

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

CONTENIDO

3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	9
3.2	MEDIO ABIÓTICO	9
3.2.7	Hidrogeología	9
3.2.7.1	Contexto hidrogeológico regional	9
3.2.7.2	Evaluación geológica	11
3.2.7.3	Unidades hidrogeológicas	12
3.2.7.4	Evaluación geofísica	17
3.2.7.5	Inventario de puntos de agua subterránea	40
3.2.7.6	Determinación de direcciones de flujo en las unidades hidrogeológicas	53
3.2.7.7	Evaluación hidráulica.....	55
3.2.7.8	Evaluación hidrogeoquímica	76
3.2.7.9	Evaluación de conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales	83
3.2.7.10	Evaluación de la recarga de las unidades acuíferas	84
3.2.7.11	Representación tridimensional del modelo hidrogeológico conceptual ..	97
3.2.7.12	Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.2.7- 1 Unidades geológicas del área de influencia	12
Tabla 3.2.7- 2 Clasificación de unidades hidrogeológicas según capacidad específica.....	13
Tabla 3.2.7- 3 Comportamiento hidrogeológico de las diferentes unidades geológicas que hacen parte del Área de Influencia del proyecto	15
Tabla 3.2.7- 4 Coordenadas de los SEV realizados para la caracterización geométrica de la unidad hidrogeológica aflorantes en el área de influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1	19
Tabla 3.2.7- 5 Correlación litología comportamiento hidrogeológico	37
Tabla 3.2.7- 6 Principales características de los pozos de agua subterránea inventariados en área de influencia del Área de Explotación SSJN1	42
Tabla 3.2.7- 7 Principales características de los aljibes inventariados en área de influencia del Área de Explotación SSJN1	46
Tabla 3.2.7- 8 Superficies de predicción piezométrica SSJN1	53
Tabla 3.2.7- 9 Almacenamiento para diferentes tipos de unidades acuíferas	59
Tabla 3.2.7- 10 Coordenadas de las pruebas de bombeo realizadas en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1	60
Tabla 3.2.7- 11 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 01	62
Tabla 3.2.7- 12 Características en el desarrollo de la PB 01	62
Tabla 3.2.7- 13 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 01	63
Tabla 3.2.7- 14 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 01	64
Tabla 3.2.7- 15 Radio de influencia del pozo ensayado en la prueba de bombeo número 1 a diferentes tiempos de bombeo.....	65

Tabla 3.2.7- 16 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 02.....	65
Tabla 3.2.7- 17 Características en el desarrollo de la PB 02.....	65
Tabla 3.2.7- 18 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 02.....	67
Tabla 3.2.7- 19 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 02 ...	67
Tabla 3.2.7- 20 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 02 a diferentes tiempos de bombeo	68
Tabla 3.2.7- 21 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 03	68
Tabla 3.2.7- 22 Características en el desarrollo de la PB 03.....	69
Tabla 3.2.7- 23 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 03	70
Tabla 3.2.7- 24 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 03 ...	70
Tabla 3.2.7- 25 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 03 a diferentes tiempos de bombeo	71
Tabla 3.2.7- 26 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 04	72
Tabla 3.2.7- 27 Características en el desarrollo de la PB 04.....	72
Tabla 3.2.7- 28 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 04	73
Tabla 3.2.7- 29 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 04 ...	74
Tabla 3.2.7- 30 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 04 a diferentes tiempos de bombeo	75

Tabla 3.2.7- 31	Resumen de las características de las pruebas de bombeo y parámetros calculados en Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	75
Tabla 3.2.7- 32	Resumen de las simulaciones numéricas de los radios de influencia asociados a los bombeos desarrollados en la caracterización hidráulica del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	76
Tabla 3.2.7- 33	Coordenadas de los puntos hidrogeológicos monitoreados químicamente en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1	79
Tabla 3.2.7- 34	Balance iónico a muestras de agua subterráneas dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1	81
Tabla 3.2.7- 35	Caracterización de los tipos de agua subterránea caracterizados dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1	82
Tabla 3.2.7- 36	Potencial de recarga hidrogeológica.....	85
Tabla 3.2.7- 37	Calificaciones del factor pendiente y macrorelieve	85
Tabla 3.2.7- 38	Calificación del factor tipo de suelo	86
Tabla 3.2.7- 39	Calificación del factor tipo de roca	88
Tabla 3.2.7- 40	Calificación del uso de suelo	89
Tabla 3.2.7- 41	Calificación del factor cobertura vegetal.....	90
Tabla 3.2.7- 42	Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Arcillosa Fina	95
Tabla 3.2.7- 43	Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Arcillosa muy Fina.....	95
Tabla 3.2.7- 44	Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Franco Fina	96
Tabla 3.2.7- 45	Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Franco Gruesa	96
Tabla 3.2.7- 46	Factores de ponderación metodología de DRASTIC.....	108
Tabla 3.2.7- 47	Valores Dr establecidos por la metodología	109
Tabla 3.2.7- 48	Profundidades promedio de agua y factor Dr x Dw	109

Tabla 3.2.7- 49	Valores Rr establecidos por la metodología.....	110
Tabla 3.2.7- 50	Valor de recarga neta y factor Rr x Rw	111
Tabla 3.2.7- 51	Valores Ar establecidos por la metodología	112
Tabla 3.2.7- 52	Valores de Ar para las formaciones geológicas y factor Ar x Aw 112	
Tabla 3.2.7- 53	Valores Sr establecidos por la metodología	113
Tabla 3.2.7- 54	Sr para tipo de suelo y factor Sr x Sw	114
Tabla 3.2.7- 55	Valores Tr establecidos por la metodología.....	115
Tabla 3.2.7- 56	Valores de Tr para las pendientes del Al y factor Tr x Tw	115
Tabla 3.2.7- 57	Valores Ir establecidos por la metodología	116
Tabla 3.2.7- 58	Valor de Ir para zona no saturada y factor Ir x lw.....	117
Tabla 3.2.7- 59	Valores Cr establecidos por la metodología.....	118
Tabla 3.2.7- 60	Valor Cr para la conductividad hidráulica y factor Cr x Cw	118
Tabla 3.2.7- 61	Rangos y grado de vulnerabilidad.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.2.7- 1 Provincia hidrogeológica sobre la cual se encuentra localizada el área de influencia del Área de Explotación SSJN1.	10
Figura 3.2.7- 2 Unidades hidrogeológicas aflorantes en el Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	16
Figura 3.2.7- 3 Ley de Ohm	18
Figura 3.2.7- 4 Variación de la profundidad de investigación de un SEV en función de la abertura AB.....	19
Figura 3.2.7- 5 Localización de los SEV realizados para la caracterización geométrica de las unidades hidrogeológicas aflorantes en el área de Influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1	20
Figura 3.2.7- 6 Columnas geoeléctricas de los SEV 1, 2 y 3	29
Figura 3.2.7- 7 Columnas geoeléctricas de los SEV 4, 5 y 6	30
Figura 3.2.7- 8 Columnas geoeléctricas de los SEV 7, 8 y 9	31
Figura 3.2.7- 9 Columnas geoeléctricas de los SEV 10, 11 y 12	32
Figura 3.2.7- 10 Columnas geoeléctricas de los SEV 13, 14 y 15	33
Figura 3.2.7- 11 Columnas geoeléctricas de los SEV 16, 17 y 18	34
Figura 3.2.7- 12 Columnas geoeléctricas de los SEV 19 y 20	35
Figura 3.2.7- 13 Localización de perfiles geológico-geofísicos	36
Figura 3.2.7- 14 Perfiles geológico - geofísicos	37
Figura 3.2.7- 15 Representación tridimensional del empalme entre los SEV y la Cartografía geológica	38
Figura 3.2.7- 16 Pozo de agua subterránea característicos en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1 (PZ 001).	41
Figura 3.2.7- 17 Aljibes característicos en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1 (AL 001)	45
Figura 3.2.7- 18 Localización del inventario de puntos de agua subterránea	52

Figura 3.2.7- 19 Superficie de predicción piezométrica y direcciones de flujo	54
Figura 3.2.7- 20 Localización de las pruebas de bombeo realizadas en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1	61
Figura 3.2.7- 21 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 1	63
Figura 3.2.7- 22 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 2	66
Figura 3.2.7- 23 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 3	69
Figura 3.2.7- 24 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 4	73
Figura 3.2.7- 25 Diagrama de Piper	78
Figura 3.2.7- 26 Localización de los monitoreos de aguas subterráneas realizados en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1	80
Figura 3.2.7- 27 Representación gráfica de la calificación dada al factor pendiente	86
Figura 3.2.7- 28 Representación gráfica de la calificación dada al factor tipo suelo	87
Figura 3.2.7- 29 Representación gráfica de la calificación dada al factor tipo roca	88
Figura 3.2.7- 30 Representación gráfica de la calificación dada al factor uso de suelo	90
Figura 3.2.7- 31 Susceptibilidad a la recarga de acuíferos.....	92
Figura 3.2.7- 32 Texturas de suelo sobre las cuales se realizó el cálculo de la recarga potencial de acuíferos.....	94
Figura 3.2.7- 33 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	98

Figura 3.2.7- 34 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Noreste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	100
Figura 3.2.7- 35 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Sureste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	102
Figura 3.2.7- 36 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Noreste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	104
Figura 3.2.7- 37 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Suroeste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1	106
Figura 3.2.7- 38 Metodología DRASTIC	108
Figura 3.2.7- 39 Mapa de factor $D_r \times D_w$	110
Figura 3.2.7- 40 Mapa de factor $R_r \times R_w$	111
Figura 3.2.7- 41 Mapa de factor $A_r \times A_w$	113
Figura 3.2.7- 42 Mapa de factor $S_r \times S_w$	114
Figura 3.2.7- 43 Mapa de factor $T_r \times T_w$	116
Figura 3.2.7- 44 Mapa de factor $C_r \times C_w$	119
Figura 3.2.7- 45 Mapa de vulnerabilidad metodología Drastic	120

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.7 Hidrogeología

La caracterización hidrogeológica del área de Influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1 expuesta en el presente numeral, establece la línea base para el monitoreo del recurso hidrogeológico en términos de calidad y cantidad. A nivel regional se exponen las características de la provincia hidrogeológica de Sinú San Jacinto sobre la cual se encuentra emplazada el área de estudio.

La caracterización hidrogeológica del área de influencia incluye los siguientes aspectos:

- Contexto hidrogeológico regional
- Evaluación geológica
- Evaluación geofísica
- Inventario de puntos de agua subterránea
- Determinación de las direcciones de flujo de agua subterránea
- Evaluación hidráulica
- Evaluación hidrogeoquímica
- Evaluación de conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficial.
- Evaluación de la recarga de acuíferos
- Representación del modelo hidrogeológico
- Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos

3.2.7.1 Contexto hidrogeológico regional

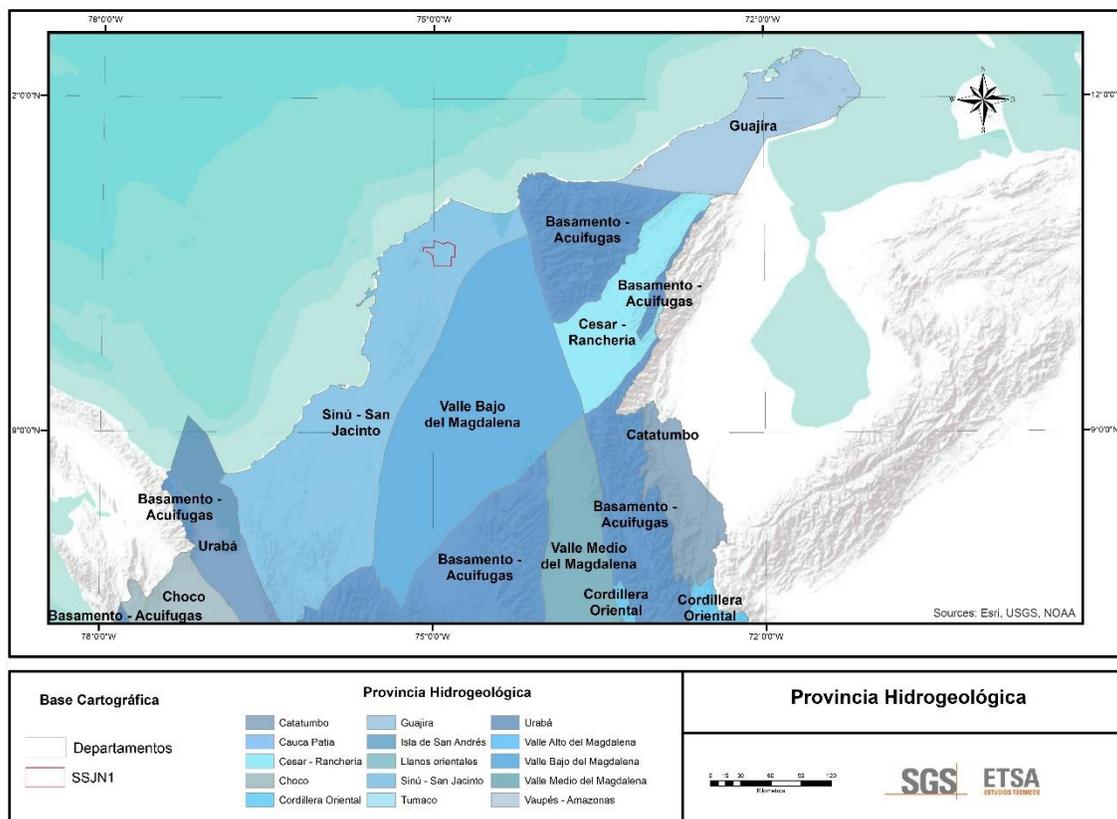
3.2.7.1.1 Provincia hidrogeológica Sinú San Jacinto

Está limitada al sur por las estribaciones de la Serranía de San Jacinto hasta las estribaciones de la Cordillera Occidental (Serranías de Abibe, San Jerónimo), al este por el sistema de fallas de Romeral y al oeste por la Falla de Dabeiba (En Vargas, N.O, 2001).

La cuenca ha sido objeto de estudios detallados que permiten elaborar un modelo hidrogeológico conceptual en el cual se integra la información geológica, geofísica e hidrogeoquímica disponible en la región. Reviste de gran importancia

la evaluación de este modelo por las limitaciones de recurso hídrico superficial principalmente en las zonas aledañas a Sincelejo, Corozal, Ovejas y Morroa. Cabe anotar que las poblaciones de Sincelejo, Corozal y Morroa se encuentran sobre la zona de recarga del denominado acuífero de Morroa que se encuentra plegado en esta región. La cuenca abarca además la región de los departamentos de Bolívar y Atlántico al norte del Canal del Dique. (En Vargas, N.O, 2001). (ver Figura 3.2.7- 1).

Figura 3.2.7- 1 Provincia hidrogeológica sobre la cual se encuentra localizada el área de influencia del Área de Explotación SSJN1.



Fuente: ETSA, 2022

La zona corresponde al cinturón de San Jacinto adyacente a la plataforma marina. Se caracteriza por una sucesión basal de pelagitas suprayacidas por turbiditas del Grupo Cansona que constituyen el núcleo de los anticlinales de San Jacinto, San Jerónimo y Luruaco. La secuencia esta Suprayacida por interestratificaciones de areniscas y lutitas de las formaciones San Cayetano Inferior y Superior, areniscas lutitas y calizas de las formaciones San Jacinto, Ciénaga de Oro (Toluviejo),

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

Porquera, Cerrito, Sincelejo, Morroa y Betulia. Estas secuencias estratigráficas conforman una región inestable, muy plegada sobre la corteza oceánica y una región estable o de plataforma no plegada sobre la corteza continental al oriente de la serranía de San Jacinto. Hacia el canal del Dique la orogenia preandina generó el anticlinal de Luruaco y durante la orogenia se generó el sinclinal de Tubará, anticlinal de Sibarco y sinclinorio de Sabanalarga (Ingeominas, 1988b). Figura 4.38 y 4.39. (En Vargas, N.O, 2001).

La integración de la información geológica, geofísica, hidrológica, hidroquímica e hidráulica del área de influencia del Área de Explotación SSJN1. En los siguientes numerales se identifican y caracterizan los sistemas acuíferos y las unidades impermeables o con limitadas posibilidades de flujo subterráneo.

3.2.7.2 Evaluación geológica

El área de influencia se encuentra localizada geológicamente dentro de la cuenca sedimentaria Sinú – San Jacinto al noroeste de Colombia, limitada hacia el este por el sistema de Romeral, hacia el norte por la falla de la Oca, al noreste por el Frente deformado del cinturón Caribe sur, hacia el suroeste por el sistema de falla de Uramita y hacia el sur por las secuencias cretácicas y volcánicas de la cordillera oriental.

La cuenca se origina como resultado de la deformación transpresiva y transtensional producida por el desplazamiento de la placa Caribe y está constituida por secuencias sedimentarias de origen marino y transicionales.¹

A continuación, en la **Tabla 3.2.7- 1**, se presentan las unidades litoestratigráficas identificadas para el área influencia.

¹ ANH, Petroleum Geology Of Colombia. Geology and Hydrocarbon Potential. Sinú and San Jacinto Basins. 2011.

Tabla 3.2.7- 1 Unidades geológicas del área de influencia

Nombre	Nomenclatura	Descripción	Aflorante en el área de influencia
Formación San Calletano	E1E2cc	En esta formación encontramos, de base a techo, litoarenitas y arenitas arcósicas de grano fino, conglomeráticas, con intercalaciones de lodolitas en capas delgadas, con abundante yeso y azufre secundario	No
Formación Chengue	E2ch	Margas y calizas fosilíferas. La secuencia está compuesta por cuatro segmentos, 2 de calizas y 2 de lodolitas calcáreas.	No
Formación Ciénaga de Oro	E3N1co	En esta formación encontramos, de base a techo, litoarenitas y arenitas arcósicas de grano fino, conglomeráticas.	No
Fm Porquera Inferior	N1p_i	Este intervalo se compone arenas líficas con presencia de arcillolitas y limolitas. Las arenas se componen de cuarzo y fragmentos líticos, con tamaños de grano que van de muy fino a fino, sub-redondeados a subangulares, y selección media	No
Fm Porquera Superior	N1p_s	Este intervalo está compuesto por limolitas grisáceas ricas en material orgánico intercalado con arcillolitas grisáceas en la base de este intervalo	Si
Fm Tubará	Ngf	Areniscas de grano grueso, con intercalaciones de limolitas y arcillolitas.	Si
Gravas de Rotinet	Qpr	Depósitos de gravas y arenas.	Si
Depósitos Coluvio-Aluvial	Qcal	Depósitos principalmente de Arenas.	Si
Depósitos Coluviales	Qco	Depósitos de gravas y arenas.	Si
Depósitos Eólicos	Qe	Depósitos de arenas friables, deleznales, poco cohesivas.	Si
Depósitos Fluvio-lacustres	Qfl	Depósitos de limos, arcillas.	Si
Depósitos Llanura Aluvial	Qllal	Depósitos de limos, arcillas y arenas.	Si
Depósitos de terraza aluvial	Qta	Depósitos de Limos, arcillas, gravas y arenas.	Si

Fuente: ETSA, 2022.

3.2.7.3 Unidades hidrogeológicas

Una unidad hidrogeológica es un conjunto de rocas o depósitos de rocas que comparten similitudes en sus propiedades físicas e hidráulicas y, por consiguiente, se pueden evaluar o considerar de forma conjunta.

En otras palabras, son agrupaciones o conjuntos de rocas y sedimentos que guardan similitudes en su posición estratigráfica (posición en profundidad respecto a la superficie), en el tamaño de los sedimentos o fragmentos que las conforman, en su integridad (presencia de fracturas y grietas), en porosidad y la cantidad de agua que pueden almacenar y transmitir.

La clasificación de unidades hidrogeológicas está enfocada en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea en función de propiedades físicas y parámetros hidráulicos como su capacidad específica, transmisibilidad (también conocido como transmisividad), coeficiente de almacenamiento y comportamiento hidráulico.

El presente estudio realiza una adaptación de la clasificación presentada por Servicio Geológico Colombiano (SGC), en el documento Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, escala 1:500.000 del año 2003, donde diferencia las unidades hidrogeológicas de acuerdo a su capacidad específica expresada en l/s/m. y tipo de porosidad.

A continuación, en la **Tabla 3.2.7- 2** se presenta la clasificación utilizada para las unidades hidrogeológicas, según su capacidad específica.

Tabla 3.2.7- 2 Clasificación de unidades hidrogeológicas según capacidad específica

Clasificación General de las Unidades Hidrogeológicas		
A. Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular.		
Convenciones	Características hidrogeológicas	Capacidad específica promedio (l/s/m)
A1A1	Acuíferos continuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados, de ambiente fluvial. Acuíferos libres y confinados con agua generalmente de buena calidad química.	Muy Alta Mayor de 5.0
A222	Acuíferos continuos de extensión regional, de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química.	Alta Entre 2.0 y 5.0
A3	Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glaciﬂuvial, marino y volcánoclastico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	Media Entre 1.0 y 2.0
A4	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 con agua de mediana calidad química.	Baja Entre 0.05 y 1.0
B. Rocas con flujo esencialmente y a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carsificadas).		
Convenciones	Características hidrogeológicas	Capacidad específica promedio (l/s/m)

Clasificación General de las Unidades Hidrogeológicas		
B1	Acuíferos discontinuos de extensión regional, de muy alta productividad, conformados por rocas sedimentarias carbonatadas cretácicas, consolidadas, de ambiente marino. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.	Muy Alta Mayor de 5.0
B2	Acuíferos continuos de extensión regional, de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas, de ambiente marino continental. Acuíferos libres y confinados con aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Media Entre 1.0 y 2.0
B3	Acuíferos discontinuos de extensión regional y local, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados.	Baja Entre 0.05 y 1.0
C. Sedimentos y rocas con limitados a ningún recurso de aguas subterráneas.		
Convenciones	Características hidrogeológicas	Capacidad específica promedio (l/s/m)
C1	Complejo de sedimentos y rocas, con muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados, de ambientes lacustres, deltaicos y marinos; y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas a muy consolidadas, de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, aislada en las regiones costeras.	Muy Baja Menor de 0.05
C2	Complejo de rocas ígneo-metamórficas, con muy baja a ninguna productividad, muy compactas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.	Muy Baja a ninguna Menor de 0.05

Fuente: Atlas de aguas subterráneas Colombia, 2003.

3.2.7.3.1 Resultados

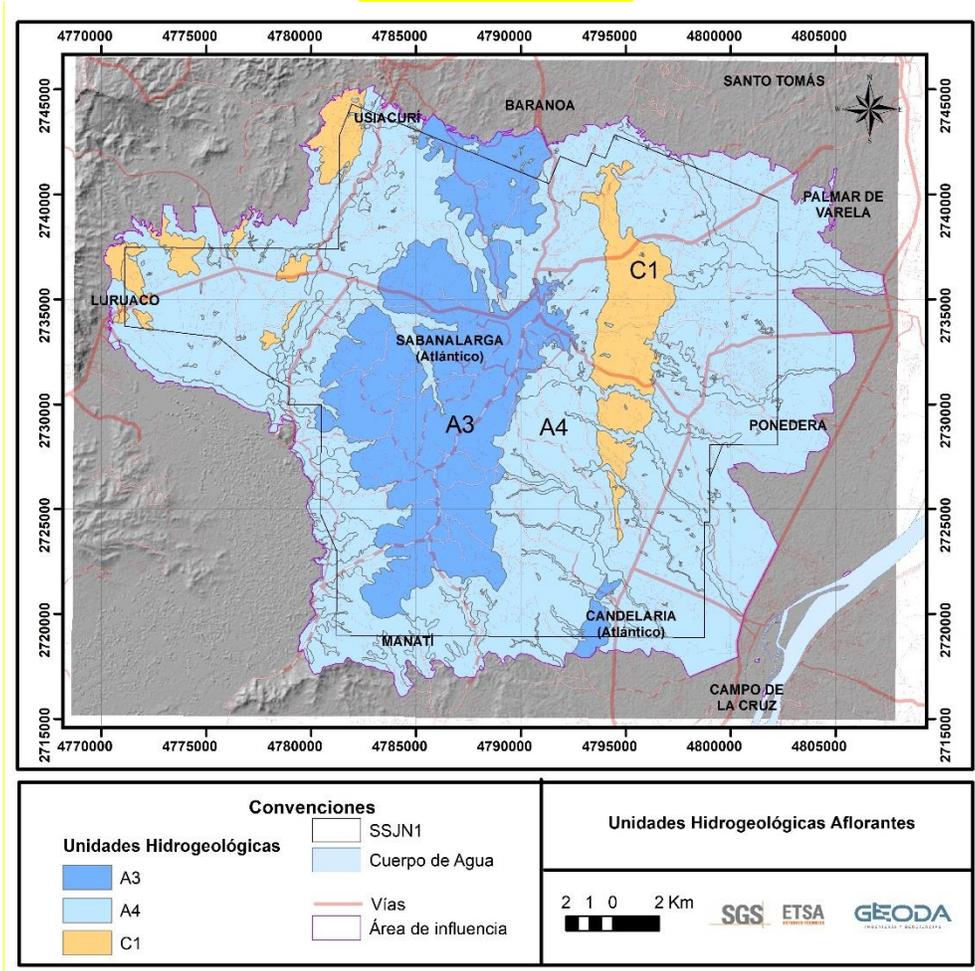
De conformidad con los criterios de correlación de unidades hidrogeológicas expuestos en el numeral anterior, la Error! Reference source not found. presenta el comportamiento hidrogeológico de las unidades geológicas inmersas en el área de influencia del proyecto.

