antea Group, 2017

FIGURA 22 RESULTADOS – ACIDEZ Y ALCALINIDAD



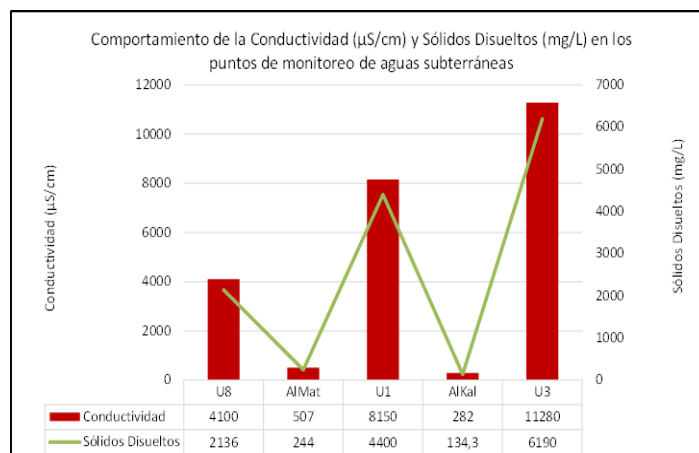
Fuente: Antea Group, 2017

FIGURA 23 RESULTADOS – MAGNESIO, POTASIO Y SODIO



Fuente: Antea Group, 2017

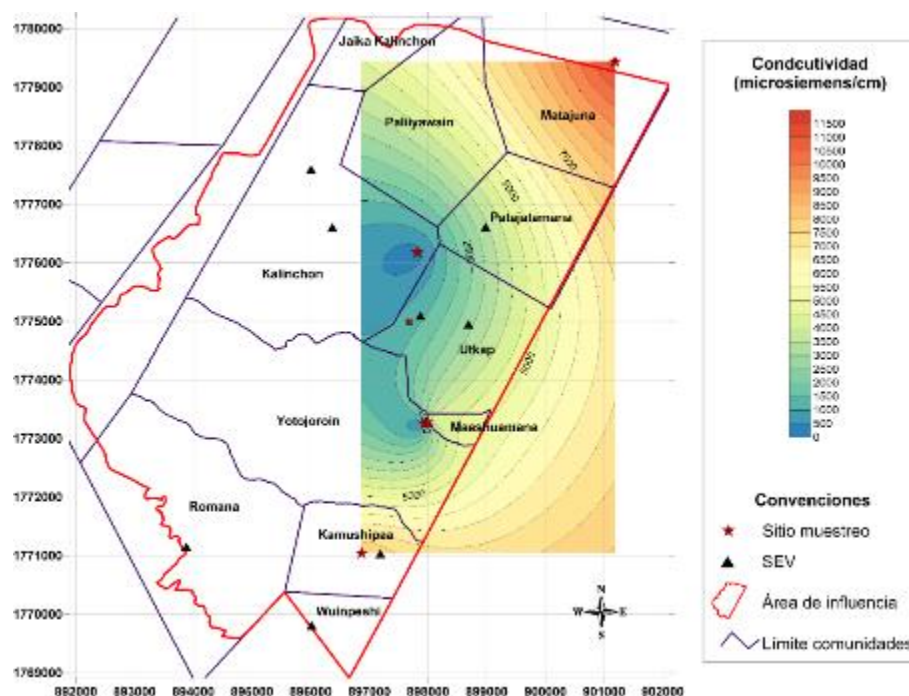
FIGURA 24 RESULTADOS – CONDUCTIVIDAD Y SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS



Fuente: Antea Group, 2017

De acuerdo a la información reportada en los análisis de laboratorio se realizó la interpolación de los datos de conductividad para el acuífero somero que actualmente se está explotando por los habitantes de la zona, donde se evidencia un aumento de salinidad hacia el este y noreste de la ventana cartográfica, tal como lo muestra la **Figura 25**.

FIGURA 25 DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD INTERPRETADA PARA LOS ACUÍFEROS SOMEROS



Fuente: Antea Group, 2018

Caracterización hidroquímica

El análisis hidrogeoquímico de las aguas subterráneas se realiza con el objeto de determinar la composición química principal del agua. Este análisis se basa en la relación que tienen los cationes y aniones mayores del agua subterránea con la composición mineralógica de las rocas por las cuales esta circula. Los cationes que se analizan son el Calcio (Ca^{++}), Magnesio (Mg^{++}), Sodio (Na^+) y el Potasio (K^+), y los aniones analizados son, el Bicarbonato (HCO_3^-), los Sulfatos ($\text{SO}_4^{=}$), los Cloruros (Cl^-) y los Nitratos (NO_3^-).