Tabla 3.2.7- 3 Comportamiento hidrogeológico de las diferentes unidades geológicas que hacen parte del Área de Influencia del proyecto

Nombre	Características litológicas	Comportamiento hidrogeológico	Unidad Hidrogeológica
Formación San Calletano	En esta formación encontramos, de base a techo, litoarenitas y arenitas arcósicas de grano fino, conglomeráticas, con intercalaciones de lodolitas en capas delgadas, con abundante yeso y azufre secundario	No evaluado	No evaluada
Formación Chengue	Margas y calizas fosilíferas. La secuencia esta compuesta por cuatro segmentos, 2 de calizas y 2 de lodolitas calcáreas.	No evaluado	No evaluada
Formación Ciénaga de Oro	Está compuesta principalmente por capas de arenas ricas en cuarzo, intercaladas con limolitas grises ricas en materia orgánica, arcillolitas y calizas.	Acuífero	B3
Fm Porquera Inferior	Este intervalo se compone arenas líticas con presencia de arcillolitas y limolitas. Las arenas se componen de cuarzo y fragmentos líticos, con tamaños de grano que van de muy fino a fino, subredondeados a subangulares, y selección media	Acuífero	B3
Fm Porquera Superior	Este intervalo está compuesto por limolitas grisáceas ricas en material orgánico intercalado con arcillolitas grisáceas en la base de este intervalo	Acuitardo	C1
Fm Tubará	La sección está compuesta predominantemente por areniscas líticas intercaladas con arcillas varicoloreadas y eventualmente capas de calizas y lodolitas	Acuífero	A4
Gravas de Rotinet	Esta unidad corresponde con un grupo de conglomerados principalmente, por lo que se origina el nombre	Acuífero	A3
Depósitos Coluvio-Aluvial	Depósitos no consolidados	Acuífero	A4
Depósitos Coluviales			A4
Depósitos Eólicos			A4
Depósitos Fluvioacustres			A4
Depósitos Llanura Aluvial			A4
Depósitos de terraza aluvial			A4

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 2 Unidades hidrogeológicas aflorantes en el Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Fuente: ETSA, 2022

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

- **Unidad Hidrogeológica A3**

De conformidad con lo expuesto en la Tabla 3.2.7- 2, Tabla 3.2.7- 3 y Figura 3.2.7- 2, la unidad hidrogeológica A3 se asocia geológicamente a las Gravas de Rotinet e hidrogeológicamente a un acuífero continuo de extensión regional, de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados. Su capacidad específica es considerada como Media, con valores que oscilan entre 1.0 y 2.0 l/s/m.

- **Unidad Hidrogeológica A4**

De conformidad con lo expuesto en la Tabla 3.2.7- 2, Tabla 3.2.7- 3 y Figura 3.2.7- 2, la unidad hidrogeológica A4 se asocia geológicamente a Depósitos no consolidados e hidrogeológicamente a acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios. Su capacidad específica es considerada como Baja, con valores que oscilan entre 0.05 y 1.0 l/s/m.

- **Unidad Hidrogeológica C1**

De conformidad con lo expuesto en la Tabla 3.2.7- 2, Tabla 3.2.7- 3 y Figura 3.2.7- 2, la unidad hidrogeológica A3 se asocia geológicamente a la Formación Porquera Superior e hidrogeológicamente a un Acuirado. Su capacidad específica es considerada como Media, con valores inferiores a 0.05 l/s/m.

3.2.7.4 Evaluación geofísica

Con la finalidad de conocer la geometría de las unidades hidrogeológicas más superficiales del Área de Influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1, fueron realizados, en el mes de junio del 2022, veinte (20) sondeos eléctricos verticales (SEV). Fue seleccionado el método de los SEV, toda vez que la unidad hidrogeológica a caracterizar presenta una distribución subhorizontal. Los siguientes numerales presentan el marco conceptual del método, los resultados y las conclusiones de dicha caracterización.

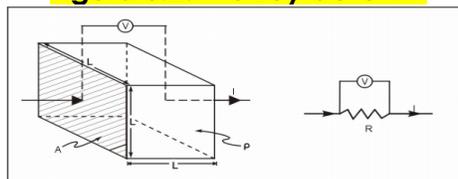
3.2.7.4.1 Marco conceptual

Los métodos eléctricos estudian la respuesta del terreno cuando se propagan a través del mismo, corrientes eléctricas continuas (DC). El método de resistividad eléctrica consiste fundamentalmente en estudiar las variaciones en el subsuelo de la propiedad física conocida como resistividad, 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 en el subsuelo y calcular sus espesores y profundidades (Auge, 2008).

El flujo de una corriente eléctrica a través de las rocas o los sedimentos, puede explicarse mediante la Ley de Ohm que establece que la caída de potencial ΔV entre 2 puntos por los que circula una corriente eléctrica de intensidad I, es proporcional a ésta y a la resistencia R que ofrece el medio al pasaje de la corriente.

Figura 3.2.7- 3 Ley de Ohm



Según la ley de Ohm:

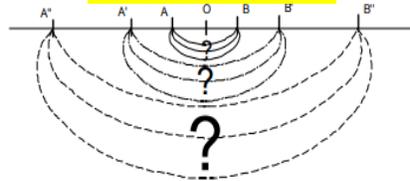
$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

Para un medio homogéneo, la resistividad (ρ) se obtiene al multiplicar la resistencia (R) por un coeficiente geométrico (K).

$$\rho = KR$$

Básicamente, existen dos estrategias para deducir la estructura del subsuelo con una serie de medidas sucesivas ρ_a . Si mantenemos el punto (O) y vamos abriendo sucesivamente la distancia AB, la corriente eléctrica atravesará cada vez a mayor profundidad. Los sucesivos valores de ρ_a que vamos obteniendo corresponden a profundidades cada vez mayores, por lo que decimos que estamos realizando un sondeo eléctrico vertical. En Figura 3.2.7- 4 se aprecia que la profundidad de investigación va aumentando según pasamos de AB a A'B' y A''B''.

Figura 3.2.7- 4 Variación de la profundidad de investigación de un SEV en función de la abertura AB



Fuente: Suárez, J., & Zúñiga, H. (2013)(Suárez & Zúñiga, 2013). Fuente: ETSA, 2022

En el marco de la caracterización ambiental del área de influencia del Área de Explotación SSJN1, fueron realizados veinte (20) sondeos eléctricos verticales con el equipo ABEM Terrameter LS con una abertura de $AB/2$ de 250 metros.

3.2.7.4.2 Resultados

Los sondeos han sido localizados geológicamente sobre las Formaciones Porquera, Tubará, Depósitos Cuaternarios y Gravas de Rotinet. Las coordenadas de los SEV se encuentran en la y en la **Figura 3.2.7- 5** presenta la ubicación espacial de los mismos.

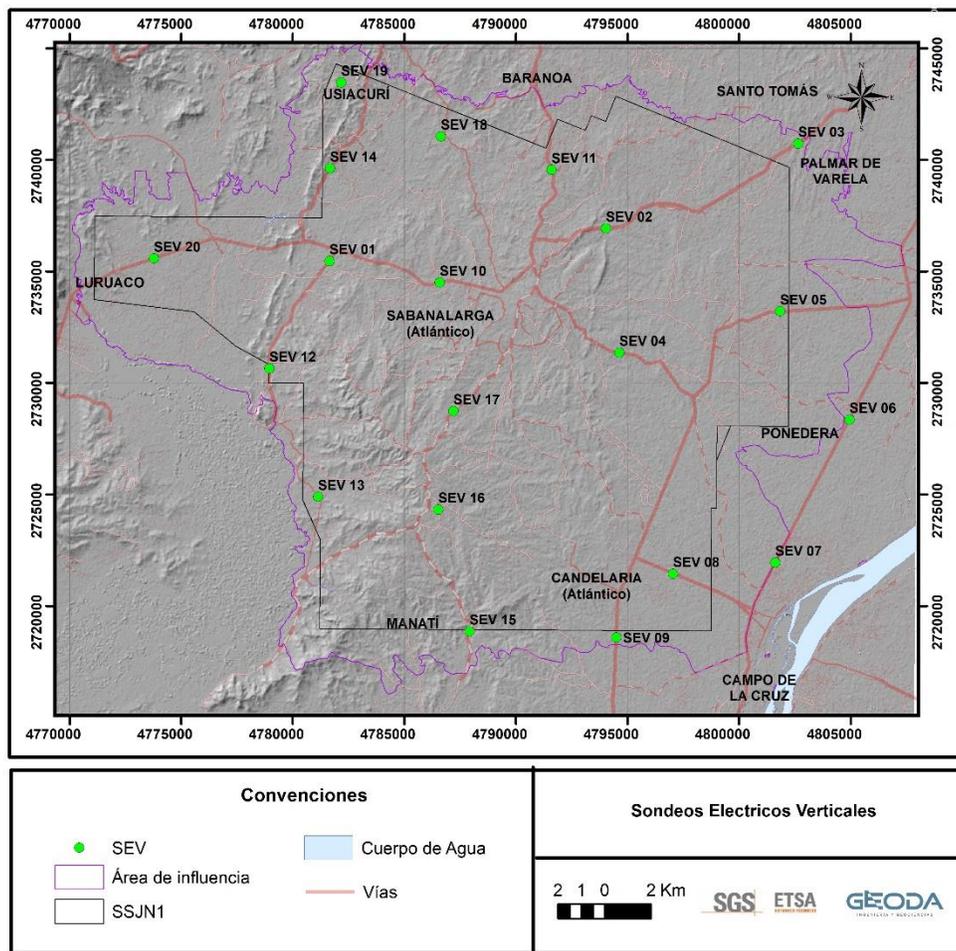
Tabla 3.2.7- 4 Coordenadas de los SEV realizados para la caracterización geométrica de la unidad hidrogeológica aflorantes en el área de influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1

Id SEV	Este	Norte	Cota
SEV No 1	4781645,38	2735466,62	41
SEV No 2	4794036,39	2736930,93	83
SEV No 3	4802650,97	2740730,52	40
SEV No 4	4794630,94	2731357,67	77
SEV No 5	4801833,42	2733211,92	32
SEV No 6	4804949,82	2728353,02	13
SEV No 7	4801620,56	2721941,96	17
SEV No 8	4797038,41	2721440,09	32
SEV No 9	4794497,35	2718591,57	30
SEV No 10	4786593,92	2734502,73	85
SEV No 11	4791596,6	2739555,35	88
SEV No 12	4778957,9	2730645,72	14
SEV No 13	4781133,76	2724899,06	24
SEV No 14	4781671,54	2739620,82	47
SEV No 15	4787920,54	2718857,65	63

Id SEV	Este	Norte	Cota
SEV No 16	4786517,13	2724325,48	163
SEV No 17	4787199,64	2728735,21	135
SEV No 18	4786638,4	2741050,05	61
SEV No 19	4782170,65	2743464,96	86
SEV No 20	4773778,98	2735579,49	28

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 5 Localización de los SEV realizados para la caracterización geométrica de las unidades hidrogeológicas aflorantes en el área de influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1



Fuente: ETSA, 2022

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

El **Anexo F. Carteras de Campo\ Hidrogeología**, contiene las interpretaciones litológicas y modelos matemáticos de la totalidad de los sondeos eléctricos verticales desarrollados. Los siguientes numerales presentan la descripción litológica y columnas geoeléctricas de la totalidad de los sondeos.

- **SEV 1**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoeléctricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,6 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 13,1 Ohm-metro. Le siguen Depósitos de Llanura Aluvial secos compuestos de limos y arcillas, a 7,48 metros de profundidad y valores de resistividad de 1,13 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 34 metros de profundidad y está compuesta por Arenitas Saturadas Intercaladas con Arcillolitas de la formación Tubará. Posterior a esto, se encuentran Arenitas saturadas de la formación Tubará, esta unidad llega a una profundidad de 93,8 metros, con resistividad aparente de 0,0039 Ohm-metro. Por último, se tienen Arenitas intercaladas con Arcillolitas saturadas, con resistividad aparente de 0,0079 Ohm-metro.

- **SEV 2**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cuatro (4) capas geoeléctricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 0,8 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 3,49 Ohm-metro. Le siguen Limolitas Saturadas de la formación Porquero, hasta aproximadamente 26,2 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,0021 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 117 metros de profundidad y está compuesta por Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, con una resistividad aparente de 0,0031 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arenitas saturadas de agua de la formación Porquero, con resistividad aparente de 0,0961 Ohm-metro.

- **SEV 3**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoeléctricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,2 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

aparente de 2,18 Ohm-metro. Le siguen Arenas parcialmente saturadas de ambiente eólico a 7,3 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,301 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 28,3 metros de profundidad y está compuesta por Arenas saturadas de ambiente eólico. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas de la formación Porquero que llegan a una profundidad de 94 metros, con resistividad aparente de $3,8e-4$ Ohm-metro. Por último, se tienen intercalaciones de arcillolitas y limolitas, con resistividad aparente de 0,0296 Ohm-metro.

- **SEV 4**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cuatro (4) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,46 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 1,55 Ohm-metro. Le siguen Limolitas Saturadas de la formación Porquero, hasta aproximadamente 16,1 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,22 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 93 metros de profundidad y está compuesta por Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, con una resistividad aparente de 0,0065 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arenitas saturadas de agua Intercaladas con Arcillolitas de la formación Porquero, con resistividad aparente de 1,4 Ohm-metro.

- **SEV 5**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,19 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 2,81 Ohm-metro. Le siguen Lodolitas depositadas por el río Magdalena a 7,48 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,098 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 25,1 metros de profundidad y está compuesta por Arcillas depositadas por el río Magdalena, con una resistividad aparente de 0,0167 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas saturadas de la formación Porquero que llegan a una profundidad de 139 metros, con resistividad aparente de 0,0013 Ohm-metro. Por último, se tienen intercalaciones de arcillolitas y limolitas, con resistividad aparente de 1,51 Ohm-metro.

- **SEV 6**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.®</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 0,79 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 0,889 Ohm-metro. Le siguen Lodolitas depositadas por el río Magdalena a 3,75 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,044 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 25,4 metros de profundidad y está compuesta por Arenas Arcillosas saturadas depositadas por el río Magdalena, con una resistividad aparente de 0,0065 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, que llegan a una profundidad de 130 metros, con resistividad aparente de $8,4e-4$ Ohm-metro. Por último, se tienen intercalaciones de arenitas intercaladas con arcillolitas, con resistividad aparente de 0,055 Ohm-metro.

- **SEV 7**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 0,885 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 3,8 Ohm-metro. Le siguen Lodolitas depositadas por el río Magdalena a 4,78 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,056 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 31,4 metros de profundidad y está compuesta por Arcillas depositadas por el río Magdalena, con una resistividad aparente de 0,0086 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, esta unidad llega a una profundidad de 83 metros, con resistividad aparente de $7,8e-4$ Ohm-metro. Por último, se tienen Intercalaciones de arcillolitas y limolitas con areniscas conglomeráticas, con resistividad aparente de 0,0042 Ohm-metro.

- **SEV 8**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,11 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 13,4 Ohm-metro. Le siguen Lodolitas depositadas por el río Magdalena a 5,42 metros de profundidad y valores de resistividad de 1,19 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 29,6 metros de profundidad y está compuesta por Arcillas depositadas por el río Magdalena, con una resistividad aparente de 0,0651 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, esta unidad llega a una profundidad de 103 metros, con resistividad aparente de 0,0024 Ohm-metro. Por último, se tienen Intercalaciones de arcillolitas

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

y limolitas con areniscas conglomeráticas, con resistividad aparente de 0,518 Ohm-metro.

- **SEV 9**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 1,56 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 10,9 Ohm-metro. Le siguen Arenas Arcillosas depositadas por el río Magdalena coincidiendo con el nivel freático a aproximadamente 1,56 metros a 7,71 metros de profundidad y valores de resistividad de 0,856 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 30,4 metros de profundidad y está compuesta por Arcillas depositadas por el río Magdalena, con una resistividad aparente de 0,0855 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Arcillolitas saturadas de la formación Porquero, esta unidad llega a una profundidad de 129 metros, con resistividad aparente de 0,0048 Ohm-metro. Por último, se tienen Intercalaciones de arcillolitas y limolitas con areniscas conglomeráticas, con resistividad aparente de 0,0225 Ohm-metro.

- **SEV 10**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 0,665 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 157 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas secas de la unidad Gravas de Rotinet, a 2,74 metros de profundidad y valores de resistividad de 1,86 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 13,6 metros de profundidad y está compuesta por Arenas y Gravas secas, con una resistividad aparente de 0,168 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran Gravas Arenosas saturadas de la unidad Gravas de Rotinet, esta unidad llega a una profundidad de 47,7 metros, con resistividad aparente de 0,0162 Ohm-metro. Por último, se tienen Intercalaciones de Arenitas saturadas, con resistividad aparente de 7,6e-5 Ohm-metro.

- **SEV 11**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cuatro (4) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. La primera capa de aproximadamente 0,87 metros está compuesta por regolito de carretera, con valores de resistividad aparente de 3,5 Ohm-metro. Le siguen arcillolitas secas de la formación Tubará

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

hasta aproximadamente 1,4 metros de profundidad y valores de resistividad de $6,8e-4$ Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 79,6 metros de profundidad y está compuesta por Arenitas saturadas, con una resistividad aparente de 0,0023 Ohm-metro. Posterior a esto, se encuentran intercalaciones de arcillolitas y limolitas saturadas de agua, con una resistividad aparente de 0,0573 Ohm-metro.

- **SEV 12**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,55 metros de regolito de carretera arenosa con valores de resistividad de 581 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas, hasta aproximadamente 3,31 metros de profundidad y valor de resistividad aparente de 2,91 Ohm-metro. La tercera capa llega hasta los 16,3 metros de profundidad y corresponden a Arenas Gravasas, principalmente arenosos de clastos angulares y caóticos, con valores de resistividad de 0,101 Ohm-metro, a partir de esta se encuentran Arenitas Saturadas de la formación Tubará con resistividad con una resistividad aparente de 0,0068 Ohm-metro y una profundidad de 94,3. Por último, se tienen Arenitas intercaladas con Arcillolitas, con resistividad aparente de $1e-4$ Ohm-metro.

- **SEV 13**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,936 metros de regolito de carretera arenosa con valores de resistividad de 50,1 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas principalmente arenosos de clastos angulares y caóticos, con valores de resistividad de 1,06 Ohm-metro, hasta aproximadamente 6,55 metros de profundidad. La tercera capa corresponde a Arenitas intercaladas con Arcillolitas de la formación Tubará saturadas de agua salobre con resistividades de 0,0813 Ohm-metro, hasta los 47,5 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arenitas Saturadas de la formación Tubará con resistividad aparente de 0,0045 Ohm-metro y una profundidad de 111. Por último, se tienen Arenitas intercaladas con Arcillolitas, con resistividad aparente de 0,0557 Ohm-metro.

- **SEV 14**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

0,75 metros de regolito de carretera arenosa con valores de resistividad de 18,1 Ohm-metro. Le siguen Arcillolitas secas de la formación Tubará, con valores de resistividad de 0,461 Ohm-metro, hasta aproximadamente 3,65 metros de profundidad. La tercera unidad corresponde a Arenitas de grano grueso saturadas de la formación Tubará, con resistividades de 0,0293 Ohm-metro, hasta los 13,5 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arenitas Saturadas intercaladas con lentes de arcillolitas, de la formación Tubará con resistividad aparente de 0,0026 Ohm-metro y una profundidad de 52,1. Por último, se tienen Intercalaciones de Arcillolitas y Limolitas s, con resistividad aparente de 2,6e-4 Ohm-metro.

- **SEV 15**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,995 metros de regolito de carretera arenosa con valores de resistividad de 25,3 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas caóticas y de clastos angulares, con valores de resistividad de 1,99 Ohm-metro, hasta aproximadamente 6,82 metros de profundidad. La tercera unidad corresponde a Arenitas de grano grueso saturadas de la formación Tubará, con resistividades de 0,216 Ohm-metro, hasta los 30,8 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arenitas Saturadas intercaladas con lentes de arcillolitas, de la formación Tubará con resistividad aparente de 0,0065 Ohm-metro y una profundidad de 122. Por último, se tienen Intercalaciones de Arenitas Intercaladas con Arcillolitas de resistividad aparente de 5,2e-5 Ohm-metro de la formación Porquero.

- **SEV 16**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (6) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,68 metros de espesor de regolito de carretera con valores de resistividad de 137 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas secas de matriz arenosa de la unidad Gravas de Rotinet, con valores de resistividad de 5,72 Ohm-metro, hasta aproximadamente 3,45 metros de profundidad. La tercera unidad corresponde a Arenas y Gravas Secas de la unidad Gravas de Rotinet, con resistividades de 0,457 Ohm-metro, hasta los 12,5 metros de profundidad, a partir de esta se encuentran Gravas Areno lodosas secas de la unidad Gravas de Rotinet, con resistividad aparente de 0,088 Ohm-metro y una profundidad de 30,1. La quinta capa corresponde a Arenitas Saturadas de agua salobre de la formación Tubará, con resistividades de 0,0107 ohm-metro, llegando hasta los 95 metros de profundidad.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

Por último, se tienen Arenitas Intercaladas con Arcillolitas de resistividad aparente de 0,0505 Ohm-metro de la formación Porquero.

- **SEV 17**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,75 metros de regolito de carretera arenosa con valores de resistividad de 72,4 Ohm-metro. Le siguen Gravas Arenosas secas de la unidad Gravas de Rotinet, con valores de resistividad de 6,03 Ohm-metro, hasta aproximadamente 5,2 metros de profundidad. La tercera unidad corresponde a Arenas y Gravas secas de la unidad Gravas de Rotinet, con resistividades de 0,448 Ohm-metro, hasta los 37,5 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arenitas Saturadas intercaladas con lentes de arcillolitas, de la formación Tubará con resistividad aparente de 0,0081 Ohm-metro y una profundidad de 107. Por último, se tienen Arenitas Intercaladas con Arcillolitas de resistividad aparente de 0,743 Ohm-metro de la formación Porquero.

- **SEV 18**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,806 metros de regolito de carretera con valores de resistividad de 24 Ohm-metro. Le siguen Depósitos de Llanura Aluvial Secos, con valores de resistividad de 0,408 Ohm-metro, hasta aproximadamente 4,28 metros de profundidad. La tercera unidad corresponde a Depósitos de Llanura Aluvial Saturados, con resistividades de 0,0115 Ohm-metro, hasta los 19,8 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran depósitos de Gravas Arenosas Saturadas de la unidad Gravas de Rotinet con resistividad aparente de 2,3e-4 Ohm-metro y una profundidad de 90,9. Por último, se tienen Arenitas Intercaladas con Arcillolitas de resistividad aparente de 55-4 Ohm-metro.

- **SEV 19**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,829 metros de regolito de carretera con valores de resistividad de 17,5 Ohm-metro. Le siguen Arenitas Saturadas de la formación Porquero, con valores de resistividad de 0,609 Ohm-metro, hasta aproximadamente 3,84 metros de

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

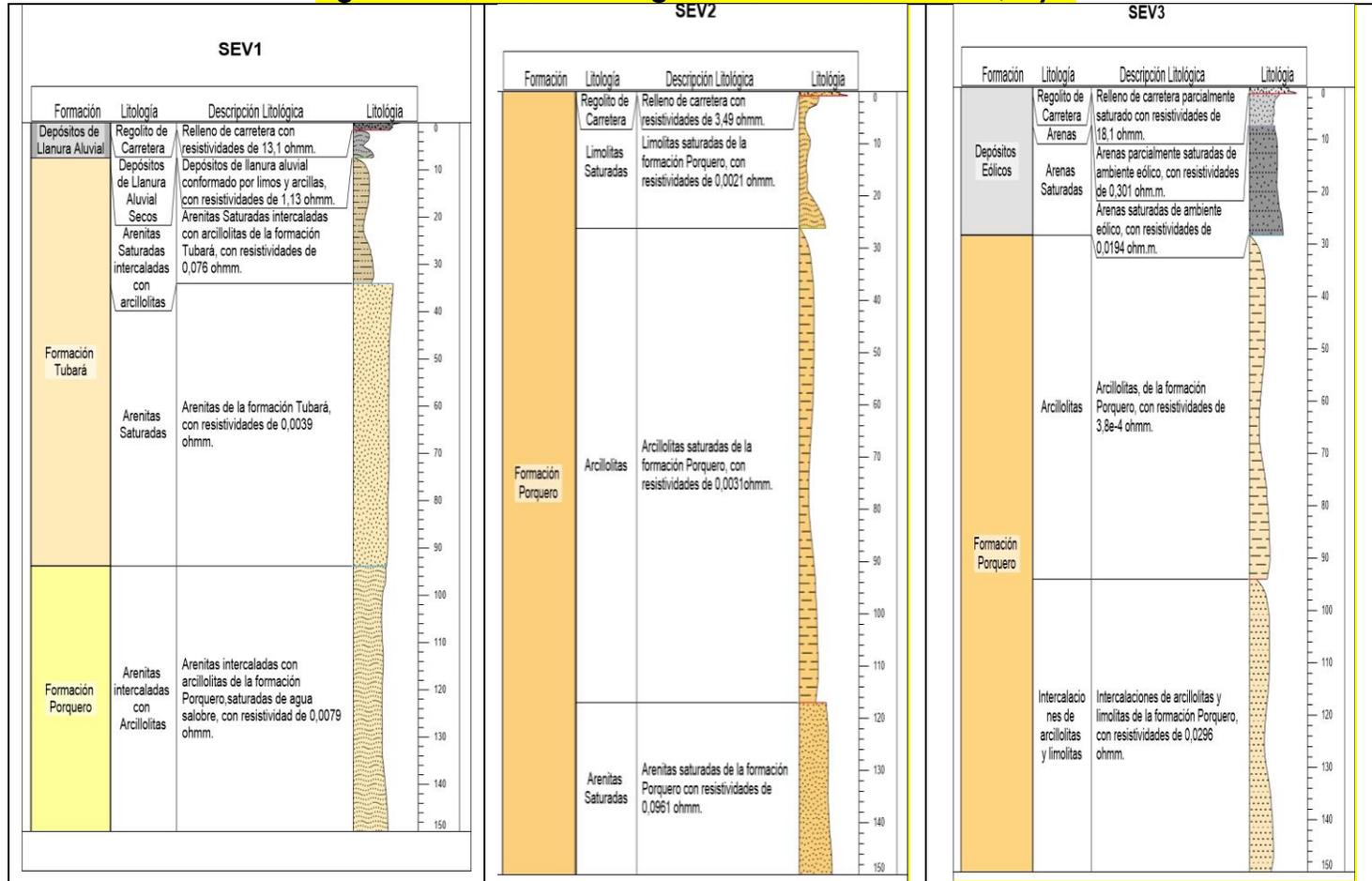
profundidad. La tercera unidad corresponde a Limolitas Saturadas de la formación Porquero, con resistividades de 0,0303 Ohm-metro, hasta los 14,1 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arcillolitas de la formación Porquero con resistividad aparente de 0,0018 Ohm-metro y una profundidad de 100 metros. Por último, se tienen Arenitas Saturadas de la formación Porquero con resistividad aparente de 0,743 Ohm-metro.

- **SEV 20**

Este sondeo se realizó con una apertura AB/2 de 250m, interpretándose cinco (5) capas geoelectricas, mediante la relación entre la litología de la zona y las diferentes resistividades encontradas. Inicia con una capa de aproximadamente 0,833 metros de regolito de carretera con valores de resistividad de 55,2 Ohm-metro. Le siguen Depósitos de Llanura Aluvial secos compuestos de limos y arcillas, con valores de resistividad de 0,81 Ohm-metro, hasta aproximadamente 3,77 metros de profundidad, la tercera capa corresponde a depósitos de llanura aluvial saturados con resistividades de 0,061 Ohm-metro, y llega hasta los 14,4 metros de profundidad. A partir de esta se encuentran Arenitas Lodosas Saturadas de la formación Porquera con resistividad aparente de 0,0029 Ohm-metro y una profundidad de 99,8 metros. Por último, se tienen Arenitas intercaladas con Arcillolitas de la formación Porquera, Saturadas de agua salobre con resistividad aparente de 3,1e-4



Figura 3.2.7- 6 Columnas geoelectricas de los SEV 1, 2 y 3



Fuente: ETSA, 2022



Lewis Energy Colombia, Inc.*

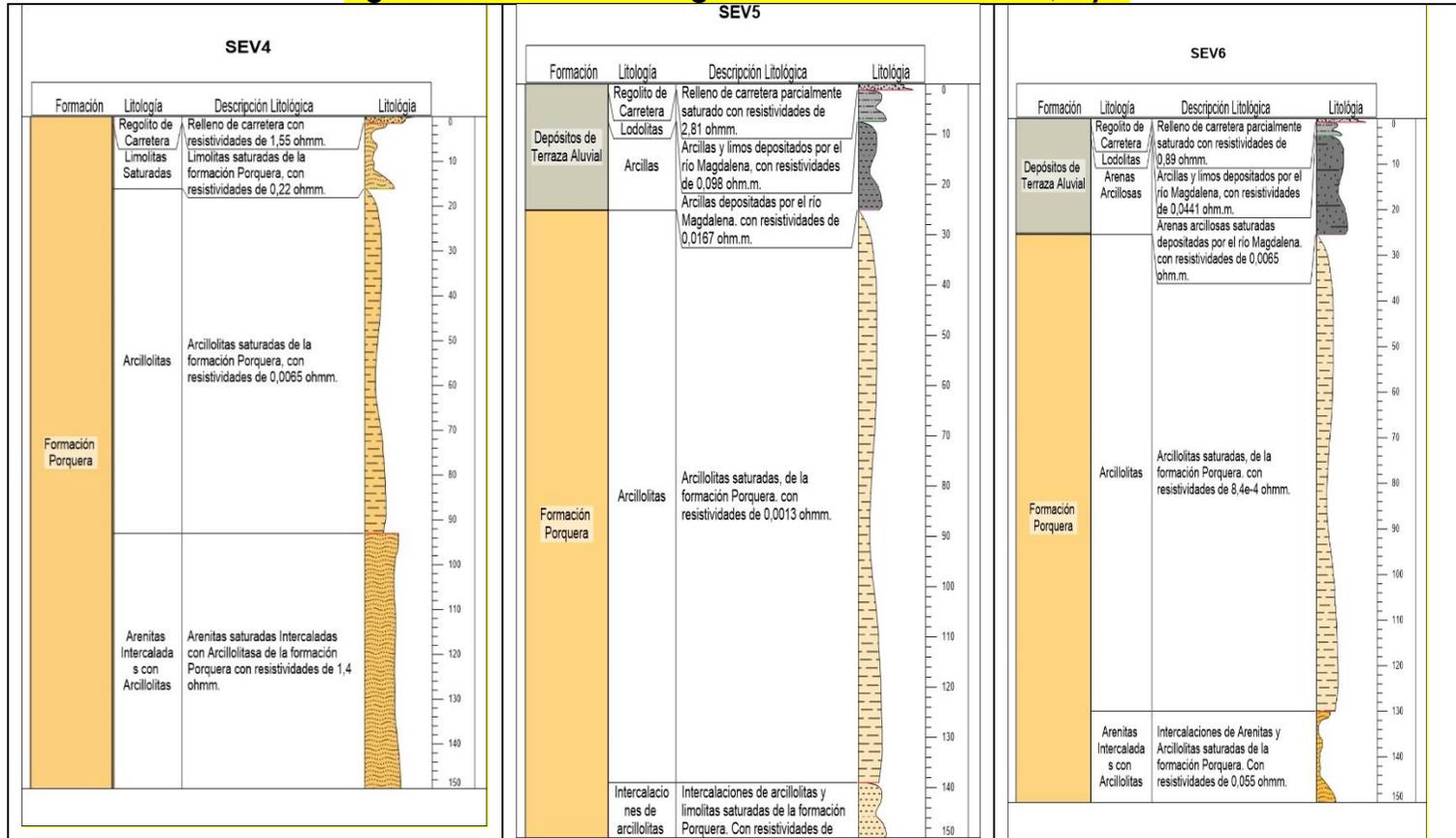
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”



Versión No. 1. 07.2022

CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

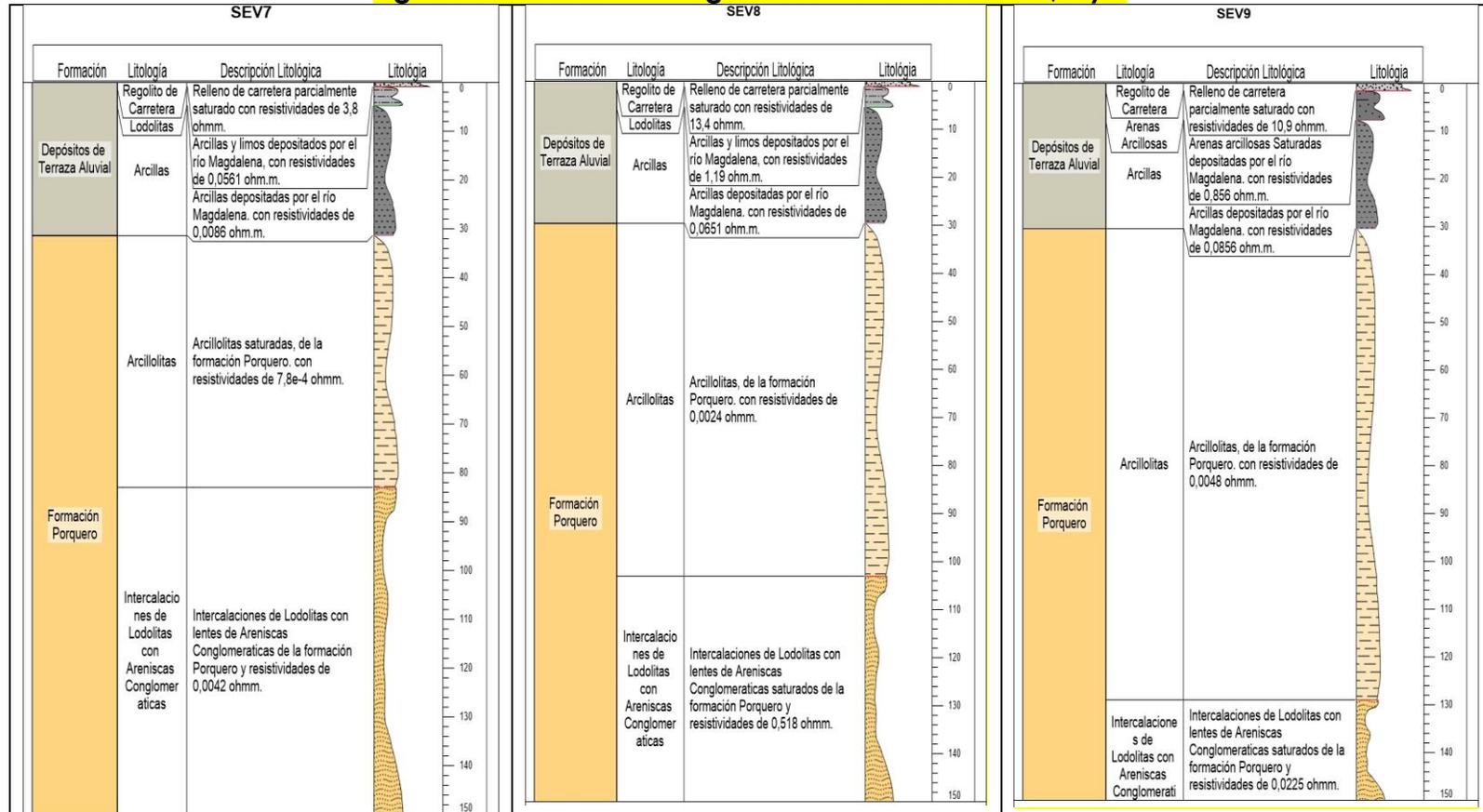
Figura 3.2.7- 7 Columnas geoelectricas de los SEV 4, 5 y 6



Fuente: ETSA, 2022



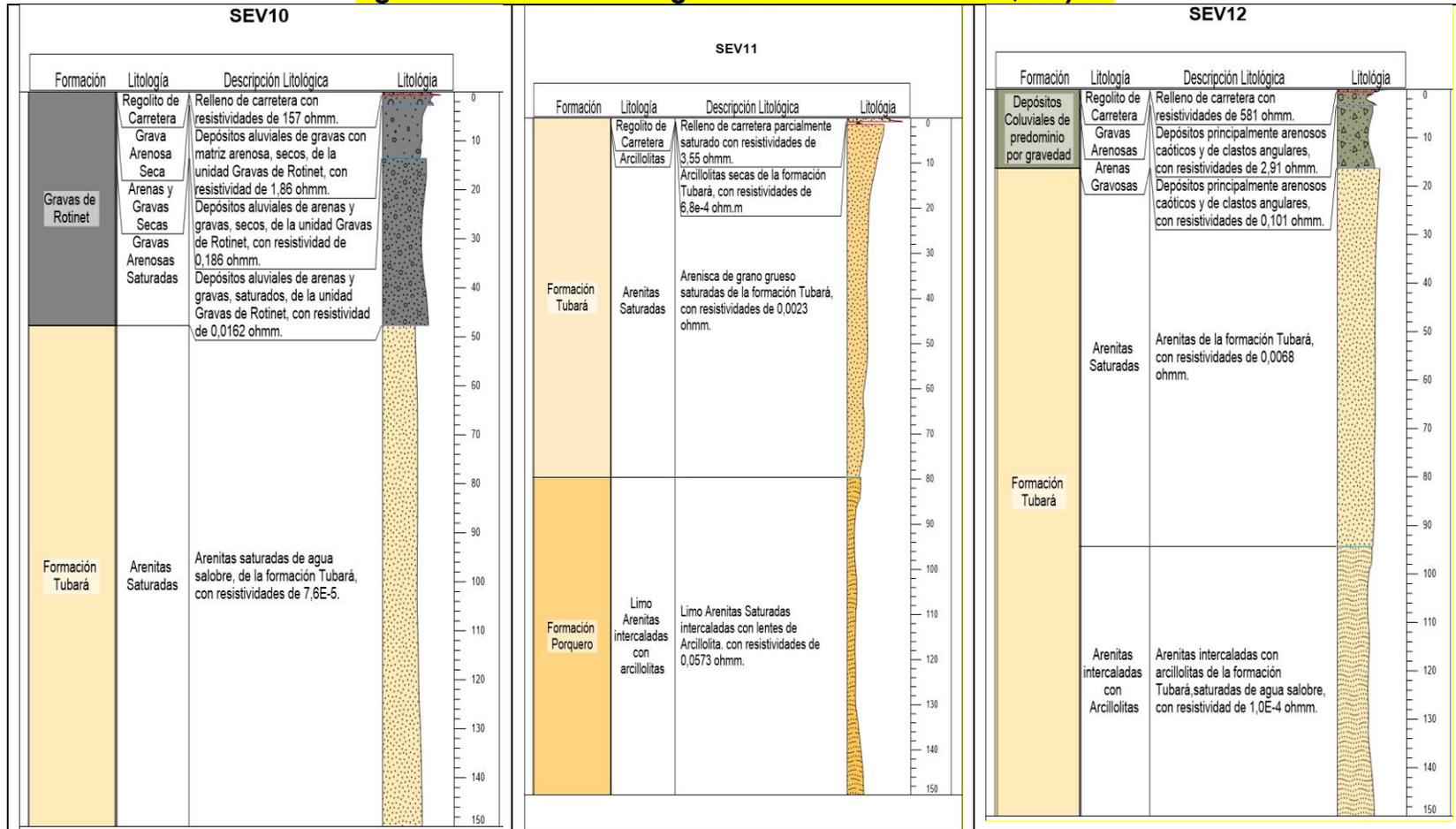
Figura 3.2.7- 8 Columnas geoelectricas de los SEV 7, 8 y 9



Fuente: ETSA, 2022



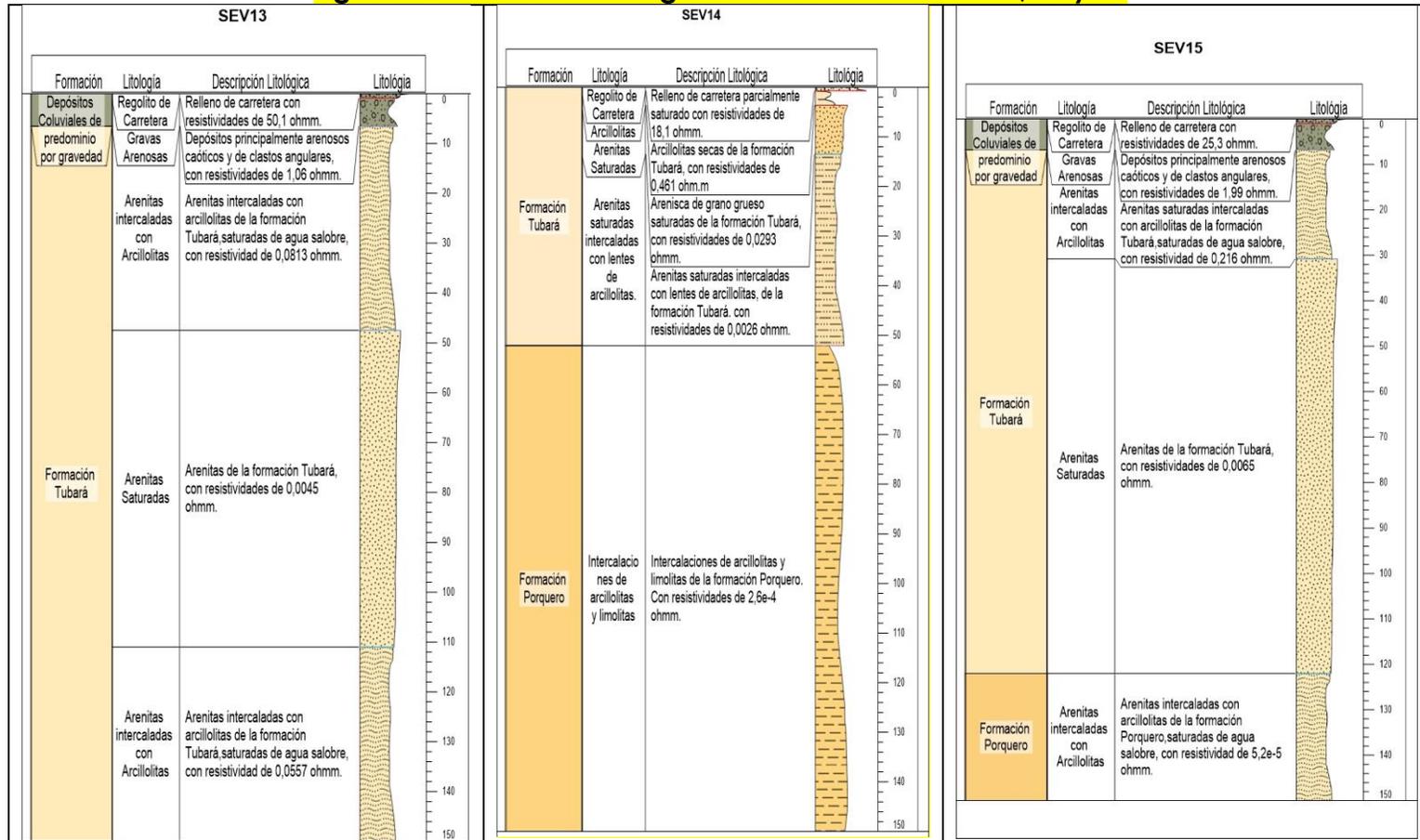
Figura 3.2.7- 9 Columnas geoelectricas de los SEV 10, 11 y 12



Fuente: ETSA, 2022



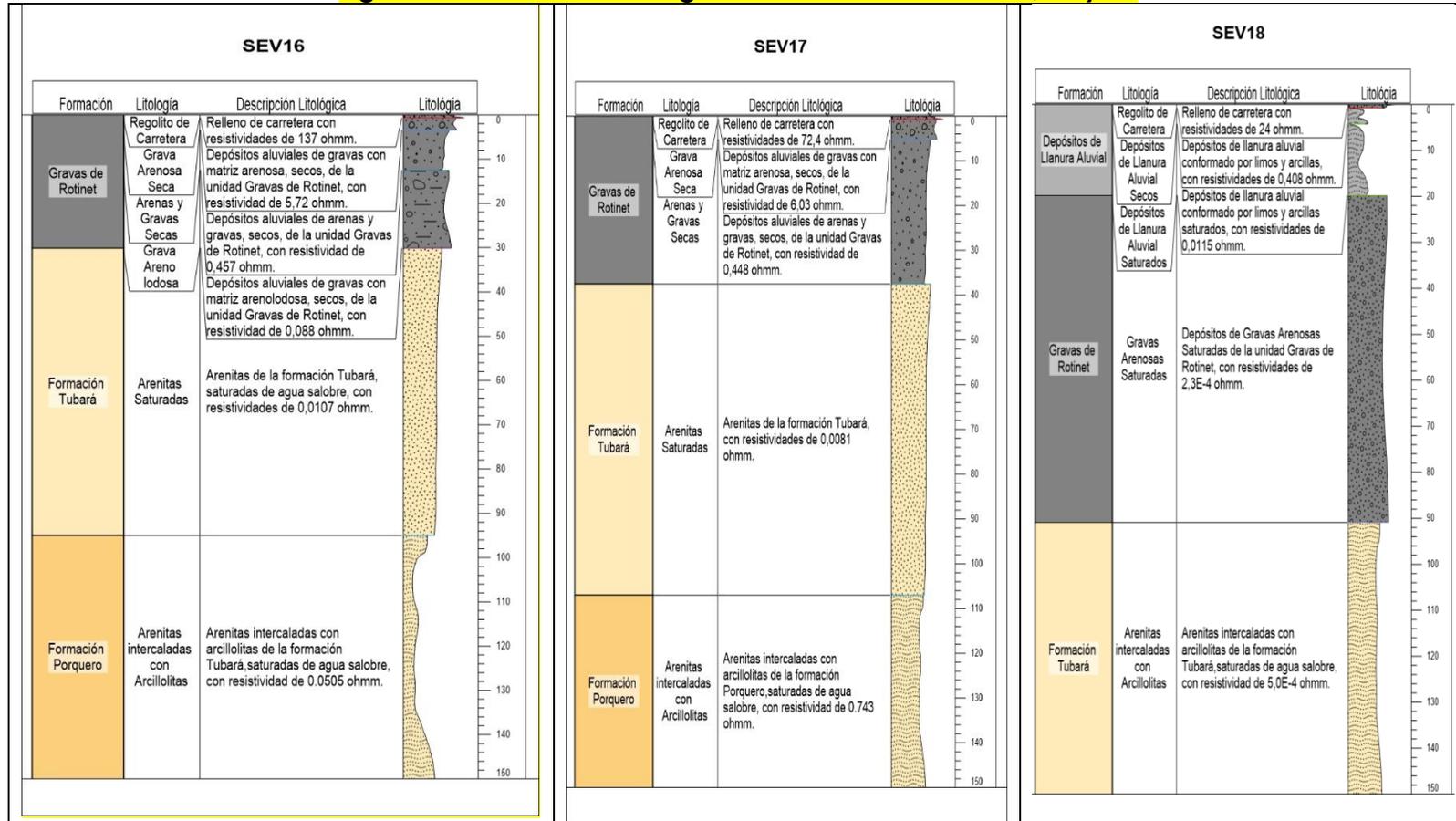
Figura 3.2.7- 10 Columnas geoelectricas de los SEV 13, 14 y 15