Con el fin de determinar la calidad de los análisis, se procedió a calcular el balance iónico para cada muestra (balance de error), el cual es medido a través de la condición de electro-neutralidad (EN), ya que la suma de cargas positivas y negativas en el agua deben estar balanceadas:

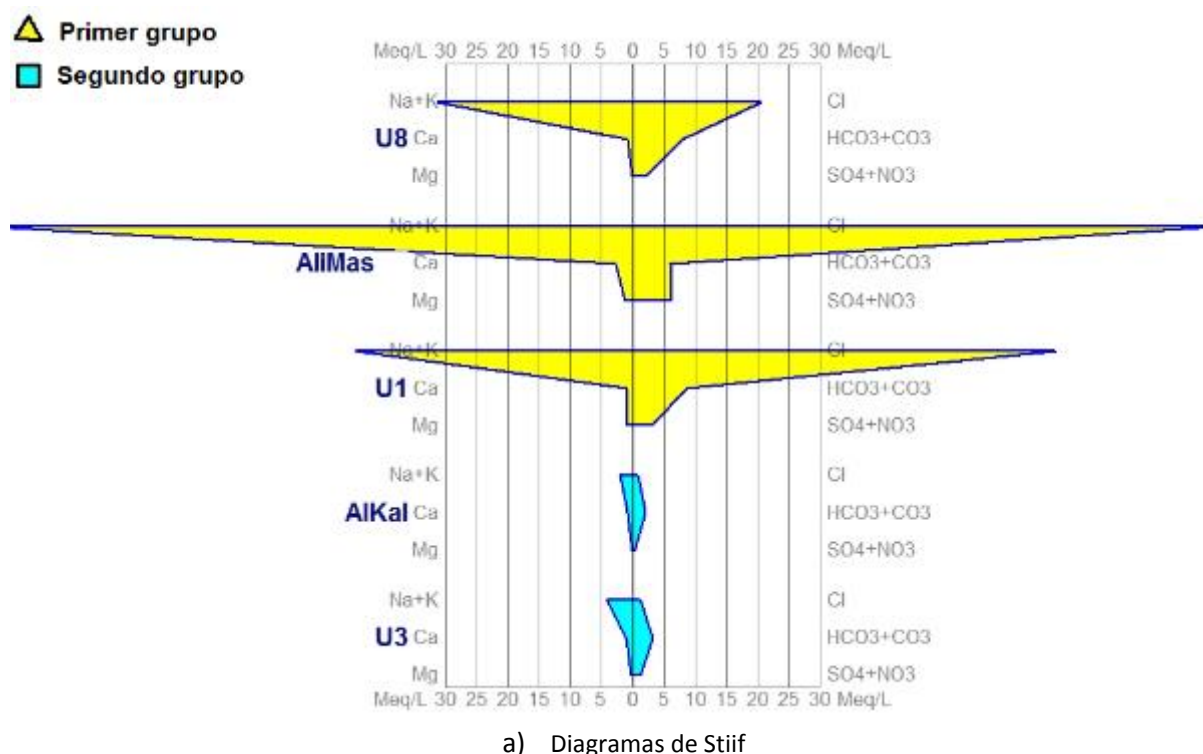
$$\text{EN (\%)} = [\Sigma \text{Cationes} + \Sigma \text{Aniones} / \Sigma \text{Cationes} - \Sigma \text{Aniones}] * 100$$

Los balances iónicos para las muestras de los aljibes tienen porcentajes menores de 7% siendo aceptables estos errores de acuerdo con los porcentajes recomendados⁹. Para el pozo U1 el error analítico es cercano al 20%, estando por encima del error recomendado. Estando para las muestras de los aljibes dentro del límite recomendado y para el pozo ligeramente por encima, por lo cual se consideran aceptables y se procede a determinar los grupos hidroquímicos.