Fuente: ETSA, 2022



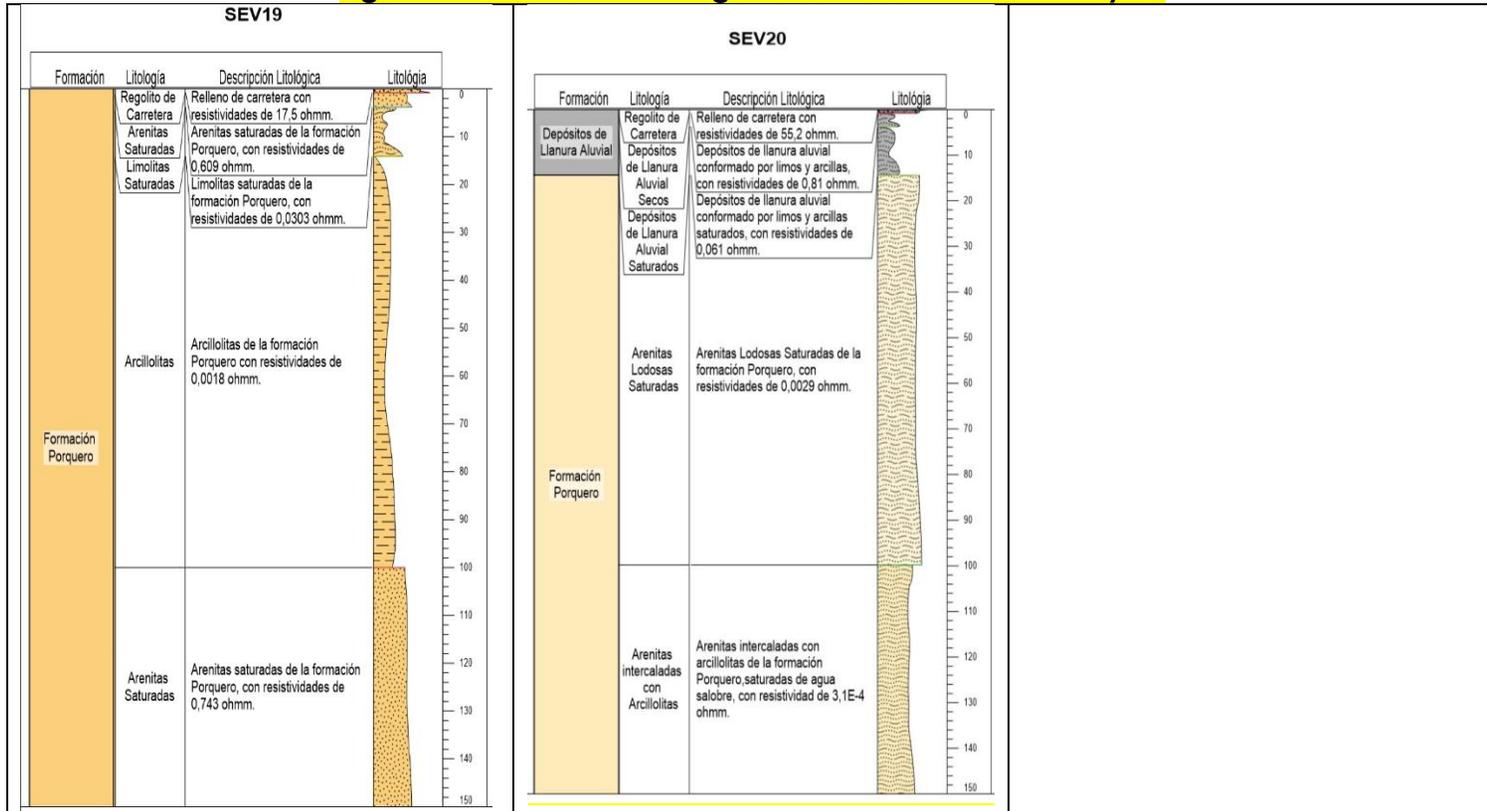
Figura 3.2.7- 11 Columnas geoelectricas de los SEV 16, 17 y 18



Fuente: ETSA, 2022



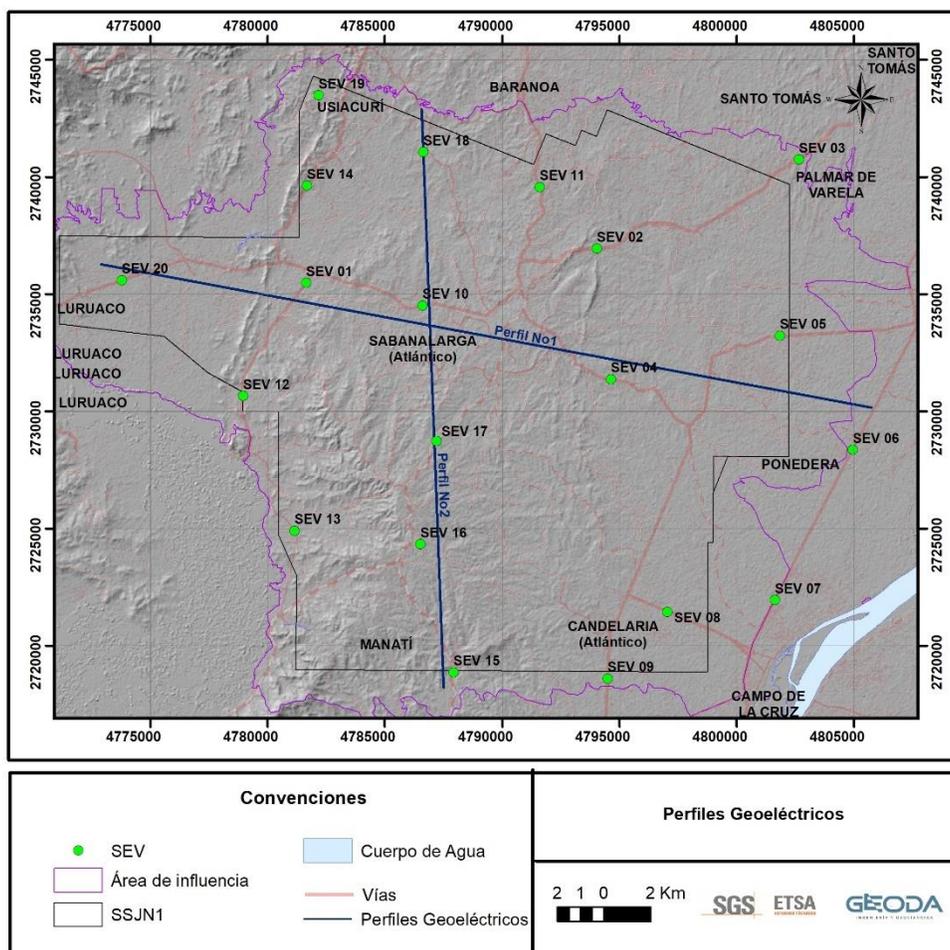
Figura 3.2.7- 12 Columnas geoelectricas de los SEV 19 y 20



Fuente: ETSA, 2022

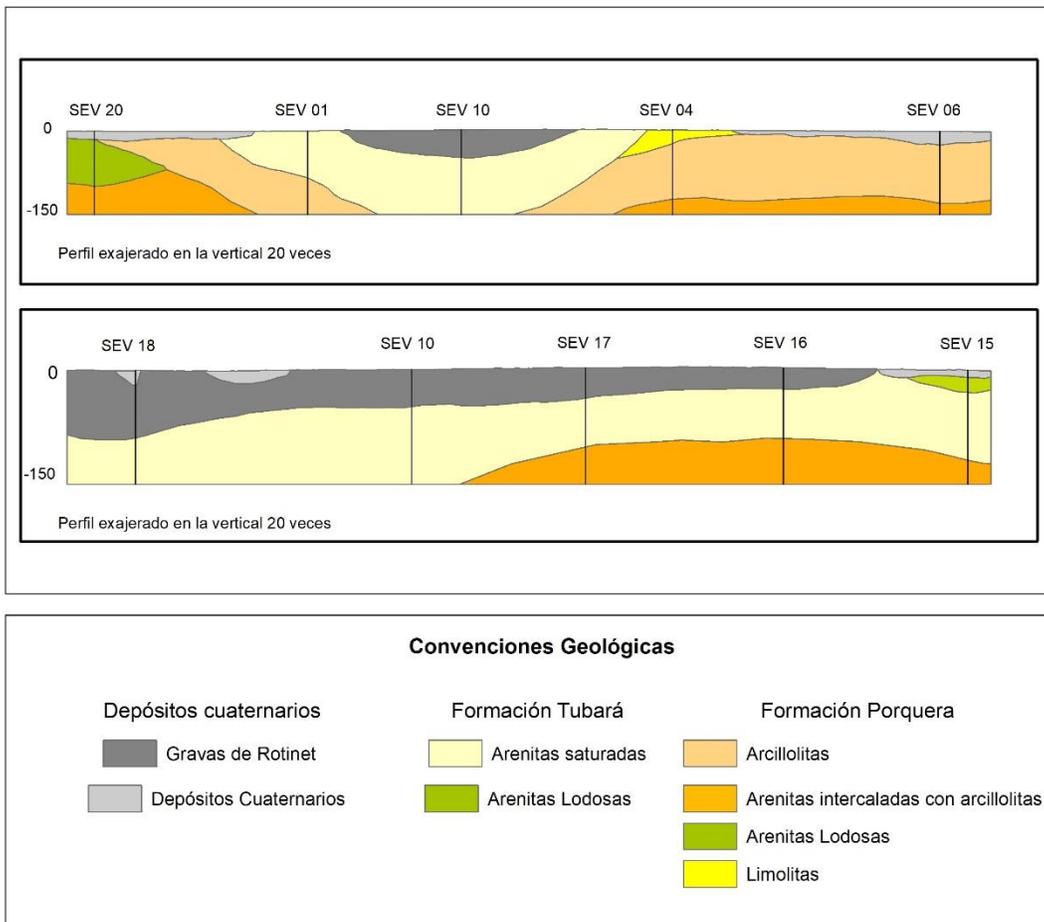
Con la finalidad de construir la geometría de los primeros 150 metros de las unidades hidrogeológicas que hacen parte del área de influencia, fueron desarrollados dos (2) perfiles geológicos – geofísicos en los sentidos norte-sur y este-oeste. La localización de dichos perfiles es la presentada en la **Figura 3.2.7- 13** y **Figura 3.2.7- 14**.

Figura 3.2.7- 13 Localización de perfiles geológico-geofísicos



Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 14 Perfiles geológico - geofísicos



Fuente: ETSA, 2022

Tabla 3.2.7- 5 Correlación litología comportamiento hidrogeológico

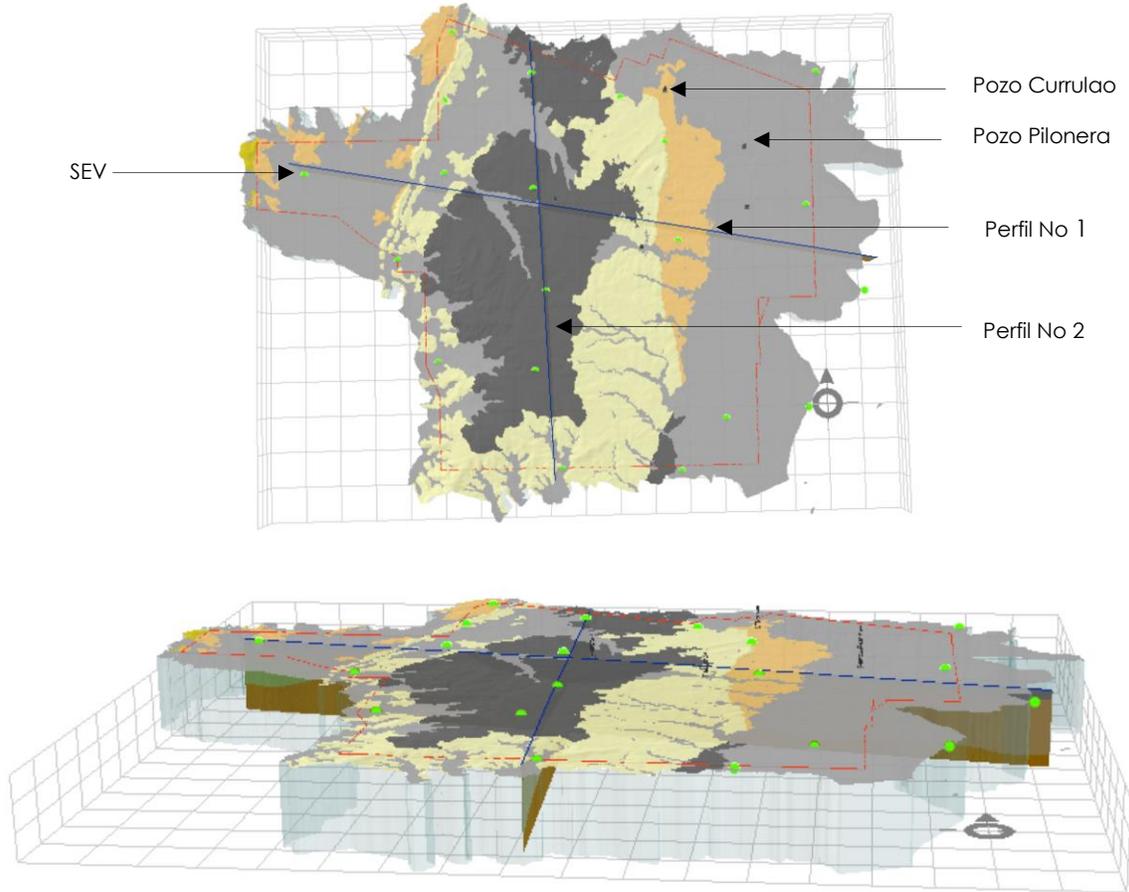
Litología	Comportamiento hidrogeológico
Gravas	Acuífero
Depósitos Cuaternarios	Acuífero
Arenitas saturadas	Acuífero
Arcillolitas	Acuitardo
Arenitas lodosas	Acuitardo
Arenitas intercaladas con arcillolitas	Acuitardo
Limolitas	Acuitardo

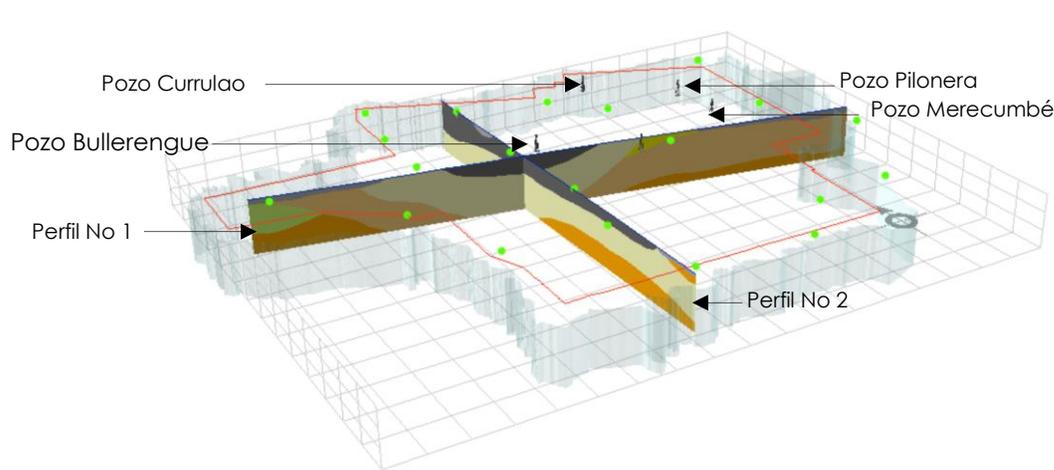
Fuente: ETSA, 2022

Los perfiles geológicos – geofísicos, fueron empalmados con la cartografía geológica. En tal sentido fue construido un modelo geológico – geofísico que

permite ver el comportamiento geométrico en profundidad de las unidades geológicas aflorantes. (Ver **Figura 3.2.7- 15** **Error! Reference source not found.**).

Figura 3.2.7- 15 Representación tridimensional del empalme entre los SEV y la Cartografía geológica





Convenciones Geológicas		
Depósitos cuaternarios	Formación Tubará	Formación Porquera
 Gravas de Rotinet  Depósitos Cuaternarios	 Arenitas saturadas  Arenitas Lodosas	 Arcillolitas  Arenitas intercaladas con arcillolitas  Arenitas Lodosas  Limolitas

Fuente: ETSA, 2022

Del modelo geológico geofísico presentado anteriormente se puede concluir que:

- a. El área de influencia está localizada sobre una estructura sinclinal en la cual se encuentran aflorantes las Gravas de Rotinet y Arenitas saturadas de la formación Tubará.
- b. Infrayaciendo a la formación Tubará se encuentra un paquete potente de arcillolitas de la formación Porquera en su miembro superior.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.2.7.5 Inventario de puntos de agua subterránea

El inventario de puntos de agua subterránea del área de influencia del área de Explotación SSJN1, fue realizado en el mes de junio del 2022 a través de trabajo de campo. El inventario tuvo el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y analizar la información básica de las captaciones de agua subterránea que servirán como insumo en la construcción del modelo hidrogeológico conceptual. La información fue capturada siguiendo los lineamientos del Formulario Único Nacional de Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS). Los siguientes numerales presentan el marco conceptual, los resultados y las conclusiones obtenidas del inventario de puntos de agua subterránea.

3.2.7.5.1 Marco conceptual

Los pozos de agua subterránea y los aljibes fueron entendidos conceptualmente bajo los lineamientos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA como:

- ✓ Pozo: Excavación o perforación en el terreno realizada mecánicamente que alcanza las aguas subterráneas.
- ✓ Aljibe o pozo artesano: son pozos excavados manualmente, con diámetro grande aproximadamente superior a 0,80 metros y poca profundidad, generalmente menor a 40 metros.

3.2.7.5.2 Resultados

Los siguientes numerales presentan las principales características de los 385 puntos de agua subterránea inventariados en junio del año 2022. Fue utilizada como nomenclatura de identificación de los diferentes puntos de agua subterránea las siglas: para pozos PZ- y Aljibes AL- seguidas de un número consecutivo. Los FUNIAS pueden ser consultados en el **Anexo Carteras_Campo\Hidrogeología**.

o Pozos

Dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1 fueron inventariados 103 pozos de agua subterránea, de los cuales el 16 % están abandonados, 67 % están en uso, 9 % están inactivos, 4 % están en reserva, 1 % se encuentran sellados y el 4 % se encuentran en reserva. Dichos pozos están localizados predominantemente sobre la unidad hidrogeológica asociada a Depósitos Cuaternarios, Gravas de Rotinet y Formación Tubará. Los niveles estáticos fueron encontrados a profundidades que varían entre 1,1 y 72,86 metros y se identificó que

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

el agua subterránea es aprovechada a través de bombas sumergibles en 61 pozos, con bomba manual en 2, con bomba de superficie 9 y 31 no cuentan con bomba debido a la condición de los puntos (inactivos, abandonados o en reserva).

Respecto a los usos dados por la comunidad al agua subterránea extraída de los pozos inventariados en la zona, se encuentra que el 7 % de los pozos son utilizados para el consumo humano colectivo o comunitario, el 48 % se usan para satisfacer necesidades domésticas individuales, el 16 % de los pozos son utilizados en el sector agropecuario y el 30 % restante no registra un uso como tal, ya sea por falta de información en la toma de los datos o por el estado de los pozos como tal (abandonados, inactivos, entre otros).

En la **Figura 3.2.7- 16** se presentan un pozo inventariado en el área de influencia del proyecto.

Figura 3.2.7- 16 Pozo de agua subterránea característicos en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1 (PZ 001).



Fuente: ETSA, 2022



Tabla 3.2.7- 6 Principales características de los pozos de agua subterránea inventariados en área de influencia del Área de Explotación SJJN1

ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (m)	Profundidad NE (m)
			X	Y			
PZ_001	Pozo	Privado	4779320,637	2731950,302	24	53	6,74
PZ_002	Pozo	Privado	4781286,182	2721869,79	24	80	13,63
PZ_003	Pozo	Privado	4781661,948	2734851,227	42	70	23,92
PZ_004	Pozo	Privado	4786875,098	2734248,309	89	60	19,84
PZ_005	Pozo	Privado	4781449,2	2739209,536	42	100	6,52
PZ_006	Pozo	Privado	4780992,658	2734704,602	37	33	6,3
PZ_007	Pozo	Privado	4802563,62	2740929,182	41	26	6,53
PZ_008	Pozo	Privado	4798608,157	2738069,088	53	12	2
PZ_009	Pozo	Privado	4794556,113	2719407,058	36	30	
PZ_010	Pozo	Privado	4790033,237	2724203,884	88		
PZ_011	Pozo	Privado	4790183,182	2724203,368	85		
PZ_012	Pozo	Privado	4791012,865	2742911,842	98	63	36,15
PZ_013	Pozo	Privado	4792744,694	2742183,044	82	30	12,08
PZ_014	Pozo	Privado	4792734,802	2742213,067	82	36	13,43
PZ_015	Pozo	Privado	4797036,663	2737757,683	74	73	6,65
PZ_016	Pozo	Privado	4796960,706	2737761,946	75	10	7
PZ_017	Pozo	Privado	4797458,286	2736546,668	62	9	1,5
PZ_018	Pozo	Privado	4800543,926	2738788,063	47	23	6,1
PZ_019	Pozo	Privado	4801201,838	2739408,528	43	25	2,5
PZ_020	Pozo	Privado	4801671,73	2740002,658	44	21	6
PZ_021	Pozo	Privado	4802178,913	2740397,734	42	32	6,66
PZ_022	Pozo	Privado	4802361,029	2740451,077	43	32	6,85
PZ_023	Pozo	Privado	4803035,99	2740801,582	35	30	2
PZ_024	Pozo	Privado	4803065,803	2740751,497	36	30	5,8
PZ_025	Pozo	Público	4787851,28	2718758,293	64		
PZ_026	Pozo	Privado	4787815,003	2718965,346	67	30	
PZ_027	Pozo	Privado	4787549,129	2719558,052	75	35	
PZ_028	Pozo	Privado	4781474,795	2721775,173	34	71,2	22
PZ_029	Pozo	Privado	4781299,202	2721876,743	24		
PZ_030	Pozo	Privado	4781538,314	2726575,377	46	53	
PZ_031	Pozo	Privado	4788272,342	2731993,386	123	35	20,02
PZ_032	Pozo	Privado	4788233,777	2731949,392	126	25	
PZ_035	Pozo	Privado	4780907,777	2736455,325	42	45	15,3
PZ_036	Pozo	Privado	4802885,632	2740682,154	35	30	5



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (m)	Profundida d NE (m)
			X	Y			
PZ_037	Pozo	Privado	4802886,596	2740672,154	35	36	5,1
PZ_038	Pozo	Privado	4802906,78	2740727,062	35	30	5,54
PZ_039	Pozo	Privado	4801811,718	2740301,054	44	17	1,1
PZ_040	Pozo	Privado	4797616,008	2738779,28	62	20	2,1
PZ_041	Pozo	Privado	4792713,237	2726800,711	73		
PZ_042	Pozo	Privado	4789855,34	2729716,551	108	14	0
PZ_043	Pozo	Privado	4784482,865	2727878,955	168	120	72,86
PZ_044	Pozo	Privado	4784699,377	2728031,306	157	54	
PZ_047	Pozo	Privado	4783278,577	2743209,817	74	70	11,02
PZ_048	Pozo	Privado	4782713,302	2741362,409	57	45	1,7
PZ_049	Pozo	Privado	4782155,943	2740634,598	61	56	19,8
PZ_050	Pozo	Privado	4791535,008	2735555,647	105	60	15
PZ_051	Pozo	Privado	4791524,891	2735808,592	102	30	
PZ_052	Pozo	Público	4790753,264	2732671,392	92		
PZ_053	Pozo	Público	4790758,256	2732669,376	92		
PZ_054	Pozo	Privado	4787990,508	2727841,659	130	120	18
PZ_055	Pozo	Privado	4784740,18	2728081,92	155	60	42,08
PZ_056	Pozo	Privado	4784092,54	2728098,178	184	45	
PZ_057	Pozo	Privado	4783851,951	2728808,58	166	35	23,18
PZ_058	Pozo	Privado	4781129,552	2736411,567	35	18	1,45
PZ_059	Pozo	Privado	4781540,059	2736021,266	38	60	5,47
PZ_060	Pozo	Privado	4797310,294	2741405,363	66	40	15
PZ_061	Pozo	Privado	4791712,156	2739060,775	89	30	9,07
PZ_062	Pozo	Privado	4788101,83	2729680,634	124	100	60
PZ_063	Pozo	Privado	4787971,365	2729822,037	115	60	5
PZ_064	Pozo	Privado	4788504,174	2730397,991	108	60	39
PZ_065	Pozo	Privado	4783802,374	2729272,265	178	100	
PZ_066	Pozo	Privado	4784026,849	2729818,259	171	34	30,7
PZ_067	Pozo	Privado	4783993,558	2730261,934	162	60	16,87
PZ_068	Pozo	Privado	4783934,437	2730255,674	162	114	
PZ_069	Pozo	Privado	4784036,093	2730240,652	163	30	15,4
PZ_070	Pozo	Privado	4780541,244	2730797,444	48	48	17,72
PZ_071	Pozo	Privado	4790811,523	2736778,729	94	80	15,5
PZ_072	Pozo	Privado	4790773,645	2736809,85	94	60	18
PZ_073	Pozo	Privado	4791951,178	2738518,135	92	40	20,07
PZ_074	Pozo	Privado	4791601,459	2741140,416	93	96	14



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (m)	Profundida d NE (m)
			X	Y			
PZ_075	Pozo	Privado	4791363,808	2742359,811	93	70	8
PZ_076	Pozo	Privado	4791157,758	2742324,545	100	50	10
PZ_077	Pozo	Privado	4802779,716	2740694,519	37	18	2,7
PZ_078	Pozo	Privado	4789382,767	2730657,856	100	55	15
PZ_079	Pozo	Privado	4789361,162	2730769,892	105	43	
PZ_080	Pozo	Privado	4779435,502	2728168,124	15	75	1,23
PZ_081	Pozo	Privado	4779851,791	2728290,645	20	75	4,34
PZ_082	Pozo	Privado	4785585,264	2734456,72	73	35	17,15
PZ_083	Pozo	Privado	4786102,653	2735194,67	87	69	16,92
PZ_084	Pozo	Privado	4787180,008	2734828,049	79	27	16,32
PZ_085	Pozo	Privado	4801198,349	2729485,372	35	70	7
PZ_086	Pozo	Privado	4798021,165	2732545,216	58	78	9
PZ_087	Pozo	Privado	4780197,796	2734957,283	29	35	3,15
PZ_088	Pozo	Privado	4782882,254	2735342,821	53	80	5,63
PZ_089	Pozo	Privado	4787948,926	2734593,457	83	45	20,03
PZ_090	Pozo	Privado	4787959,932	2734596,418	83	45	19,8
PZ_091	Pozo	Privado	4787747,245	2734665,133	82	50	19,24
PZ_092	Pozo	Privado	4788430,449	2738525,412	62	100	11,1
PZ_093	Pozo	Privado	4790694,46	2735599,556	103	30	12,1
PZ_094	Pozo	Privado	4801586,661	2722665,668	20	80	9
PZ_095	Pozo	Privado	4788274,322	2735315,075	78	30	8,51
PZ_096	Pozo	Privado	4788225,201	2735275,259	81	30	8,93
PZ_097	Pozo	Privado	4788243,561	2735093,259	83	30	9,25
PZ_098	Pozo	Privado	4790784,019	2735769,184	103	38	12,05
PZ_099	Pozo	Privado	4791275,25	2737321,92	90	60	13
PZ_100	Pozo	Privado	4790613,995	2736319,58	102	50	11
PZ_101	Pozo	Privado	4783641,354	2729932,401	158	100	60,8
PZ_102	Pozo	Privado	4783615,108	2729762,26	165	75	29,81
PZ_103	Pozo	Privado	4783320,156	2732239,139	94	80	8,64
PZ_104	Pozo	Privado	4781152,899	2734789,017	37	28	14,02
PZ_105	Pozo	Público	4790034,958	2724379,685	88		2,28
PZ_106	Pozo	Privado	4787986,368	2733676,095	89	60	26,03
PZ_107	Pozo	Privado	4785883,193	2730459,008	102	68	9

Los espacios vacíos en la tabla corresponden a información que no fue posible capturar en trabajo de campo debido al desconocimiento de las personas entrevistadas o la presencia de infraestructura abandonada de la cual no se tenía conocimiento de su estado o dificultades para el ingreso a los predios por no contar con el permiso del propietario.

Fuente: ETSA, 2022

o Aljibes

Dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1, fueron registrados bajo el FUNIAS 282 aljibes pertenecientes a la comunidad, de los cuales 67 % están en uso, 13,3 % se encuentran abandonados, 0,4 colapsados, 8,1 % se encuentran inactivos, el 6 % se encuentran en reserva, el 0,4 % se encuentran sellados y un 4,9 % no fue posible capturar la información. La totalidad de los aljibes están localizados sobre la unidad hidrogeológica asociadas a Depósitos Cuaternarios, Gravas de Rotinet y Formación Tubará. Apenas un aljibe se encuentra sobre la Formación Porquera y este se encuentra sin uso y tienen una profundidad que varía entre 1 y 38 metros. Se identificó que 79 aljibes cuentan con bomba manual para realizar la extracción del agua, 55 con sumergible, 97 tienen bomba de superficie y en 51 no fue posible registrar esta información.

Respecto a los usos dados por la comunidad al agua subterránea aprovechada del acuífero a través de los pozos inventariados en la zona, se encuentra que el 2 % usos agropecuarios individuales, comprendidas la acuicultura y la pesca, el 56 % Utilización para necesidades domésticas individuales, el 42 % no registra un uso como tal considerando que se encuentran abandonados, inactivos en reserva o sin información. En la **Fotografía 3.2.7- 1** se presentan dos aljibes registrados en el área de influencia del proyecto.

Fotografía 3.2.7- 1 Aljibes característicos en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1 (AL 001)



Fuente: ETSA, 2022

A continuación, en la **Tabla 3.2.7- 7** se presentan las principales características de los aljibes de agua subterránea inventariados en el área de influencia del proyecto:

Tabla 3.2.7- 7 Principales características de los aljibes inventariados en área de influencia del Área de Explotación SSJN1

ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_001	Aljibe	Privado	4778985,249	2731807,511	32	16	13,5
AL_002	Aljibe	Público	4779293,259	2731550,526	38	16	11,2
AL_003	Aljibe	Público	4779262,441	2731888,524	25	15	9,3
AL_004	Aljibe	Público	4779216,705	2732248,567	26	10	3,85
AL_005	Aljibe	Privado	4779261,79	2732277,401	26	10	4,1
AL_006	Aljibe	Privado	4779305,859	2732301,24	26	10	3,25
AL_007	Aljibe	Público	4777755,639	2735261,679	22	9	2,85
AL_008	Aljibe	Público	4777616,429	2735476,095	24	9	2,9
AL_009	Aljibe	Público	4780621,144	2734234,047	33	6	3,87
AL_010	Aljibe	Público	4786848,885	2734184,422	91	18	
AL_011	Aljibe	Privado	4780662,544	2732625,428	55	21	12,7
AL_012	Aljibe	Privado	4779937,055	2733280,733	32	18	7
AL_013	Aljibe	Público	4779068,98	2731449,336	39	25	21,7
AL_014	Aljibe	Privado	4779545,91	2728585,607	17	4	2
AL_015	Aljibe	Público	4779519,909	2728582,698	18	4	1,84
AL_016	Aljibe	Privado	4779844,522	2729079,414	18	10	8,3
AL_017	Aljibe	Privado	4780127,575	2729410,328	31	5,5	4,7
AL_018	Aljibe	Privado	4780686,489	2730593,008	55	25	18,55
AL_019	Aljibe	Público	4797901,836	2737900,614	56	31	1,5
AL_020	Aljibe	Público	4797947,651	2737852,472	56	10	3,5
AL_021	Aljibe	Público	4797757,725	2737853,134	59	4	1
AL_022	Aljibe	Público	4797389,373	2737999,363	69	10	3
AL_023	Aljibe	Privado	4797295,396	2737995,692	71	10	7,5
AL_024	Aljibe	Público	4796154,455	2719095,688	28	25	13,3
AL_025	Aljibe	Privado	4792772,647	2721993,244	63	12	0
AL_026	Aljibe	Público	4790147,528	2721685,381	88	6	4,6
AL_027	Aljibe	Privado	4793590,577	2743094,753	92	16	13,24
AL_028	Aljibe	Privado	4793470,411	2741605,715	78	5	2,2
AL_029	Aljibe	Privado	4793000,022	2741159,521	96	30	22,1
AL_030	Aljibe	Privado	4792875,399	2740682,129	94	25	11,9
AL_031	Aljibe	Privado	4796464,963	2737782,667	67	12	5,01
AL_032	Aljibe	Privado	4796798,291	2737912,456	70	10	4,85
AL_033	Aljibe	Público	4797028,258	2737640,756	72	18	8,15
AL_034	Aljibe	Privado	4796964,684	2737755,935	74	25	7,22
AL_035	Aljibe	Público	4797020,126	2737888,692	74	12	8,5
AL_036	Aljibe	Privado	4797089,068	2737879,455	73	10	7,1
AL_037	Aljibe	Privado	4797261,966	2737581,964	75	22	7,05
AL_038	Aljibe	Privado	4797282,056	2737609,883	73	10	6,5
AL_039	Aljibe	Privado	4786926,887	2728134,234	147	19	16,5
AL_040	Aljibe	Privado	4786726,37	2728253,887	145	27	23,7
AL_041	Aljibe	Privado	4789255,136	2722352,216	113	9	7
AL_042	Aljibe	Privado	4789059,289	2723248,575	115	15	7
AL_043	Aljibe	Privado	4787571,85	2723841,491	153		26
AL_044	Aljibe	Privado	4785757,232	2725512,172	191	20	37



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_045	Aljibe	Privado	4784429,747	2724950,941	101	33	
AL_046	Aljibe	Público	4784216,032	2725012,657	100	29	28
AL_047	Aljibe	Público	4783966,212	2725040,509	90		24
AL_048	Aljibe	Privado	4800284,23	2737699,386	42	8	4,3
AL_049	Aljibe	Privado	4801276,227	2738381,665	39	18	5,4
AL_050	Aljibe	Privado	4800578,167	2738574,026	48	15	6,5
AL_051	Aljibe	Privado	4801178,872	2739415,606	43	30	4
AL_052	Aljibe	Privado	4801422,612	2739654,663	47	12	5,45
AL_053	Aljibe	Privado	4803013,059	2740818,655	34	7	1,13
AL_054	Aljibe	Privado	4787896,723	2717433,597	50		9
AL_055	Aljibe	Privado	4785793,382	2722366,121	129	15	10,6
AL_056	Aljibe	Privado	4783428,341	2722994,048	94	38	
AL_057	Aljibe	Público	4781507,135	2726520,503	47	30	22,5
AL_058	Aljibe	Privado	4781700,039	2726800,744	57	16	13,5
AL_059	Aljibe	Privado	4781876,027	2726524,228	61	14	13
AL_060	Aljibe	Privado	4781942,687	2726721,932	57	9	8,7
AL_061	Aljibe	Privado	4782061,657	2726724,521	60	14	
AL_062	Aljibe	Privado	4788596,637	2732244,612	113	9	4,545
AL_063	Aljibe	Privado	4788622,452	2732173,676	112	6,4	4,94
AL_064	Aljibe	Privado	4788164,639	2731388,04	129	13	12,71
AL_065	Aljibe	Privado	4787323,199	2730842,566	130	4,9	
AL_066	Aljibe	Privado	4787441,684	2730351,923	143	36	33
AL_067	Aljibe	Privado	4787500,974	2730227,916	139	20	13,66
AL_068	Aljibe	Privado	4787465,524	2730175,056	138	20	15,44
AL_069	Aljibe	Privado	4786798,427	2730273,779	134	14	12,83
AL_070	Aljibe	Privado	4775463,67	2736213,355	26	7	2,8
AL_071	Aljibe	Privado	4777388,726	2736115,685	25	7	0,97
AL_072	Aljibe	Privado	4780296,757	2736392,473	42	17	15,2
AL_073	Aljibe	Privado	4780905,503	2736376,359	42	12	
AL_074	Aljibe	Privado	4780768,682	2737850,354	37	6	4,2
AL_075	Aljibe	Privado	4780618,628	2737820,887	34	3,5	1,03
AL_076	Aljibe	Privado	4780932,933	2737937,753	34	3	0,44
AL_077	Aljibe	Privado	4801869,971	2740379,82	42	15	1
AL_078	Aljibe	Privado	4797556,498	2738913,438	64	7	1
AL_079	Aljibe	Privado	4797429,673	2738949,866	66	6	0,9
AL_080	Aljibe	Privado	4797554,255	2738843,472	62	12	4,8
AL_081	Aljibe	Privado	4797759,834	2738744,792	61	3	0,87
AL_082	Aljibe	Privado	4796432,969	2738067,672	70	8	4,08
AL_083	Aljibe	Privado	4796408,003	2738074,757	69	8	4
AL_084	Aljibe	Privado	4792780,853	2726696,515	76	16	
AL_085	Aljibe	Privado	4792234,996	2728127,885	104		
AL_086	Aljibe	Privado	4790003,789	2730438,782	92	20	4,2
AL_087	Aljibe	Privado	4789886,686	2730397,203	95	24	2,5
AL_088	Aljibe	Privado	4790110,442	2730638,342	91		5,5
AL_089	Aljibe	Privado	4789900,169	2730538,106	93	14	5,7
AL_090	Aljibe	Privado	4786710,438	2730304,521	132		



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_091	Aljibe	Privado	4785206,906	2729394,982	133	32	27,22
AL_092	Aljibe	Privado	4785361,98	2728827,791	156	23	20
AL_093	Aljibe	Privado	4784750,85	2728732,115	151	18	13,6
AL_094	Aljibe	Privado	4785225,565	2727667,47	169	20	
AL_095	Aljibe	Privado	4784992,336	2727119,313	193	14,5	7,72
AL_096	Aljibe	Privado	4784967,867	2727230,056	186	14,85	8,16
AL_097	Aljibe	Privado	4784644,599	2727846,969	162	20	41,3
AL_098	Aljibe	Privado	4781314,891	2738535,225	37	2,5	0,43
AL_099	Aljibe	Privado	4781207,969	2738547,594	37	4	1,05
AL_100	Aljibe	Privado	4783934,498	2742392,794	66	30	3,4
AL_101	Aljibe	Privado	4784129,552	2742141,196	65	30	3,15
AL_102	Aljibe	Privado	4783221,121	2743074,063	75	15	13,02
AL_103	Aljibe	Privado	4782913,904	2741267,74	58	14	7,9
AL_104	Aljibe	Privado	4790957,018	2736361,371	98	23	9,81
AL_105	Aljibe	Privado	4791506,123	2735585,737	104	24	15,54
AL_106	Aljibe	Privado	4796036,058	2738051,062	67	14	3
AL_107	Aljibe	Privado	4794558,284	2733360,934	71	1	0,8
AL_108	Aljibe	Privado	4791643,369	2735958,126	98	25	
AL_109	Aljibe	Público	4790846,47	2732452,147	91		3
AL_110	Aljibe	Privado	4789861,485	2731490,904	101	28	
AL_111	Aljibe	Privado	4787650,203	2729454,276	123	12	6
AL_112	Aljibe	Privado	4787857,901	2729387,581	125	10	
AL_113	Aljibe	Privado	4787870,446	2729257,582	131	10,5	8
AL_114	Aljibe	Privado	4788299,908	2728856,236	120		4
AL_115	Aljibe	Privado	4787978,992	2729426,148	125		10
AL_116	Aljibe	Privado	4788000,444	2729559,028	124	15	14
AL_117	Aljibe	Privado	4788408,934	2729741,55	122	14	11,7
AL_118	Aljibe	Privado	4783610,931	2727725,225	137	2,8	1
AL_119	Aljibe	Privado	4784172,212	2728239,228	174	20	
AL_120	Aljibe	Privado	4783890,281	2728296,308	173	20	35,7
AL_121	Aljibe	Privado	4783735,794	2728090,485	166	20	30,37
AL_122	Aljibe	Privado	4783682,247	2728790,857	174	20	27,27
AL_123	Aljibe	Privado	4783745,67	2728957,444	173	28	25,93
AL_124	Aljibe	Privado	4783771,746	2729101,045	177	35	25,98
AL_125	Aljibe	Privado	4783845,295	2728794,246	167	35	21,82
AL_126	Aljibe	Privado	4784482,865	2727878,955	168	26	21,35
AL_127	Aljibe	Privado	4784027,194	2729182,367	177	26	18,7
AL_128	Aljibe	Privado	4783914,938	2729251,645	178	24	19,74
AL_129	Aljibe	Privado	4781924,86	2740016,61	51	15	11,5
AL_130	Aljibe	Privado	4781957,87	2740022,492	52	15	10,02
AL_131	Aljibe	Privado	4781470,855	2739399,398	47	15	5,7
AL_132	Aljibe	Privado	4780456,492	2738340,283	34	5	1,1
AL_133	Aljibe	Privado	4780570,503	2738640,787	39	8	5,45
AL_134	Aljibe	Privado	4780815,865	2737907,171	37	5	2,54
AL_135	Aljibe	Privado	4780998,123	2737998,506	33	2,7	0,2
AL_136	Aljibe	Privado	4780965,131	2737997,621	34	3	0,3



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_137	Aljibe	Privado	4781346,939	2736255,861	35	8	4,04
AL_138	Aljibe	Privado	4797927,732	2741597,132	61	6	1,95
AL_139	Aljibe	Privado	4796662,18	2741303,667	67	15	8,1
AL_140	Aljibe	Privado	4795188,253	2740881,975	87	8	2,8
AL_141	Aljibe	Privado	4793539,12	2740384,918	100	12	4,4
AL_142	Aljibe	Privado	4791570,546	2738871,337	90	25	7,1
AL_143	Aljibe	Privado	4791524,535	2738863,5	86	25	6,7
AL_145	Aljibe	Público	4788038,753	2729651,863	123		12
AL_146	Aljibe	Privado	4788354,878	2730297,543	110		2
AL_147	Aljibe	Privado	4789040,257	2730187,208	104		4
AL_148	Aljibe	Privado	4789325,88	2730396,146	103	20	14
AL_149	Aljibe	Privado	4789401,71	2730354,897	100	20	7
AL_150	Aljibe	Privado	4783848,339	2729274,185	179	27	23
AL_151	Aljibe	Privado	4783974,656	2729351,902	174	18	15,33
AL_152	Aljibe	Privado	4783841,418	2729562,868	174	28	23,4
AL_153	Aljibe	Privado	4784024,114	2729559,497	165	18	13,74
AL_154	Aljibe	Privado	4783930,403	2729619,81	171	18,45	16,67
AL_155	Aljibe	Privado	4784004,07	2729676,849	167	17	Seco
AL_156	Aljibe	Privado	4784066,6	2729702,994	161	16,83	Seco
AL_157	Aljibe	Privado	4784069,847	2729697,444	160	5,8	Seco
AL_158	Aljibe	Privado	4784044,291	2729808,195	171	38	19,36
AL_159	Aljibe	Privado	4784068,437	2729820,207	172	19,5	16,9
AL_160	Aljibe	Privado	4783896,095	2729903,136	160	16,1	8,05
AL_161	Aljibe	Privado	4783952,249	2729959,181	166	16	
AL_162	Aljibe	Privado	4783999,386	2730145,778	168	27	18,27
AL_163	Aljibe	Privado	4775669,764	2738267,997	36	18	3,01
AL_164	Aljibe	Privado	4775745,764	2738274,73	35	4	0,3
AL_165	Aljibe	Privado	4780051,671	2734907,808	32	15	1,6
AL_166	Aljibe	Privado	4780307,363	2729943,532	46	20	17,9
AL_167	Aljibe	Privado	4781750,512	2730700,286	86	20	48,05
AL_168	Aljibe	Privado	4781490,104	2731135,045	70	34	30,5
AL_169	Aljibe	Privado	4781973,533	2731593,219	103	20	64,64
AL_170	Aljibe	Privado	4782160,603	2731919,462	91	20	47,75
AL_172	Aljibe	Privado	4791810,06	2741047,72	90	15	9,1
AL_173	Aljibe	Privado	4802770,503	2740632,575	38	7	2,8
AL_174	Aljibe	Privado	4789247,31	2730512,377	102		
AL_175	Aljibe	Privado	4789369,996	2730722,878	102	38	15,7
AL_176	Aljibe	Privado	4788196,195	2730084,167	111	8	2
AL_177	Aljibe	Privado	4784161,375	2730155,81	173	36	24
AL_178	Aljibe	Privado	4784233,408	2730127,706	168	21,7	16,46
AL_179	Aljibe	Privado	4784280,072	2730412,73	160	11,3	11,2
AL_180	Aljibe	Privado	4784046,985	2730750,4	153	13,4	12,15
AL_181	Aljibe	Privado	4783819,04	2730691,023	133	15	13,41
AL_182	Aljibe	Privado	4783741,626	2730388,5	142	16	11,67
AL_183	Aljibe	Privado	4783697,989	2730236,163	144	16	13,74
AL_184	Aljibe	Privado	4783818,11	2731405,439	110	19,41	17,27



ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_185	Aljibe	Privado	4783712,8	2731189,352	121	14	11,24
AL_186	Aljibe	Privado	4783562,258	2731430,29	116	20	32,49
AL_187	Aljibe	Privado	4784497,183	2731179,95	126	33,94	30
AL_188	Aljibe	Privado	4784554,647	2731270,269	121	30,78	26,67
AL_189	Aljibe	Privado	4784754,471	2731381,805	105	35	12,8
AL_190	Aljibe	Privado	4784794,742	2733653,739	66	22	17,3
AL_191	Aljibe	Privado	4784401,813	2733924,013	65	18	15,02
AL_192	Aljibe	Privado	4784493,632	2733592,806	67	17	12,05
AL_193	Aljibe	Privado	4786092,257	2735079,745	80	22	18,25
AL_194	Aljibe	Privado	4787243,914	2742262,26	65	4	1,8
AL_195	Aljibe	Privado	4786470,757	2740997,399	56	20	4,01
AL_196	Aljibe	Privado	4787968,323	2740162,455	69	14	8,4
AL_197	Aljibe	Privado	4787752,741	2739974,273	64	15	10,05
AL_198	Aljibe	Privado	4787799,602	2739939,122	67	16	12
AL_199	Aljibe	Privado	4788100,757	2739727,144	62	12	6,5
AL_200	Aljibe	Privado	4788276,932	2737788,204	76	20	14,1
AL_201	Aljibe	Privado	4788869,103	2735886,806	73	12	6,1
AL_202	Aljibe	Privado	4789299,548	2734332,854	88	20	7,4
AL_203	Aljibe	Privado	4788928,325	2730484,492	104		
AL_204	Aljibe	Público	4790761,532	2731307,848	88		
AL_205	Aljibe	Privado	4798421,775	2730168,724	54	15	7
AL_206	Aljibe	Público	4798409,714	2730149,773	55	15	9
AL_207	Aljibe	Privado	4798776,913	2731113,136	49		
AL_208	Aljibe	Privado	4803667,769	2729018,008	23	12	7
AL_209	Aljibe	Privado	4803856,692	2729306,241	23		
AL_210	Aljibe	Privado	4800022,476	2733717,822	47		
AL_211	Aljibe	Privado	4800021,369	2733398,948	46		
AL_212	Aljibe	Privado	4799591,684	2727958,515	42		8
AL_213	Aljibe	Privado	4784878,929	2731340,1	109	1,43	
AL_214	Aljibe	Privado	4784895,878	2731425,146	105	20,61	10
AL_215	Aljibe	Privado	4784890,653	2731463,885	103	12,1	8,76
AL_216	Aljibe	Privado	4785027,718	2731858,927	90	8,24	6
AL_217	Aljibe	Privado	4785576,763	2732006,966	81	36	30
AL_218	Aljibe	Privado	4784046,985	2730750,4	153	38	33,45
AL_219	Aljibe	Privado	4785250,265	2732277,758	74	33	13,41
AL_220	Aljibe	Privado	4785025,242	2732850,926	72	23	21,44
AL_222	Aljibe	Privado	4787281,748	2731212,187	115	20	53,57
AL_225	Aljibe	Público	4780074,962	2734993,699	28	5	2,98
AL_226	Aljibe	Público	4781996,612	2735648,8	45	10	6,45
AL_227	Aljibe	Privado	4787683,24	2734369,458	88	22	19,4
AL_228	Aljibe	Privado	4787693,916	2739445,662	58	14	8,4
AL_229	Aljibe	Privado	4788386,09	2738991,404	56	10	2,44
AL_230	Aljibe	Privado	4787752,633	2737936,98	69	20	13,1
AL_231	Aljibe	Privado	4788930,226	2737364,076	68	25	1,5
AL_232	Aljibe	Privado	4789253,795	2735549,585	78	15	9,1
AL_233	Aljibe	Privado	4789376,763	2735265,258	90	30	22