Caracterización por aniones y cationes mayores: clasificación por iones dominantes

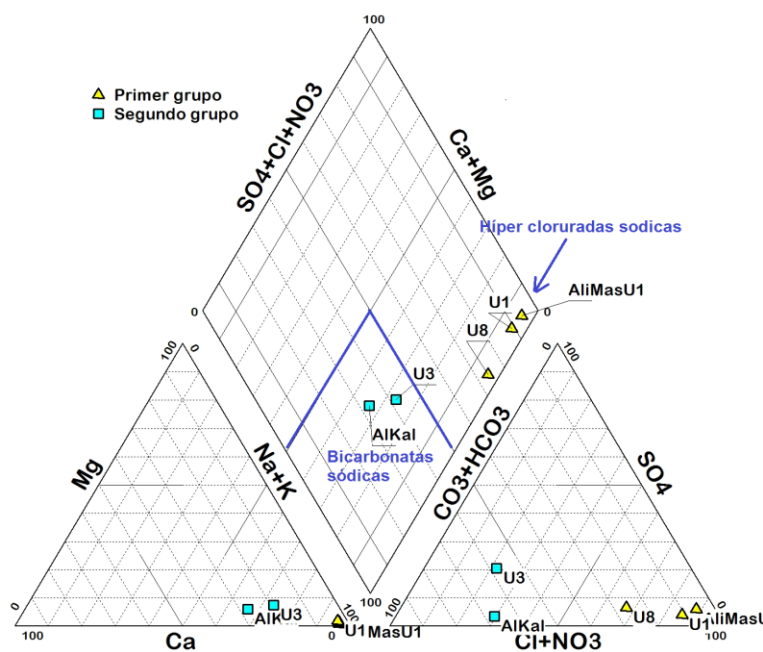
El manejo y estudio de análisis químicos, puede simplificarse con el empleo de gráficos y diagramas, en especial cuando se trata de hacer comparaciones entre varios análisis de aguas de un mismo lugar en épocas diferentes o de lugares diferentes. Son múltiples los diagramas desarrollados con este fin: diagramas columnares, triangulares, circulares, poligonales, columnares logarítmicos, etc. Para las muestras analizadas se presentan los diagramas de Stiff y Piper¹⁰ (**Figura 26**).

FIGURA 26 DIAGRAMAS STIFF Y PIPPER DE LAS MUESTRAS DE AGUA SUBTERRÁNEA



⁹ APPELO C.A.J. & POSTMA D. Geochemistry, Groundwater and Pollution. A.A. Balkema. Rotterdam Netherlands. 1999., p. 17

¹⁰ DIAGRAMMES. UNIVERSITÉ D'AVIGNON En: <http://www.lha.univ-avignon.fr/>



b) Diagramas de Piper



Fuente: Antea Group, 2017

Los diagramas de Stiff y de Piper muestran dos (2) tipos hidroquímicos de agua: cloruradas sódico potásicas y bicarbonatadas sódicas. El primer grupo (pozo U8 y los aljibes AlMat y U1) son de tipo cloruradas sódico potásicas y el segundo grupo (aljibes Alkal y U3) son del tipo bicarbonatadas sódicas.

En los diagramas de Stiff se evidencia que el grupo de las muestras cloruradas sódico-potásicas, presentan enriquecimiento en cationes que oscila entre 30 y 60 meq/L, mientras que las bicarbonatadas sódicas tienen poca mineralización con menos de 5 meq/L para cationes y aniones. Esto indica que las muestras presentan diferencias importantes en su grado de mineralización. El primer grupo debe captar mayormente el acuífero de la Formación Castilletes, cuyo ambiente de formación es marino somero y al parecer conserva aún muchas de las características fisicoquímicas del agua de formación. El segundo grupo capta los niveles más someros de los Depósitos cuaternarios, que si bien son de origen continental pueden tener alguna influencia marina y adicionalmente presentan mezcla con agua proveniente de la precipitación.

En el diagrama de Piper los dos grupos de muestras se localizan en diferentes regiones coincidiendo con lo evidenciado en los diagramas de Stiff. Las muestras del primer grupo se localizan en la región de aguas salobres híper cloruradas sódicas y las del segundo grupo en la región de aguas dulces.