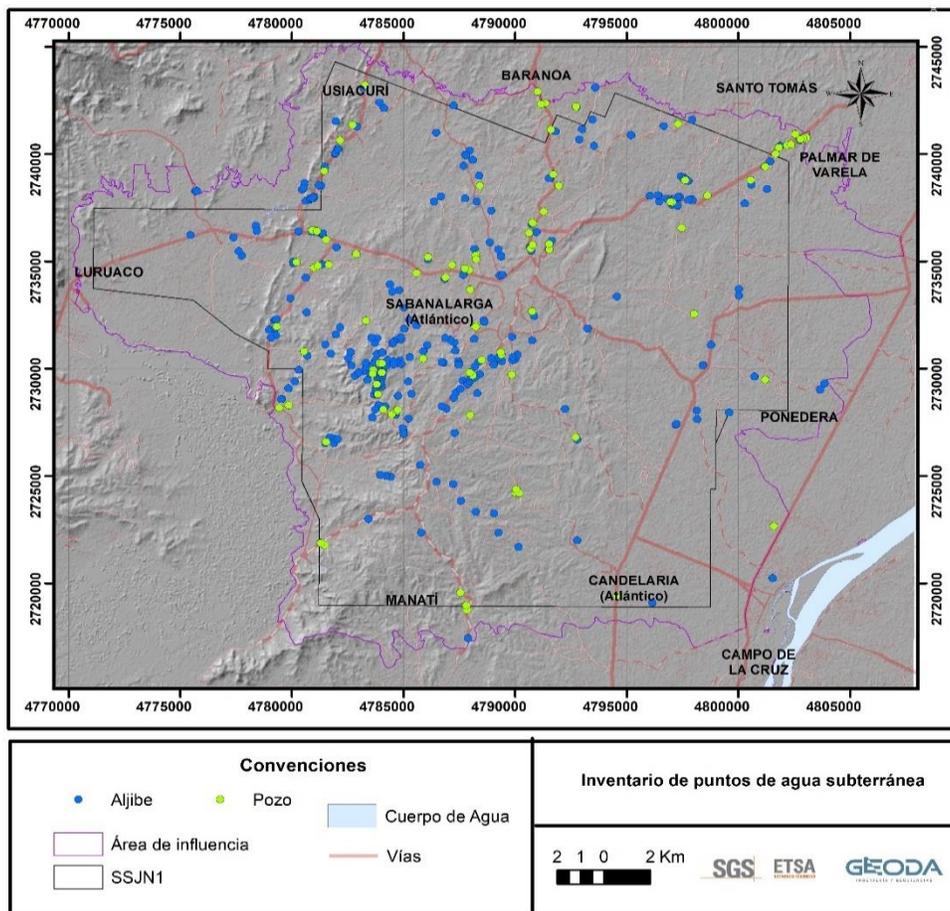


ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas Origen Único Colombia		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_234	Aljibe	Privado	4789373,653	2735233,28	89	30	19,1
AL_235	Aljibe	Privado	4798141,555	2728051,493	48	20	13
AL_236	Aljibe	Privado	4798156,146	2727645,595	46		
AL_237	Aljibe	Privado	4800722,05	2729634,963	35		
AL_238	Aljibe	Privado	4793248,57	2731865,025	99		
AL_239	Aljibe	Privado	4787292,86	2727005,359	142	7	2,5
AL_240	Aljibe	Privado	4797194,628	2727391,014	49	7	5,7
AL_241	Aljibe	Privado	4797227,729	2727423,887	47	7	4,4
AL_242	Aljibe	Privado	4801540,343	2720240,766	9		
AL_244	Aljibe	Privado	4785886,464	2730805,129	96	20	44,5
AL_246	Aljibe	Privado	4785281,934	2730535,785	102	9,1	3,24
AL_247	Aljibe	Privado	4784911,142	2730205,253	120	5,92	2,74
AL_248	Aljibe	Privado	4784849,92	2730385,9	121	22	18,27
AL_249	Aljibe	Privado	4784835,75	2730221,212	124	20	
AL_250	Aljibe	Privado	4784672,224	2730314,035	134	30	25,9
AL_251	Aljibe	Privado	4784547,594	2730329,2	140	12,34	12,24
AL_252	Aljibe	Privado	4784563,186	2730199,712	135	18,7	
AL_253	Aljibe	Privado	4786683,325	2738029,676	57	6	3,72
AL_254	Aljibe	Privado	4786371,603	2737791,844	76	24	7,08
AL_255	Aljibe	Privado	4788184,259	2735575,297	82	15	11,4
AL_256	Aljibe	Privado	4781377,026	2736283,748	36	7	3,08
AL_257	Aljibe	Privado	4781381,104	2736306,726	36	8	3,15
AL_258	Aljibe	Privado	4790649,678	2735657,691	102	25	6,7
AL_259	Aljibe	Privado	4790694,836	2735707,516	100	25	9,01
AL_260	Aljibe	Privado	4790718,072	2735490,512	102	25	5,79
AL_261	Aljibe	Privado	4784993,584	2726970,011	197	33	17,23
AL_262	Aljibe	Privado	4783504,53	2729750,798	161	27,56	29,81
AL_263	Aljibe	Privado	4783389,017	2729479,481	158	18	15,24
AL_264	Aljibe	Privado	4783225,356	2729895,235	150	23,2	19,9
AL_265	Aljibe	Privado	4783340,384	2730090,247	144	19	
AL_266	Aljibe	Privado	4783317,42	2730264,019	143	13,66	11,35
AL_267	Aljibe	Privado	4782824,513	2729661,126	165	20	38,34
AL_268	Aljibe	Privado	4783010,398	2729814,767	159	31	25,89
AL_269	Aljibe	Privado	4782665,617	2730136,571	171	20	33,01
AL_270	Aljibe	Privado	4782526,638	2730474,76	168	25,93	
AL_271	Aljibe	Privado	4782626,982	2730768,289	161	8,78	8,64
AL_272	Aljibe	Privado	4781965,163	2741537,967	78	18	14,82
AL_273	Aljibe	Privado	4780528,708	2738409,008	38	10	5,02
AL_274	Aljibe	Privado	4778386,322	2736665,037	26	5	0,77
AL_275	Aljibe	Privado	4778434,442	2736416,948	24	5	0,9
AL_276	Aljibe	Público	4781343,05	2734850,336	40	12	8,94
AL_277	Aljibe	Privado	4789425,925	2734367,146	93	13,73	7,98
AL_278	Aljibe	Privado	4786482,256	2724720,943	171		
AL_279	Aljibe	Privado	4787348,333	2728883,518	138		
AL_280	Aljibe	Público	4790738,365	2736726,002	96	20	6
AL_281	Aljibe	Privado	4788199,463	2729584,33	130		

ID FUNIAS	Tipo de punto	Condición del punto	Coordenadas Magna Sirgas		Cota (m s.n.m.)	Profundidad Captación (metros)	Profundidad NE
			Este	Norte			
AL_282	Aljibe	Privado	4787545,854	2729053,776	135		
AL_283	Aljibe	Privado	4787243,506	2728633,967	135		
AL_284	Aljibe	Privado	4787229,669	2724625,399	141		
AL_285	Aljibe	Privado	4788221,864	2723330,43	139		
AL_286	Aljibe	Privado	4780843,897	2737919,069	36	6,5	2,9
AL_287	Aljibe	Privado	4780921,958	2737943,789	34	4	0,8
AL_288	Aljibe	Privado	4782054,622	2740247,08	59	16	13,9
AL_289	Aljibe	Privado	4782066,503	2740214,05	59	15	12,45

Los espacios vacíos en la tabla corresponden a información que no fue posible capturar en trabajo de campo debido al desconocimiento de las personas entrevistadas o la presencia de infraestructura abandonada de la cual no se tenía conocimiento de su estado o dificultades para el ingreso a los predios por no contar con el permiso del propietario

Figura 3.2.7- 17 Localización del inventario de puntos de agua subterránea



Fuente: ETSA, 2022

3.2.7.6 Determinación de direcciones de flujo en las unidades hidrogeológicas

Con la finalidad de determinar la dirección del flujo del agua subterránea en las unidades hidrogeológicas A3 y A4, fueron construidas las superficies de predicción piezométrica de dichas unidades a partir de las mediciones del nivel piezométrico reportadas en el inventario de puntos de agua subterránea para pozos y aljibes. Dichas superficies, construidas con el método de interpolación natural neighbor, representan el lugar geométrico de los puntos que tienen el mismo potencial hidráulico.

Las superficies de predicción piezométrica fueron construidas para sectores de las unidades hidrogeológicas A3 y A4, evitando así la construcción de una superficie que interpolara niveles piezométricos de diferentes unidades hidrogeológicas.

La superficie de predicción piezométrica de la unidad hidrogeológica A3, asociada geológicamente a las Gravas de Rotinet, fue construida únicamente mediciones de niveles piezométricos de pozos y aljibes que tuvieran una profundidad de captación inferior a 50 metros, toda vez que el espesor de esta unidad según lo reportado por la exploración geofísica a través de Sondeos Eléctricos Verticales es inferior a 50 metros.

La superficie de predicción piezométrica de los Depósitos Cuaternarios localizados en el costado oeste del sinclinal de Sabanalarga, fue construida con pozos y aljibes que tuvieran una profundidad inferior a 40 metros, toda vez que el espesor de esta unidad según lo reportado por la exploración geofísica a través de Sondeos Eléctricos Verticales es inferior a 40 metros.

La dirección del flujo de la unidad hidrogeológica A4, asociada a la Formación Tubará se infiere que tenga el mismo sentido del buzamiento de la estructura sinclinal. No fue posible la determinación de la misma a partir de mediciones de niveles piezométricos, toda vez que la densidad de puntos de agua subterránea identificados en campo no se considera suficiente para la determinación de la misma.

Tabla 3.2.7- 8 Superficies de predicción piezométrica SSJN1

ID	Superficie de predicción piezométrica	Unidad hidrogeológica asociada	Unidad Geológica
1	Superficie 1	A3	Gravas de Rotinet
2	Superficie 2	A4	Depósitos Cuaternarios (Qal)

Fuente: Fuente: ETSA, 2022

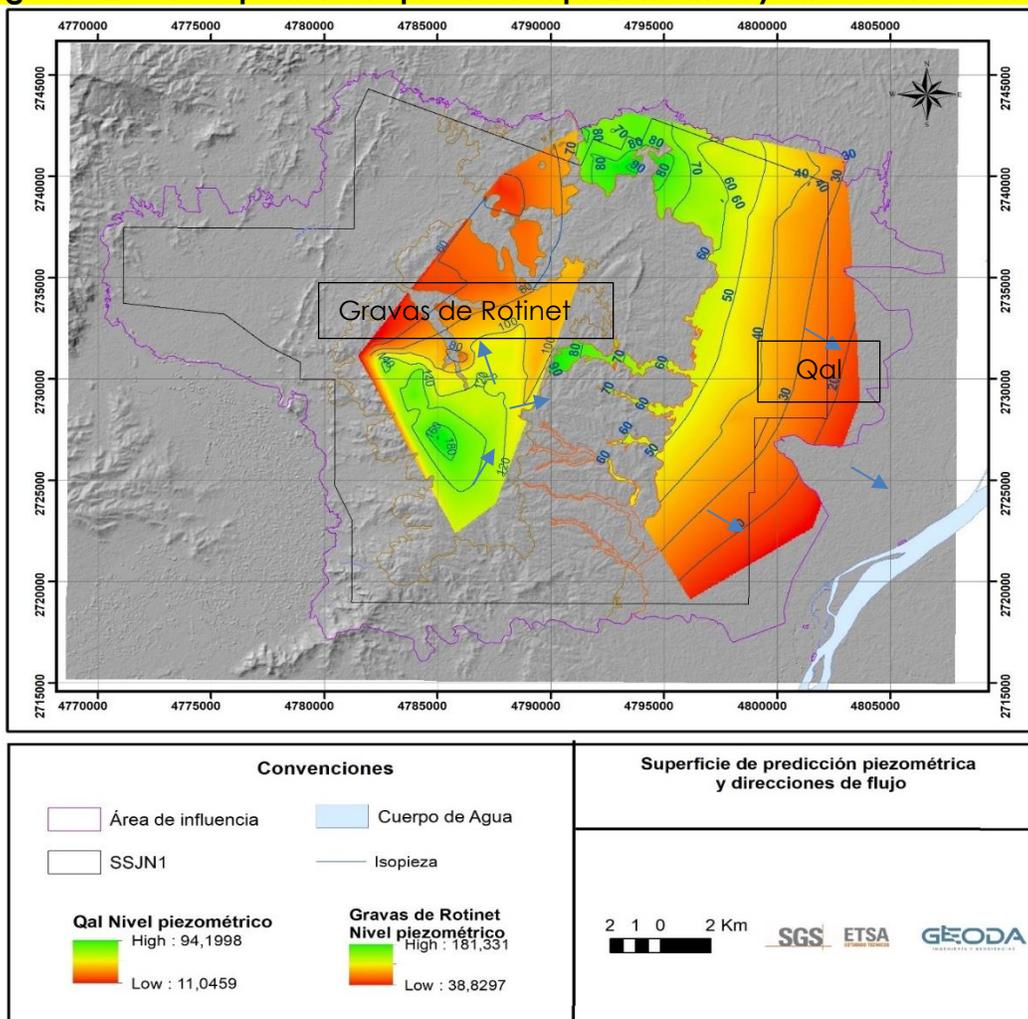
✓ Unidad Hidrogeológica A 4

Las direcciones de flujo del agua subterránea sobre la unidad geológica Depósitos Cuaternarios – Qal (Unidad Hidrogeológica A4), son predominantemente hacia el costado Sureste en dirección al río Magdalena (Ver **Figura 3.2.7- 18**).

✓ Unidad Hidrogeológica A 3

Las direcciones de flujo del agua subterránea sobre la unidad geológica Gravas de Rotinet (Unidad Hidrogeológica A3), van predominantemente hacia los costados noreste y noroeste drenando en el mismo sentido del agua superficial (Ver **Figura 3.2.7- 18**).

Figura 3.2.7- 18 Superficie de predicción piezométrica y direcciones de flujo



Fuente: ETSA, 2022

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.2.7.7 Evaluación hidráulica

En este numeral se presenta la caracterización hidráulica de la unidad hidrogeológica más superficial del área de influencia del Área de Explotación SSJN1, a través del cálculo de parámetros hidráulicos como transmisividad, coeficiente de almacenamiento y conductividad hidráulica. Los datos obtenidos para el cálculo de dichos parámetros hidráulicos fueron conseguidos a través del desarrollo cuatro (4) pruebas de bombeo y recuperación sobre pozos de la comunidad.

Las unidades hidrogeológicas ensayadas corresponden geológicamente a Depósitos Cuaternarios los cuales están constituidos sedimentológicamente por capas de arenisca cuarzosa intercaladas con lodolitas y arcillolitas abigarradas. El cálculo de los parámetros hidráulicos para dicho acuífero fue realizado utilizando el método de Theis de conformidad con los lineamientos de (Sánchez San Román, 2017). Los siguiente numerales detallan el método puntualizando la aplicabilidad del mismo, suposiciones y limitaciones de las pruebas desarrolladas.

o Método de Theis.

La primera expresión matemática que refleja la forma del cono de descenso en régimen variable para un acuífero confinado se debe a Theis, que en 1937 la elaboró a partir de la similitud entre el flujo del agua y el flujo del calor. La expresión es la siguiente:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} w(u) \quad \text{donde} \quad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

Q = Caudal de bombeo l/s (metros³/día)

T = Transmisividad, (metros²/día)

t = Tiempo de bombeo, (día)

r = Distancia a la que se produce el descenso s , (metros)

S = Coeficiente de almacenamiento

s = Descenso (metros)

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Como una simplificación a la fórmula de Theis, Jacob propuso la siguiente expresión:

$$s = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2S}$$

o Suposiciones del método de Theis

Las suposiciones de la fórmula de Theis que expresan la forma del cono de descensos producido por el bombeo de un pozo de agua subterránea son las expuestas a continuación:

- ✓ Acuífero confinado perfecto
- ✓ Acuífero de espesor constante, isótropo y homogéneo
- ✓ Acuífero infinito (sin límites en el ámbito alcanzado por el cono de descensos)
- ✓ Superficie piezométrica inicial horizontal
- ✓ Caudal de bombeo constante
- ✓ Sondeo vertical con diámetro infinitamente pequeño (=agua almacenada en su interior es despreciable)
- ✓ Captación completa (= atraviere el acuífero en todo su espesor)

De conformidad con la aplicabilidad del método seleccionado para la interpretación de las pruebas de bombeo, las suposiciones y limitaciones, fue utilizado el programa el Acuífer Test como herramienta computacional óptima para el procesamiento de los datos obtenidos en las pruebas. Los datos de ingreso, fueron los correspondientes a los descensos del nivel del agua en los diferentes pozos cuando éstos fueron sometidos a condiciones de descarga de un caudal y cuando dicha descarga fue suspendida. Las características geométricas de las captaciones asociadas a los espesores de los filtros fueron las indicadas de manera verbal por los propietarios de las captaciones y la ausencia de un piezómetro aledaño al pozo sobre el cual tomar las mediciones fue suplida en el Acuífer Test asumiendo que la distancia entre el piezómetro de observación y el pozo de bombeo es casi la misma.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.7.1 Marco conceptual

Los parámetros hidráulicos calculados para las unidades hidrogeológicas sobre las cuales fueron desarrolladas las pruebas de bombeo, se definen conceptualmente a continuación.

o Porosidad

La porosidad de un material viene expresada por la relación entre el volumen de su parte vacía u ocupada por aire y/o agua y su volumen total.

$$n = \frac{Vv}{VT}$$

La porosidad eficaz de un material viene dada por la relación del volumen de agua contenido en una roca, liberada por acción de la gravedad, V_e (volumen de agua libre) y el volumen total (VT).

$$ne = \frac{V_e}{VT} * 100$$

o Conductividad hidráulica

Es la medida de la capacidad de un medio poroso para permitir el flujo de un fluido específico. Analíticamente la conductividad hidráulica se relaciona, en la ecuación de Darcy, con el coeficiente de proporcionalidad entre el caudal y el gradiente hidráulico.

Darcy descubrió la ley que regula el movimiento de las aguas subterráneas, midiendo el caudal Q en función de la permeabilidad y observó que éste equivalía a:

$$Q = K * A * \frac{h}{l}$$

Siendo k el coeficiente de permeabilidad, A el área de la sección transversal a través de la cual se produce el flujo del agua, h la diferencia de carga entre la entrada y la salida, y l el recorrido que debe realizar el agua.

Si se tiene en cuenta que:

$$\frac{Q}{A} = V$$

Siendo v , la velocidad media, resulta:

$$\frac{Q}{A} = V = K \frac{h}{l}$$

Llamando el gradiente hidráulico $i = h/l$, resulta:

$$V = K * i$$

donde $k = v/i$

El coeficiente de permeabilidad (k), tiene las dimensiones de una velocidad, ya que la ecuación dimensional es:

$$(k) = (L^3/T) / (L/L) L^2 = L/T$$

En términos generales, se puede decir que la conductividad hidráulica depende de la permeabilidad intrínseca del medio poroso, del peso específico y la viscosidad del fluido. La conductividad hidráulica puede ser isotrópica o anisotrópica, dependiendo de si existen variaciones de importancia de conductividad, en diferentes direcciones.

o Transmisividad

Es el volumen de agua (a la viscosidad cinemática existente), que fluye por unidad de tiempo (caudal), bajo un gradiente unitario, a través de un ancho unitario de acuífero, en todo su espesor.

La Ley de Darcy se expresa como $Q = k * A * i$. Si la sección A es igual a la del acuífero, tiene una longitud L y una altura b , se tiene:

$$A = b * L$$

Entonces la Ley de Darcy se puede escribir como:

$$Q = K * b * L * i$$

Al producto $K * b$, se le llama Transmisividad y se designa por T , quedando la Ley de Darcy:

$$Q = T * L * i$$

Sus dimensiones son las de una velocidad por una longitud:

$$(T) = [L]^2 \cdot [T]^{-1}$$

o Coeficiente de almacenamiento

Es el volumen de agua que un acuífero puede dar o recibir en almacenamiento, por unidad de área y por unidad de cambio en la cabeza hidráulica. En acuíferos confinados, el coeficiente de almacenamiento es igual al producto del almacenamiento específico por el espesor del acuífero. En acuíferos libres es aproximadamente igual a la porosidad eficaz. El tipo de acuífero depende del grado exponencial del Coeficiente de Almacenamiento, es decir:

Tabla 3.2.7- 9 Almacenamiento para diferentes tipos de unidades acuíferas

Acuífero	Exponencial (valor de s)
Libre	<10 ⁻³
Semiconfinado	10 ⁻² – 10 ⁻³
Confinado	>10 ⁻⁴

Fuente: ETSA, 2022

o Capacidad específica

La capacidad específica expresada en l/s/m, se define como la producción del pozo por unidad de abatimiento (Q/s) de la ecuación de producción.

$$Q/s = \frac{1}{0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2S} + CQ^2}$$

A partir de la resolución de esta ecuación, se obtiene el caudal generado por metro de descenso.

o Radio de influencia del Pozo

En radio de influencia es dimensionado como la distancia radial a partir de la cual el descenso generado por un bombeo es igual a cero. Para acuíferos confinados dicha distancia radial se consigue a partir de la resolución de la siguiente ecuación.

$$0 = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

3.2.7.7.2 Resultados

En los siguientes numerales se presentan los valores de conductividad, transmisividad y coeficiente de almacenamiento de las unidades acuíferas asociadas a Depósitos Cuaternarios, Formación Tubará y Gravas de Rotinet, calculados con los datos obtenidos en las cuatro (4) pruebas de bombeo. Se presentan adicionalmente simulaciones numéricas que predicen la evolución del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempo de bombeo en cada uno de los pozos y los radios de influencia de los mismos.

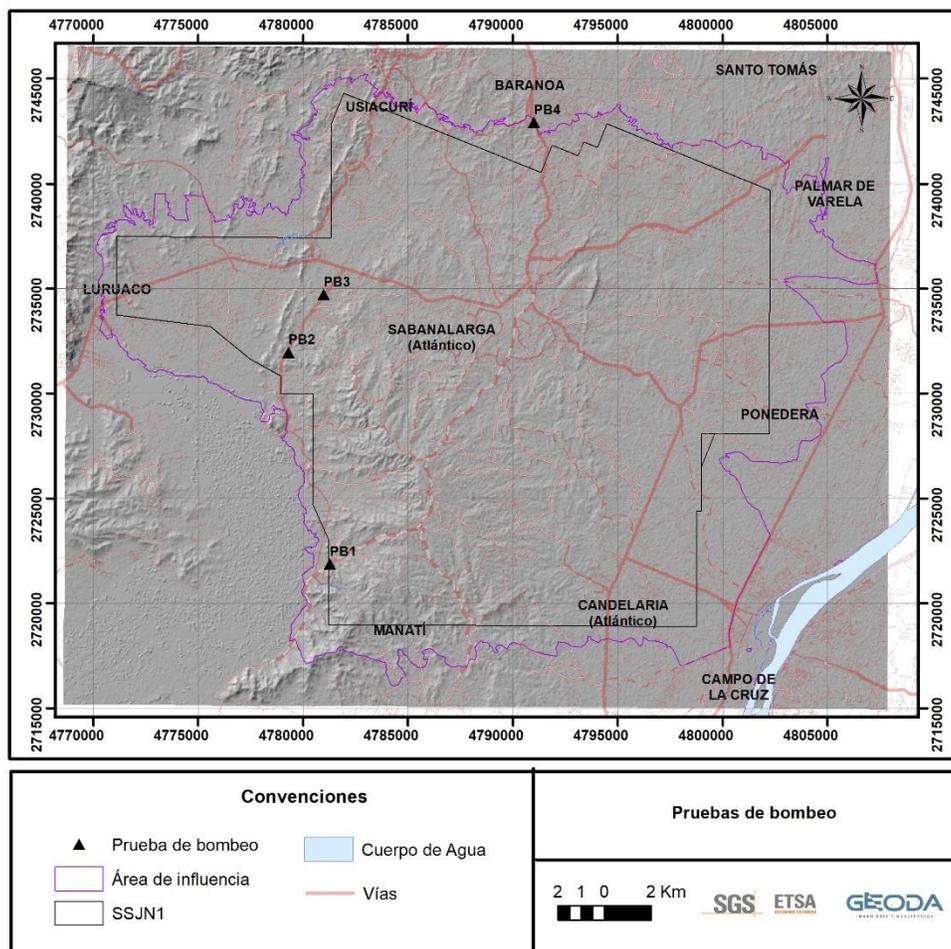
Las coordenadas de los pozos sobre los cuales fueron desarrolladas las pruebas de bombeo y la representación cartográfica de dichas coordenadas se presentan en la **Tabla 3.2.7- 10**.

Tabla 3.2.7- 10 Coordenadas de las pruebas de bombeo realizadas en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1

Id Prueba	Id FUNIAS	Este	Norte
PB 01	PZ_002	4781286,18	2721869,79
PB 02	PZ_001	4779320,64	2731950,30
PB 03	PZ_006	4780992,66	2734704,60
PB 04	PZ_012	4791012,87	2742911,84

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 19 Localización de las pruebas de bombeo realizadas en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1



Fuente: ETSA, 2022

• Prueba de bombeo Número 1 (PB 01)

La prueba de bombeo número 1 (PB 01) se realizó en el pozo identificado en el "Formato Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS" con el nombre PZ_002. El pozo está localizado en el municipio de Sabana Larga y sus características geométricas son las presentadas en la Tabla 3.2.7- 11.

Tabla 3.2.7- 11 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 01

Unidad geológica captada	Depósito Coluvioaluvial Formación Tubará
Unidad hidrogeológica captada	A4
Coordenada Este*	4781286,18
Coordenada Norte*	2721869,79
Diámetro exterior (m)	0,2032
Diámetro interior (m)	0,0762
Profundidad del pozo (m)	80
Tipo de bomba	Lapicero

Fuente: ETSA, 2022

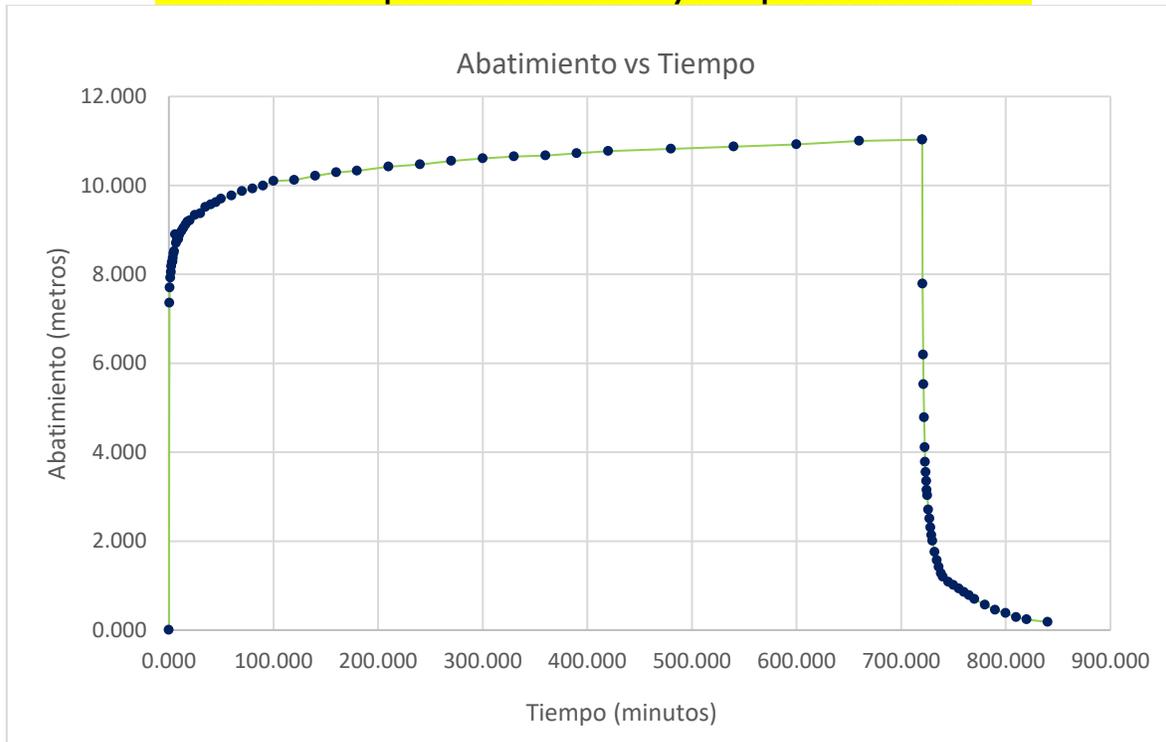
Las características en el desarrollo de la prueba y la evolución del nivel dinámico durante el desarrollo de la misma se encuentran en la **Tabla 3.2.7- 12** y la **Figura 3.2.7- 20**.

Tabla 3.2.7- 12 Características en el desarrollo de la PB 01

Unidad hidrogeológica captada	Depósito Coluvioaluvial Formación Tubará
Duración de la prueba de bombeo (minutos)	720
Duración de la prueba de recuperación (minutos)	120
Caudal promedio durante el bombeo (Q) (litros por segundo)	13
Nivel Estático (NE) (metros bajo el nivel del terreno)	13,63
Nivel dinámico alcanzado (ND) (metros bajo el nivel del terreno)	24,66
Capacidad específica (l/s/m)	1,23

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 20 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 1



Fuente: ETSA, 2022

▪ Cálculo de parámetros hidráulicos PB 01

Los parámetros hidráulicos de la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 01, fueron calculados a través del método de Theis para acuíferos confinados. Las curvas derivativas e interpretaciones hidráulicas se encuentran en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**. La **Tabla 3.2.7- 13** presenta los valores de transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.

Tabla 3.2.7- 13 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 01

Etapa de la prueba	Método de interpretación	Transmisividad [m ² /d]	Conductividad hidráulica [m/d]	Coeficiente de almacenamiento (S)
Bombeo	Theis	182	4,55	1,17e-4

Fuente: ETSA, 2022

▪ **Simulación numérica de capacidad de producción del pozo PB 01**

La **Tabla 3.2.7- 14** contiene la simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 01 cuando este es sometido a diferentes caudales y tiempos de bombeo.

Tabla 3.2.7- 14 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 01

Q (l/s)	Nivel dinámico alcanzado en 2 horas	Nivel dinámico alcanzado en 6 horas	Nivel dinámico alcanzado en 8 horas
0,1	13,705	13,709	13,710
0,2	13,780	13,789	13,791
0,3	13,856	13,868	13,871
0,4	13,931	13,948	13,952
0,5	14,006	14,027	14,033
0,6	14,082	14,107	14,113
0,7	14,157	14,186	14,194
0,8	14,233	14,266	14,275
0,9	14,308	14,346	14,355
1	14,384	14,425	14,436
2	15,141	15,224	15,246
3	15,903	16,027	16,059
4	16,668	16,833	16,877
5	17,436	17,644	17,698
6	18,209	18,457	18,523
7	18,985	19,275	19,351
8	19,765	20,096	20,183
9	20,548	20,921	21,019
10	21,336	21,750	21,859

Fuente: ETSA, 2022

▪ **Simulación numérica de radio de influencia PB 01**

La **Tabla 3.2.7- 15** presenta los radios de influencia de la PB 01 a diferentes tiempos de bombeo calculados a partir de la siguiente expresión:

$$0 = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2S}$$

Tabla 3.2.7- 15 Radio de influencia del pozo ensayado en la prueba de bombeo número 1 a diferentes tiempos de bombeo

Q (l/s)	Radio de influencia en metros a 2 horas	Radio de influencia en metros 6 horas	Radio de influencia en metros 8 horas
X	540,062	935,414	1080,123

Fuente: ETSA, 2022

- Prueba de bombeo Número 2 (PB 02)**

La prueba de bombeo número 2 (PB 02) se realizó en el pozo identificado en el “Formato Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS” con el nombre PZ_001. El pozo está localizado en el municipio de Sabanalarga y sus características geométricas son las presentadas en la Tabla 3.2.7-16.

Tabla 3.2.7- 16 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 02

Unidad geológica captada	Depósito Coluvioaluvial Formación Tubará
Unidad hidrogeológica captada	A4
Coordenada Este*	4779320,64
Coordenada Norte*	2731950,30
Diámetro exterior (m)	0,2032
Diámetro interior (m)	0,0762
Profundidad del pozo (m)	53
Tipo de bomba	Lapicero

Fuente: ETSA, 2022

Las características en el desarrollo de la prueba y la evolución del nivel dinámico durante el desarrollo de la misma se encuentran en la Tabla 3.2.7- 17 y Figura 3.2.7-21.

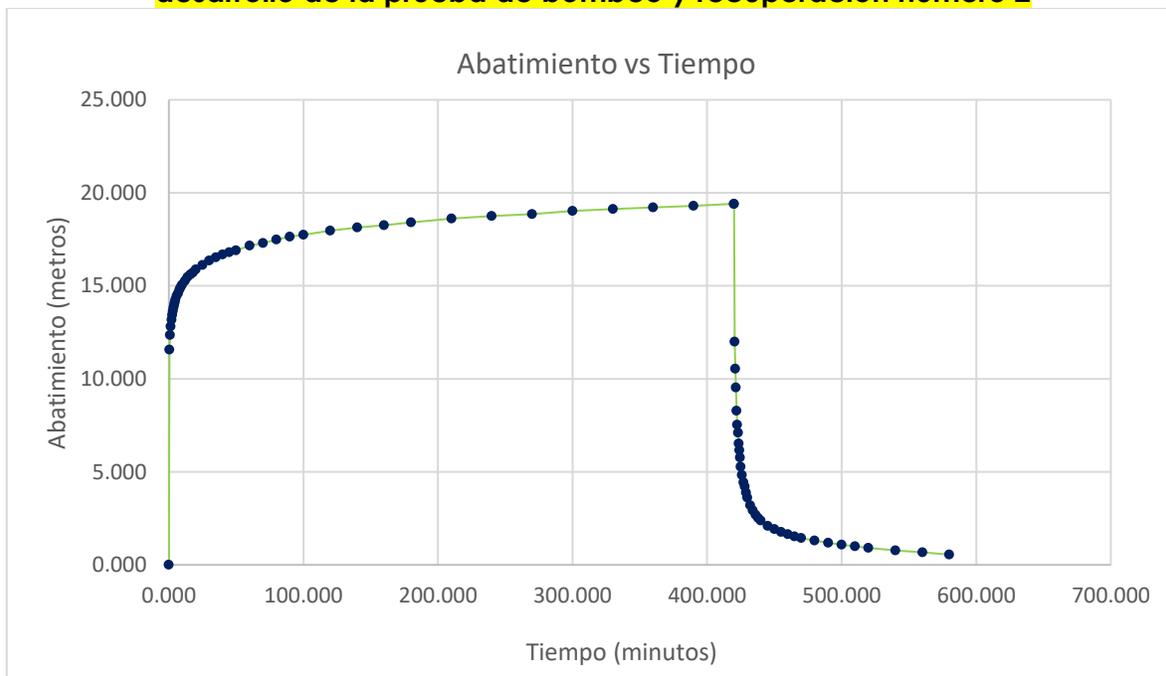
Tabla 3.2.7- 17 Características en el desarrollo de la PB 02

Unidad hidrogeológica captada	A4
Duración de la prueba de bombeo (minutos)	420
Duración de la prueba de recuperación (minutos)	160

Unidad hidrogeológica captada	A4
Caudal promedio durante el bombeo (Q) (litros por segundo)	3,13
Nivel Estático (NE) (metros bajo el nivel del terreno)	6,74
Nivel dinámico alcanzado (ND) (metros bajo el nivel del terreno)	26,15
Capacidad específica (l/s/m)	0,16

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 21 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 2



Fuente: ETSA, 2022

▪ **Cálculo de parámetros hidráulicos PB 02**

Los parámetros hidráulicos de la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 02, fueron calculados a través del método de Theis para acuíferos confinados. Las curvas derivativas e interpretaciones hidráulicas se encuentran en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**. La **Tabla 3.2.7- 18** presenta los valores de transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.

Tabla 3.2.7- 18 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 02

Etapa de la prueba	Método de interpretación	Transmisividad [m ² /d]	Conductividad hidráulica [m/d]	Coefficiente de almacenamiento (S)
Bombeo	Theis	20	7,41e-1	2,71e-4

Fuente: ETSA, 2022

- **Simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 02**

La **Tabla 3.2.7- 19** contiene la simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 02 cuando este es sometido a diferentes caudales y tiempos de bombeo.

Tabla 3.2.7- 19 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 02

Q (l/s)	Nivel dinámico alcanzado en 2 horas	Nivel dinámico alcanzado en 6 horas	Nivel dinámico alcanzado en 8 horas
0,1	7,320	7,357	7,367
0,2	7,899	7,975	7,994
0,3	8,479	8,592	8,622
0,4	9,059	9,210	9,249
0,5	9,638	9,827	9,876
0,6	10,218	10,445	10,504
0,7	10,798	11,062	11,131
0,8	11,378	11,680	11,759
0,9	11,958	12,297	12,386
1	12,538	12,915	13,014
2	18,339	19,094	19,291
3	24,145	25,276	25,572
4	29,953	31,462	31,857
5	35,766	37,652	38,146
6	41,583	43,846	44,438
7	47,403	50,043	50,735
8	53,227	56,244	57,034
9	59,054	62,449	63,338
10	64,886	68,658	69,645

Fuente: ETSA, 2022

▪ **Simulación numérica de radio de influencia PB 02**

La **Tabla 3.2.7- 20** presenta los radios de influencia de la PB 02 a diferentes tiempos de bombeo calculados a partir de la siguiente expresión:

$$0 = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2S}$$

Tabla 3.2.7- 20 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 02 a diferentes tiempos de bombeo

Q (l/s)	Radio de influencia en metros a 2 horas	Radio de influencia en metros 6 horas	Radio de influencia en metros 8 horas
X	117,633	203,747	235,267

Fuente: ETSA, 2022

• **Prueba de bombeo Número 3 (PB 03)**

La prueba de bombeo número 3 (PB 03) se realizó en el pozo identificado en el “Formato Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS” con el nombre PZ_006 El pozo está localizado en el municipio Sabanalarga sus características geométricas son las presentadas en la **Tabla 3.2.7- 21**.

Tabla 3.2.7- 21 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 03

Unidad geológica captada	Depósito de Llanura Aluvial Formación Tubará
Unidad hidrogeológica captada	A4
Coordenada Este*	4780992,66
Coordenada Norte*	2734704,60
Diámetro exterior (m)	0,2032
Diámetro interior (m)	0,0762
Profundidad del pozo (m)	33
Tipo de bomba	Lapicero

Fuente: ETSA, 2022

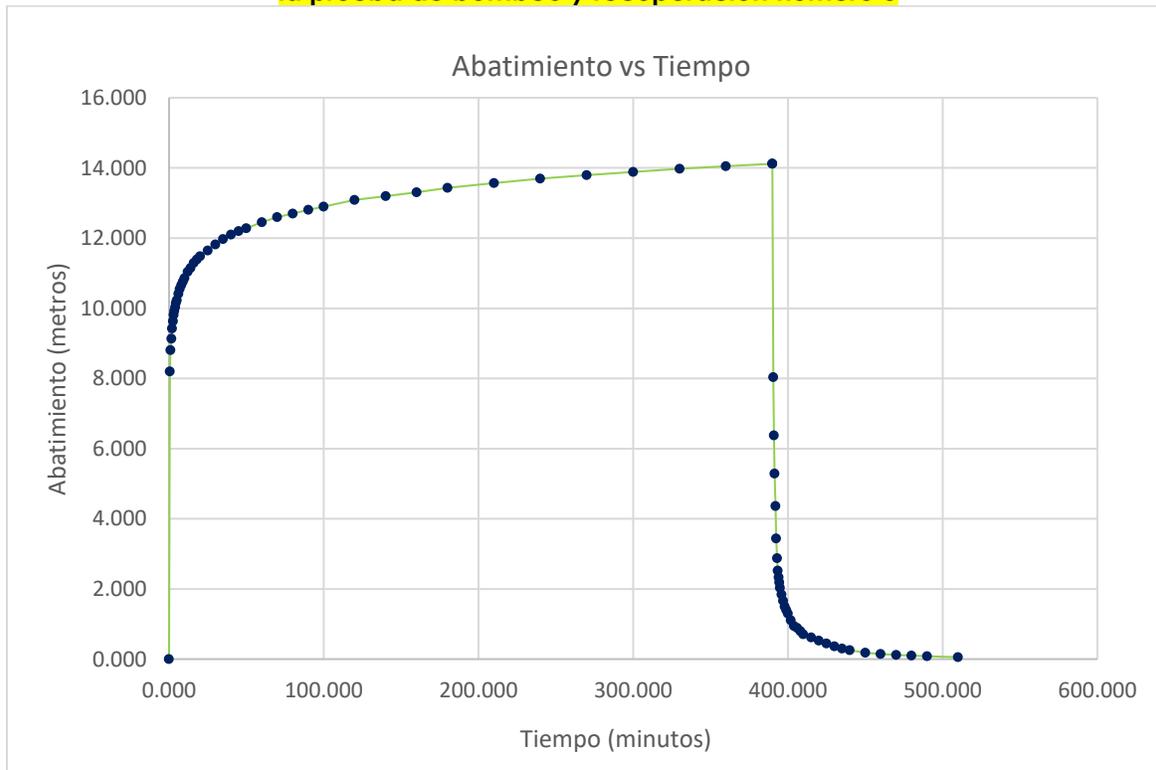
Las características en el desarrollo de la prueba y la evolución del nivel dinámico durante el desarrollo de la misma se encuentran en la **Tabla 3.2.7- 22** y **Figura 3.2.7- 17**.

Tabla 3.2.7- 22 Características en el desarrollo de la PB 03

Unidad hidrogeológica captada	A4
Duración de la prueba de bombeo (minutos)	390
Duración de la prueba de recuperación (minutos)	120
Caudal promedio durante el bombeo (Q) (litros por segundo)	6,25
Nivel Estático (NE) (metros bajo el nivel del terreno)	6,3
Nivel dinámico alcanzado (ND) (metros bajo el nivel del terreno)	20,42
Capacidad específica (l/s/m)	0,44

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 22 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 3



Fuente: ETSA, 2022

▪ Cálculo de parámetros hidráulicos PB 03

Los parámetros hidráulicos de la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 03, fueron calculados a través del método de Theis para acuíferos confinados. Las curvas derivativas e interpretaciones hidráulicas se encuentran en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**. La **Tabla 3.2.7- 23** presenta los valores de transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.

Tabla 3.2.7- 23 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 03

Etapa de la prueba	Método de interpretación	Transmisividad [m ² /d]	Conductividad hidráulica [m/d]	Coeficiente de almacenamiento (S)
Bombeo	Theis	60	2,14	2,05e-4

Fuente: ETSA, 2022

▪ Simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 03

La **Tabla 3.2.7- 24** contiene la simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 03 cuando este es sometido a diferentes caudales y tiempos de bombeo.

Tabla 3.2.7- 24 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 03

Q (l/s)	Nivel dinámico alcanzado en 2 horas	Nivel dinámico alcanzado en 6 horas	Nivel dinámico alcanzado en 8 horas
0,1	6,509	6,522	6,525
0,2	6,718	6,743	6,750
0,3	6,927	6,965	6,975
0,4	7,136	7,186	7,200
0,5	7,345	7,408	7,425
0,6	7,554	7,630	7,650
0,7	7,764	7,852	7,875
0,8	7,973	8,073	8,100
0,9	8,182	8,295	8,325
1	8,392	8,517	8,550
2	10,487	10,738	10,804
3	12,586	12,963	13,062

Q (l/s)	Nivel dinámico alcanzado en 2 horas	Nivel dinámico alcanzado en 6 horas	Nivel dinámico alcanzado en 8 horas
4	14,688	15,191	15,323
5	16,795	17,424	17,588
6	18,905	19,659	19,857
7	21,019	21,899	22,130
8	23,137	24,142	24,406
9	25,258	26,390	26,686
10	27,383	28,640	28,970

Fuente: ETSA, 2022

▪ Simulación numérica de radio de influencia PB 03

La **Tabla 3.2.7- 25** presenta los radios de influencia de la PB 03 a diferentes tiempos de bombeo calculados a partir de la siguiente expresión:

$$0 = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

Tabla 3.2.7- 25 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 03 a diferentes tiempos de bombeo

Q (l/s)	Radio de influencia en metros a 2 horas	Radio de influencia en metros 6 horas	Radio de influencia en metros 8 horas
X	234,261	405,751	468,521

Fuente: ETSA, 2022

• Prueba de bombeo Número 4 (PB 04)

La prueba de bombeo número 4 (PB 04) se realizó en el pozo identificado en el “Formato Único Nacional para el Inventario de Puntos de Agua Subterránea FUNIAS” con el nombre PZ_012. El pozo está localizado en el municipio Sabanalarga y sus características geometrías son las presentadas en la **Tabla 3.2.7- 26**.

Tabla 3.2.7- 26 Características geométricas del pozo sobre el cual fue realizada la PB 04

Unidad geológica captada	Gravas de Rotinet
Unidad hidrogeológica captada	A3
Coordenada Este*	4791012,87
Coordenada Norte*	2742911,84
Diámetro exterior (m)	0,2032
Diámetro interior (m)	0,0762
Profundidad del pozo (m)	63
Tipo de bomba	Lapicero

Fuente: ETSA, 2022

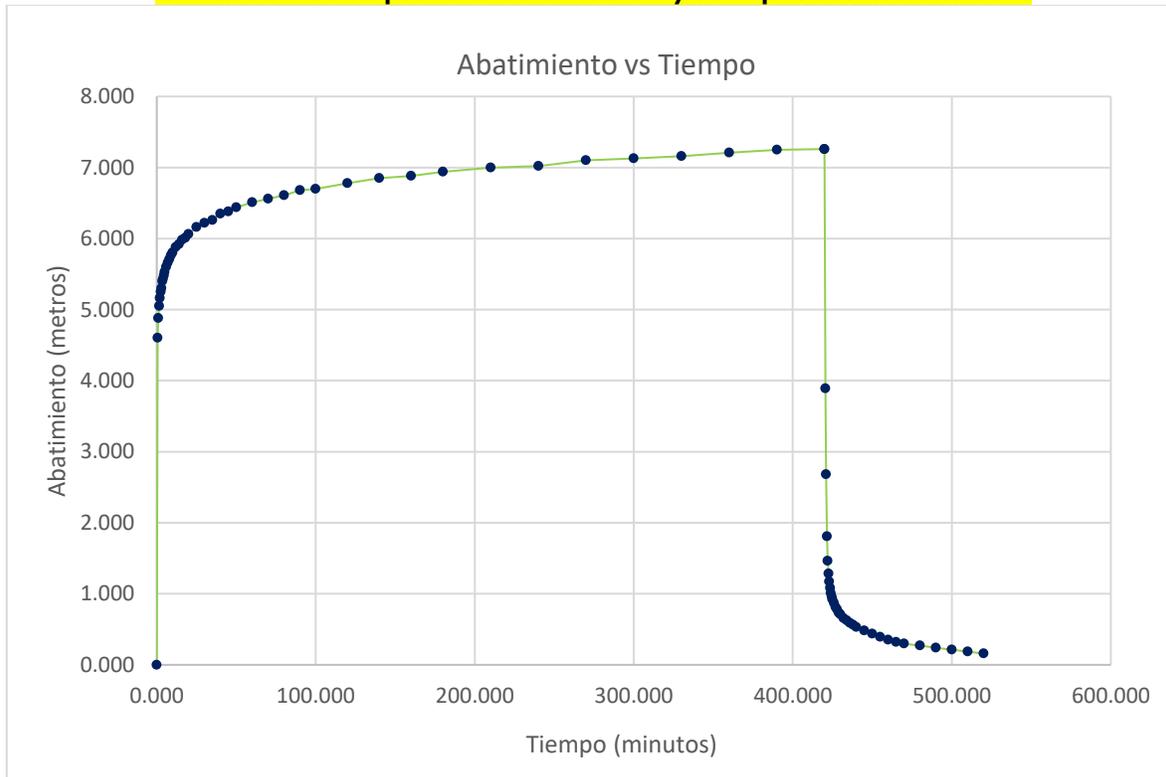
Las características en el desarrollo de la prueba y la evolución del nivel dinámico durante el desarrollo de la misma se encuentran en la **Tabla 3.2.7- 27** y **Figura 3.2.7- 23**.

Tabla 3.2.7- 27 Características en el desarrollo de la PB 04

Unidad hidrogeológica captada	A3
Duración de la prueba de bombeo (minutos)	420
Duración de la prueba de recuperación (minutos)	140
Caudal promedio durante el bombeo (Q) (litros por segundo)	7,58
Nivel Estático (NE) (metros bajo el nivel del terreno)	36,15
Nivel dinámico alcanzado (ND) (metros bajo del nivel del terreno)	43,41
Capacidad específica (l/s/m)	1,04

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 23 Variación de la profundidad del nivel dinámico durante el desarrollo de la prueba de bombeo y recuperación número 4



Fuente: ETSA, 2022

▪ **Cálculo de parámetros hidráulicos PB 04**

Los parámetros hidráulicos de la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 04, fueron calculados a través del método de Theis para acuíferos confinados. Las curvas derivativas e interpretaciones hidráulicas se encuentran en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**. La **Tabla 3.2.7- 28** presenta los valores de transmisividad, conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento.

Tabla 3.2.7- 28 Parámetros hidráulicos calculados para la unidad hidrogeológica ensayada en la PB 04

Etapa de la prueba	Método de interpretación	Transmisividad [m ² /d]	Conductividad hidráulica [m/d]	Coeficiente de almacenamiento (S)
Bombeo	Theis	132	3,78	4,87e-4

Fuente: ETSA, 2022

▪ **Simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 04**

La **Tabla 3.2.7- 29** contiene la simulación numérica de la evolución del nivel dinámico del pozo ensayado en la PB 04 cuando este es sometido a diferentes caudales y tiempos de bombeo.