De acuerdo con la evaluación de la calidad del agua y las características hidrogeoquímicas, se podría deducir que el agua de la Formación Castilletes es salobre a salada y el agua de los acuíferos cuaternarios es dulce, aunque esta característica se evidencia principalmente posterior a los periodos de lluvia, al realizarse la recarga local y directa en los primeros niveles, aumentando la

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

salinidad al final de los periodos secos debido a la extracción realizada por la comunidad, como lo evidencian los altos valores de conductividad eléctrica ($>3.999 \mu\text{S}/\text{cm}$) medidos durante el inventario de puntos de agua realizado antes del inicio del periodo lluvioso.



Según información secundaria como el estudio de INGEOMINAS, 1988¹¹, el acuífero de los depósitos cuaternarios y el acuífero Terciario presentan aguas poco dulces a salobres, de tipo bicarbonatada sódica y clorurada sódica. Lo cual corrobora las estimaciones locales para el área de influencia del polígono del Parque Eólico Windpeshi, en donde solamente el agua de los depósitos cuaternarios es dulce por recarga con aguas lluvias.

Para el Parque Eólico Windpeshi se solicita permiso de exploración en niveles más profundos de la Formación Castilletes ($>100 \text{ m}$), se espera que el agua de estos niveles sea de tipo híper clorurada sódica más salobre que la presentada en las muestras analizadas.

7. CONCLUSIONES

- El agua subterránea dulce existente en la cuenca de la Guajira es un recurso escaso. Se presentan unidades geológicas pertenecientes principalmente al conjunto Detrítico Terciario, que, por sus características litológicas y ambiente de depósito marino, potencialmente constituyen acuíferos que almacenan agua salobre a salada. Estos acuíferos son aprovechados por la comunidad en sus niveles más someros en general para actividades domésticas y pecuarias, y en menor medida para consumo humano ya que requieren tratamiento, debido a su salinidad.
- De acuerdo con las características hidrogeológicas del sitio, los niveles acuíferos de mayor potencialidad en la Subestación Elevadora y alrededores, teniendo en cuenta lo anterior el pozo tendría una profundidad mayor a 150 m, con el techo del primer filtro por debajo de 100 m, donde se presentan los niveles acuíferos de mayor interés. Según la información arrojada por los sondeos eléctricos verticales, la construcción del pozo exploratorio se debe llevar a cabo en el territorio de la comunidad Utkap.
- Hasta que no se tenga construido el pozo exploratorio no se puede determinar con exactitud la cantidad de agua que podría aportar, sin embargo, a partir de la información de la zona se infiere que un pozo podría dar entre 1-2 L/s.
- Las resistividades para la zona con profundidad mayor a 150 m son de 10 Ohm-m en promedio, lo que sugiere que se puede encontrar agua, pero será salobre o salada, de forma que requerirá tratamiento para ser potable.

¹¹ INGEOMINAS 1988. Op. cit., p. 67-69.

	INFORME CONSOLIDADO DE LA INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA DISPONIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN POZO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PARQUE EÓLICO WINDPESHI, MUNICIPIOS DE MAICAO Y URIBIA – DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	
VERSIÓN 1		INFORME

8. RECOMENDACIONES

- La perforación exploratoria propuesta es de un pozo de 150 m de profundidad, con filtros ubicados a partir de 100 m, con lo cual se captarán los niveles confinados por debajo de esta profundidad en la Formación Castilletes, para no intervenir con los horizontes someros aprovechados por la comunidad y por tanto no se presentará conflicto por el uso del recurso.
- Inicialmente, debe llevarse a cabo una prueba de bombeo escalonada que tendrá como mínimo tres escalones de una hora cada uno, con un caudal por escalón aumentado en forma continua y geométrica. Posteriormente y después de recuperado el nivel inicial del pozo, se procederá a la ejecución de una prueba a caudal constante de 24 horas de duración, con su respectiva recuperación, hasta recuperar el 90% del nivel inicial. Con los resultados y la interpretación de las anteriores pruebas, se obtendrán los parámetros de transmisividad, coeficiente de almacenamiento y conductividad hidráulica. También, se tendrán los coeficientes de pérdidas en el pozo y en el acuífero, con estos valores se determinará el caudal óptimo de producción y el tiempo de bombeo requerido, las características técnicas del equipo de bombeo definitivo a instalar y las ecuaciones de producción, eficiencia y capacidad específica del pozo.
- Al final de las pruebas de bombeo, se deben tomar las muestras de agua requeridas para el análisis fisicoquímico y bacteriológico, a fin de determinar el tipo de agua y el tratamiento a realizar según su uso.