Tabla 3.2.7- 29 Simulación numérica de la variación del nivel dinámico a diferentes caudales y tiempos de bombeo para el pozo ensayado en la PB 04

Q (l/s)	Nivel dinámico alcanzado en 2 horas	Nivel dinámico alcanzado en 6 horas	Nivel dinámico alcanzado en 8 horas
0,1	36,245	36,250	36,252
0,2	36,339	36,351	36,354
0,3	36,434	36,451	36,456
0,4	36,529	36,551	36,557
0,5	36,623	36,652	36,659
0,6	36,718	36,752	36,761
0,7	36,813	36,853	36,863
0,8	36,908	36,954	36,966
0,9	37,003	37,054	37,068
1	37,098	37,155	37,170
2	38,049	38,163	38,193
3	39,004	39,176	39,221
4	39,963	40,192	40,252
5	40,926	41,212	41,286
6	41,892	42,235	42,325
7	42,862	43,262	43,367
8	43,836	44,293	44,413
9	44,814	45,328	45,463
10	45,795	46,367	46,516

Fuente: ETSA, 2022

▪ **Simulación numérica de radio de influencia PB 04**

La **Tabla 3.2.7- 30** presenta los radios de influencia de la PB 04 a diferentes tiempos de bombeo calculados a partir de la siguiente expresión:

$$0 = 0.183 \frac{Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2S}$$

Tabla 3.2.7- 30 Radio de influencia del pozo ensayado en la PB 04 a diferentes tiempos de bombeo

Q (l/s)	Radio de influencia en metros a 2 horas	Radio de influencia en metros 6 horas	Radio de influencia en metros 8 horas
X	225,436	390,466	450,872

Fuente: ETSA, 2022

De conformidad con los resultados de las pruebas de bombeo desarrolladas en el marco del presente proceso de licenciamiento ambiental (ver resumen en la

Tabla 3.2.7- 31) se puede concluir que:

- El parámetro hidráulico transmisividad (T) calculado para la unidad hidrogeológica ensayada en la prueba de bombeo No 1 y No 4 de conformidad con los lineamientos de (Villanueva e Iglesias, 1984) se asocian a pozos con posibilidad de explotación 10 y 50 litros por segundo con una depresión teórica de 10 metros.
- El parámetro hidráulico transmisividad (T) calculado para las unidades hidrogeológicas ensayadas en las pruebas de bombeo No 2 y No 3 de conformidad con los lineamientos de (Villanueva e Iglesias, 1984) se asocian a pozos con posibilidad de explotación de 10 litros por segundo con una depresión teórica de 10 metros.
- El parámetro hidráulico coeficiente de almacenamiento (S) calculado para las unidades hidrogeológicas ensayadas en las cuatro pruebas de bombeo tienen un comportamiento hidráulico de carácter confinado.

Tabla 3.2.7- 31 Resumen de las características de las pruebas de bombeo y parámetros calculados en Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1

ID Prueba	Id Pozo	Profundidad pozo	Caudal de bombeo	Tiempo de bombeo	Nivel estático	Nivel Dinámico	T	K	Ce	s	Unidad Hidrogeológica Ensayada
		(Metros)	(l/s)	(Minutos)	(Metros)	(Metros)	(m ² /d)	(m/d)	(m/l/s)		
PB_01	PZ_002	80	13	720	13,63	24,66	182	4,55	1,23	1,17e-4	A4
PB_02	PZ_001	53	3,13	420	6,74	26,15	20	7,41e-1	0,16	2,71e-4	A4
PB_03	PZ_006	33	6,25	390	6,3	20,42	60	2,14	0,44	2,05e-4	A4
PB_04	PZ_012	63	7,58	140	36,15	43,41	132	3,78	1,04	4,87e-4	A3

Fuente: ETSA, 2022

De conformidad con las simulaciones numéricas de los radios de influencia de la totalidad de los pozos ensayados (ver resumen en la Tabla 3.2.7- 32) se puede concluir que:

- El radio de influencia más adecuado para la delimitación preliminar del área de influencia hidrogeológica por la actividad de captación de agua subterránea es el asociado a la prueba de bombeo número 1, toda vez que la profundidad del pozo ensayado es la que más cercana a la solicitada por la compañía.

Tabla 3.2.7- 32 Resumen de las simulaciones numéricas de los radios de influencia asociados a los bombeos desarrollados en la caracterización hidráulica del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1

ID Prueba	Id Pozo	Profundidad pozo	Caudal de bombeo	Radio de influencia en metros a 2 horas	Radio de influencia en metros a 6 horas	Radio de influencia en metros a 8 horas
		(Metros)	(l/s)	(Metros)	(Metros)	(Metros)
PB_01	PZ_002	80	13	540,062	935,414	1080,123
PB_02	PZ_001	53	3,13	117,633	203,747	235,267
PB_03	PZ_006	33	6,25	234,261	405,751	468,521
PB_04	PZ_012	63	7,58	225,436	390,466	450,872

Fuente: ETSÁ, 2022

3.2.7.8 Evaluación hidrogeoquímica

En este numeral se presenta la caracterización hidrogeoquímica de ocho (8) puntos de agua subterránea localizados dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1 y censados en el marco del inventario de puntos de agua subterránea. Las unidades hidrogeológicas monitoreadas corresponden a las unidades geológicas Formación Tubará, Gravas de Rotinet y Depósitos Cuaternarios.

3.2.7.8.1 Marco conceptual

mineralogía de los sedimentos y rocas por las que circula. Esta interacción imprime una “marca” o “huella” al agua subterránea, que permite validar un sistema preliminar de flujo y determinar zonas de recarga, a través de análisis de iones principales y trazas, y de los llamados trazadores físicos como la temperatura, el pH y la conductividad.

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Según Foster, nueve constituyentes químicos conforman el 99% del contenido soluto en las aguas subterráneas naturales (Na, Ca, Mg, K, HCO₃ Cl, SO₄, NO₃ y Si). La proporción de cada uno de estos constituyentes, así como la de elementos traza asociados, reflejan la trayectoria del flujo del agua subterránea y su evolución hidrogeoquímica.

Los muestreos de calidad en el área de estudio fueron realizados de conformidad con los protocolos para el monitoreo y seguimiento establecidos por el IDEAM en el 2004 y pueden ser consultados en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología.**

- o Error de balance.

Previamente a la clasificación y determinación de la calidad del agua subterránea, fue verificada la consistencia y confiabilidad de los análisis de laboratorio, a través del balance iónico (electroneutralidad). El balance iónico, mide la diferencia entre el total de aniones y cationes expresados en mili- equivalentes por litro (meq/L), determinados analíticamente.

El error del balance iónico, se define según la siguiente ecuación:

$$\left| \frac{(\sum \text{aniones (meq/l)} - \sum \text{cationes (meq/l)})}{(\sum \text{aniones (meq/l)} + \sum \text{cationes (meq/l)})} \right| \times 100$$

Los errores en el balance iónico no superaron en 10%.

- o Diagramas hidroquímicos.

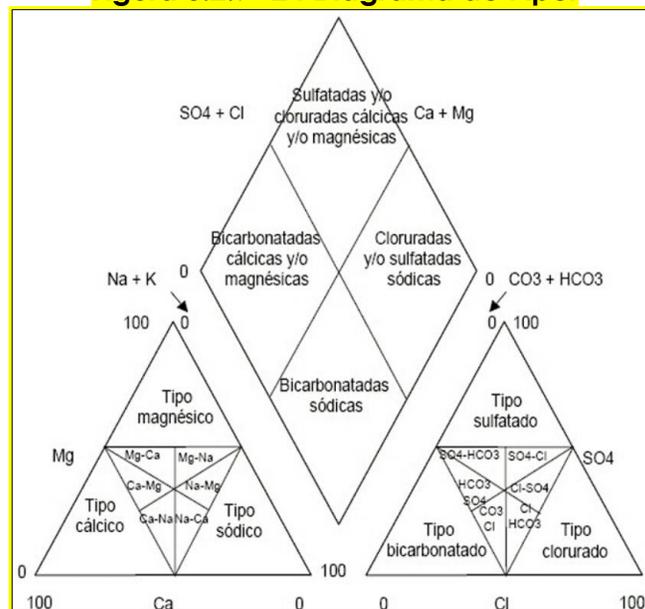
Las diferentes herramientas computacionales que se usan para el análisis con modelos de aguas, emplean diversos diagramas hidroquímicos para la correcta caracterización. La representación gráfica de los datos hidroquímicos constituye una herramienta de trabajo muy eficiente en la interpretación de las propiedades de un agua, así como para hacer comparaciones o correlaciones. También permite ver con facilidad el comportamiento y evolución de un agua en un territorio determinado y a través del tiempo, así como la conectividad superficie-subsuperficie.

- **Diagramas de Piper.**

Está formado por dos triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. En éstos, los triángulos de aniones y cationes ocupan los ángulos inferiores izquierdo y derecho con sus bases alineadas. Los vértices del



triángulo de cationes son Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^{+} más K^{+} . Los vértices del triángulo de aniones son SO_4^{2-} , Cl^{-} y HCO_3^{-} . Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes. El diagrama de Piper permite representar un gran número de muestras en un sólo gráfico. Para interpretar el diagrama con más detalle, debe considerarse que para su construcción es necesario que los iones estén reducidos a porcentaje de miliequivalentes por litro (meq/l). A cada vértice de un triángulo le corresponde el 100% de un catión o un anión.

Figura 3.2.7- 24 Diagrama de Piper

Fuente: IDEAM. 2015.

En estos diagramas la agrupación de puntos define familias de aguas con características químicas semejantes en cuanto al contenido iónico.

El diagrama de Piper muestra principalmente cuatro familias de aguas:

- I. Aguas del tipo bicarbonatada cálcica y/o magnésica.
- II. Aguas del tipo Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.
- III. Aguas del tipo cloruradas y/o sulfatadas sódicas.
- IV. Aguas del tipo bicarbonatadas sódicas.

Las aguas del tipo bicarbonatadas (Numerales I y IV) corresponden a una zona con flujo activo superficial, generalmente de recorridos cortos influenciada por la

precipitación (tránsito local), con una menor solubilidad de minerales y la permanencia podría ser de pocos años. El agua de recarga de estos flujos, proviene normalmente de la lluvia (el agua meteórica tiene baja concentración iónica) que atraviesa la zona no saturada en tiempos cortos. Estas aguas tienen una temperatura muy poco variable y son muy similares a la temperatura atmosférica. Con respecto a la composición catiónica tiene una evolución esperada donde predomina el ion calcio seguido por el magnesio.

Las aguas del tipo sulfatadas (Numerales II y III), tendrían un mayor tiempo de circulación de acuerdo a la secuencia de Chevotarev o esta composición podría estar influenciada por la descomposición de minerales ricos en sulfuros como la pirita (FeS₂) presente en algunas formaciones aflorantes en el piedemonte, también en esquistos piritosos o magnesianos y del lavado de terrenos formados en ambientes marinos. Estas aguas tendrían recorridos menos activos, recorridos más largos y mayores tiempos de permanencia.

3.2.7.8.2 Resultados

A continuación, se presenta el resultado de la caracterización hidrogeoquímica realizada en las ocho (8) muestras de agua subterránea distribuidas espacialmente en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1. Fue calculado, antes de la interpretación hidrogeoquímica, el porcentaje de error del balance iónico para la totalidad de las muestras y cuando el resultado arroja valores inferiores al 10 % fueron realizados y analizados diagramas de Piper. La **Tabla 3.2.7- 33** presentan las coordenadas de los diferentes monitoreos y la **Figura 3.2.7- 25** la localización espacial de los mismos.

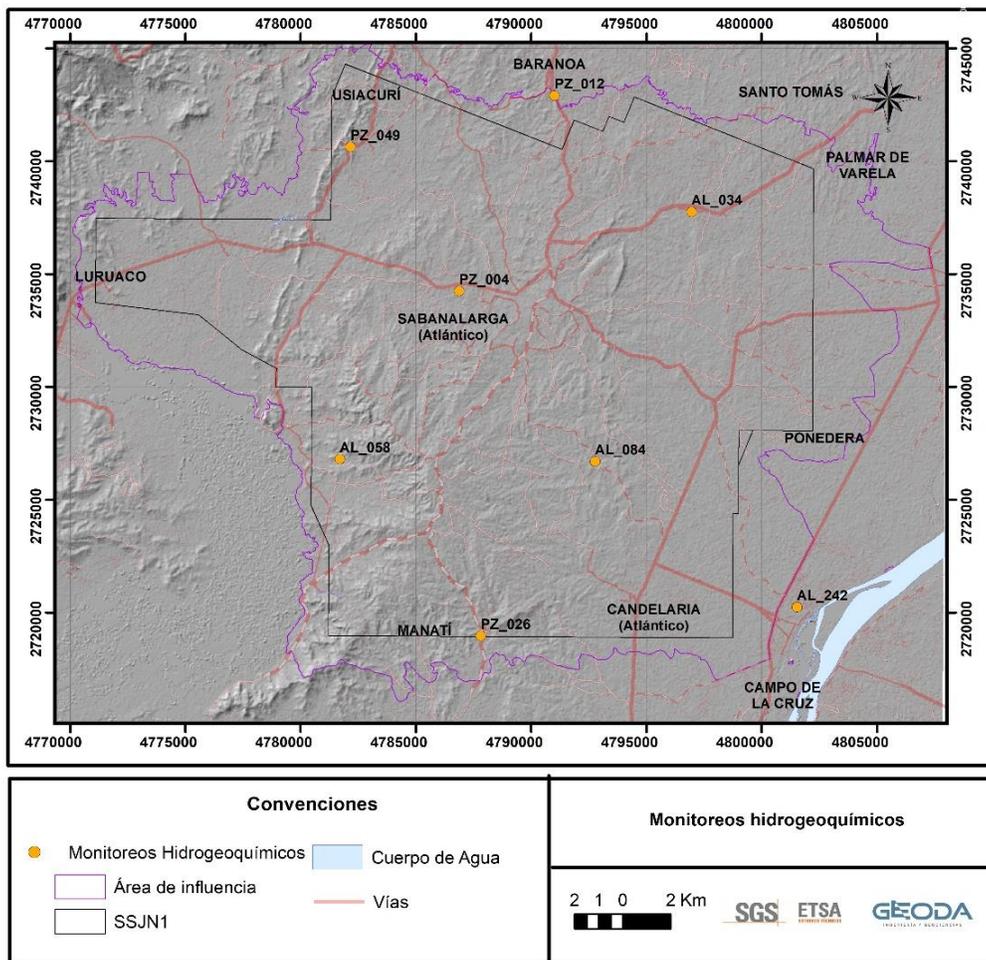
Tabla 3.2.7- 33 Coordenadas de los puntos hidrogeológicos monitoreados químicamente en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1

Id FUNIAS	Id Laboratorio	Tipo de punto de monitoreo	Este	Norte	Unidad geológica	Unidad hidrogeológica
AL_242	BO2102308.002	Hidrogeoquímica	4801540,34	2720240,77	Depósitos Cuaternarios	A4
AL_058	BO2102368.001	Hidrogeoquímica	4781700,04	2726800,74	Formación Tubará	A4
PZ_012	BO2102459.001	Hidrogeoquímica	4791012,87	2742911,84	Depósitos Cuaternarios	A4
PZ_004	BO2102459.002	Hidrogeoquímica	4786875,10	2734248,31	Gravas de Rotinet	A3
PZ_049	BO2102459.003	Hidrogeoquímica	4782155,94	2740634,60	Formación Tubará	A4
PZ_026	BO2102459.004	Hidrogeoquímica	4787815,00	2718965,35	Depósitos Cuaternarios	A4

Id FUNIAS	Id Laboratorio	Tipo de punto de monitoreo	Este	Norte	Unidad geológica	Unidad hidrogeológica
AL_084	BO2102459.005	Hidrogeoquímica	4792780,85	2726696,52	Formación Tubará	A4
AL_034	BO2102459.006	Hidrogeoquímica	4796964,68	2737755,93	Depósitos Cuaternarios	A4

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 25 Localización de los monitoreos de aguas subterráneas realizados en el área de influencia del Área de Explotación SSJN1



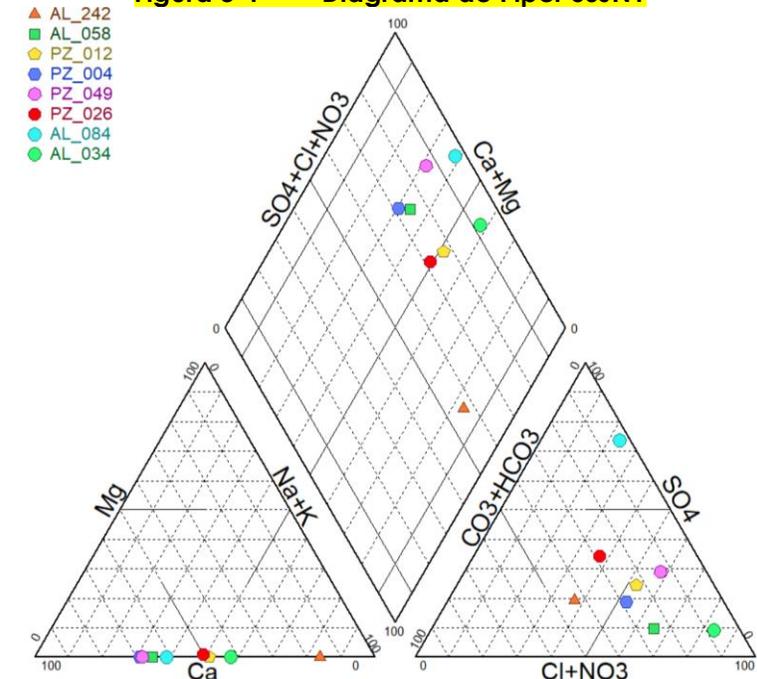
Fuente: ETSA, 2022

Tabla 3.2.7- 34 Balance iónico a muestras de agua subterráneas dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1

		2308.2	2368.1	2459.1	2459.2	2459.3	2459.4	2459.5	2459.6
CATIONES MAYORITARIOS (meq/l)	POTASIO	0.0520	0.0601	0.0834	0.0771	0.0780	0.1354	22.6087	0.0000
	SODIO	14.9369	1.6320	8.1688	2.2397	2.6037	3.3058	66.6377	1.7386
	ALUMINIO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	CALCIO	2.5250	2.7480	6.8114	4.4666	4.9755	3.0304	109.7804	1.1193
	MANGANESO	0.0003	0.0003	0.0062	0.0028	0.0000	0.0002	0.0278	0.0002
	MAGNESIO	1.7377	2.1768	3.1225	3.2138	4.4317	2.7229	87.6645	0.8077
	Hierro	0.0000	0.0035	0.0118	0.0000	0.0000	0.0170	0.0039	0.0000
	NITROGENO AMONACAL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	CLORURO	6.1703	3.3624	8.1187	4.2798	5.0003	1.9969	62.8108	1.8201
	SULFATOS	4.3047	0.7490	5.0706	2.1326	3.7885	3.1278	270.3607	0.3308
ANIONES MAYORITARIOS (meq/l)	BICARBONATOS	12.4372	2.5524	6.1516	4.1708	2.2488	3.3250	15.0126	0.3518
	CARBONATOS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	NITRATOS	0.0289	0.7689	0.0000	0.3390	1.0447	0.8473	0.2953	0.7255
	NITRITOS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	FOSFATOS	0.0816	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	FLUOR	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	BARIO	0.0094	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	COBRE	0.0006	0.0008	0.0007	0.0006	0.0004	0.0008	0.0005	0.0009
	ESTRONCIO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	MOLIBDENO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
METALES (meq/l)	PLUMBO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	ZINC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	SUMA DE CATIONES	19.2619	6.6215	18.2048	10.0005	12.0895	9.2125	286.7234	3.6667
	SUMA DE ANIONES	23.0228	7.4326	19.3409	10.9221	12.0823	9.2970	348.4794	3.2291
ERROR BALANCE IÓNICO		-8.92%	-5.77%	-3.03%	-4.40%	0.03%	-4.46%	-9.72%	6.35%
CRITERIO DE ACEPTACIÓN		±10%	±10%	±10%	±4%	±4%	±4%	±4%	±6%

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3-1 Diagrama de Piper SSJN1



Fuente: ETSA, 2022

Las aguas del tipo bicarbonatadas (Numerales I y IV) corresponden a una zona con flujo activo superficial, generalmente de recorridos cortos influenciada por la precipitación (tránsito local), con una menor solubilidad de minerales y la permanencia podría ser de pocos años. El agua de recarga de estos flujos, proviene normalmente de la lluvia (el agua meteórica tiene baja concentración iónica) que atraviesa la zona no saturada en tiempos cortos. Estas aguas tienen una temperatura muy poco variable y son muy similares a la temperatura atmosférica.

Las aguas del tipo Cloruradas y sulfatadas sódicas, tendrían un mayor tiempo de circulación de acuerdo a la secuencia de Chevotarev o esta composición podría estar influenciada por la descomposición de minerales ricos en sulfuros como la pirita (FeS₂) presente en algunas formaciones aflorantes en el piedemonte, también en esquistos piritosos o magnesianos y del lavado de terrenos formados en ambientes marinos. Estas aguas tendrían recorridos menos activos, recorridos más largos y mayores tiempos de permanencia.

Tabla 3.2.7- 35 Caracterización de los tipos de agua subterránea caracterizados dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1

Nombre	Clasificación hidrogeoquímica
AL_242	Cloruradas y/o sulfatadas sódicas
AL_058	Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas
PZ_012	Cloruradas y/o sulfatadas sódicas
PZ_004	Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas
PZ_049	Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas
PZ_026	Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas
AL_084	Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas
AL_034	Cloruradas y/o sulfatadas sódicas

Fuente: ETSA, 2022

Los análisis de calidad del agua subterránea se entregan en el **Anexo F Carteras_Campo \ Hidrogeología.**

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.9 Evaluación de conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales

En relación a la evaluación de las conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales, se presentan las siguientes consideraciones:

✓ Unidad Hidrogeológica A 4

Las direcciones de flujo del agua subterránea sobre la unidad geológica Depósitos Aluviales Activos (Unidad Hidrogeológica A4), son predominantemente hacia el costado Sureste en dirección al río Magdalena (ver

). En tal sentido, al ser las direcciones de flujo convergentes hacia el río, se infiere una conexión hidráulica entre la unidad geológica Depósitos Aluviales Activos y el cuerpo de agua superficial.

Hidrogeoquímicamente los aljibes AL_034 y AL_242, localizados sobre la unidad geológica Depósitos Aluviales Activos (Unidad Hidrogeológica A4), son de tipo Cloruradas y/o sulfatadas sódicas. Esta situación es característica de aguas de asociadas al lavado de terrenos formados en ambientes marinos. Se pone en realce que la Formación Porquera la cual infrayace a los Depósitos Aluviales Activos fue formada en un ambiente marino.

✓ Unidad Hidrogeológica A 3

Las direcciones de flujo del agua subterránea sobre la unidad geológica Gravas de Rotinet (Unidad Hidrogeológica A3), van predominantemente hacia los costados noreste y noroeste (ver

) drenando en el mismo sentido del agua superficial.

Hidrogeoquímicamente el pozo PZ_004, localizados sobre la unidad geológica Gravas de Rotinet (Unidad Hidrogeológica A3), son de tipo Sulfatadas y/ o cloruradas cálcicas y/o magnésicas. Esta situación se asocia a una zona con flujo activo superficial, generalmente de recorridos cortos influenciada por la precipitación. En tal sentido se concluye la existencia de una conexión hidráulica entre la unidad hidrogeológica A3 y los cuerpos de agua superficiales.

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

- ✓ Unidades hidrogeológicas que infrayacen a la formación Porquera Superior.

De conformidad con los resultados de la exploración geofísica presentados en el subnumeral Exploración Geofísica, en donde se presenta un sello hidráulico continuo (Formación Porquera Superior) que infrayace a las unidades hidrogeológicas aprovechadas por la comunidad (formaciones Porquera Inferior, Ciénaga de Oro, Chengue, San Calletano) se infiere la no conexión hidráulica entre dichas unidades y los cuerpos de agua superficiales.

3.2.7.10 Evaluación de la recarga de las unidades acuíferas

3.2.7.10.1 Evaluación de la susceptibilidad a la recarga de acuíferos

En términos generales, se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora a un acuífero el agua procedente de fuera del contorno que lo limita. Son varias las procedencias de la recarga, desde la infiltración de la lluvia (en general la más importante) y de las aguas superficiales (importantes en climas poco lluviosos) hasta la transferencia de agua desde otro acuífero.

Con la finalidad de construir la susceptibilidad a la recarga de las unidades acuíferas que hacen parte del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1, se siguió el proceso metodológico de (Matus 2009).

- Marco conceptual

Para determinar el potencial de recarga hídrica se emplea la ecuación siguiente. En ella se sustituye cada uno de los elementos del modelo por los valores respectivos obtenidos en la evaluación en campo:

$$ZR=[0.27(Pend)+ 0.23(Ts) + 0.12(Tr) + 0.25(Cve) + 0.13(Us)]$$

Donde:

Pend: Pendiente y macorelieve

Ts: Tipo de suelo

Tr: Tipo de roca

Us: Usos del suelo

Cve: Cobertura vegetal permanente

Tabla 3.2.7- 36 Potencial de recarga hidrogeológica

Posibilidad de recarga	Rango
Muy alta	4.1 - 5
Alta	3.5 – 4.09
Moderada	2.6 – 3.49
Baja	2 – 2.59
Muy baja	1 – 1.99

Fuente: ETSA, 2022

o Resultados

Fueron utilizadas las capas de pendientes, Suelo, Unidad Geológica, Cobertura de la tierra y usos de suelo, calificando cada una de sus categorías en función de la susceptibilidad que cada elemento aporta para la recarga de acuíferos. En tal sentido, las categorías y valores usados en el algebra de mapas son los presentados en la Tabla 3.2.7- 37, Tabla 3.2.7- 38, Tabla 3.2.7- 39, Tabla 3.2.7- 40 y Tabla 3.2.7- 41.

✓ Factor pendiente

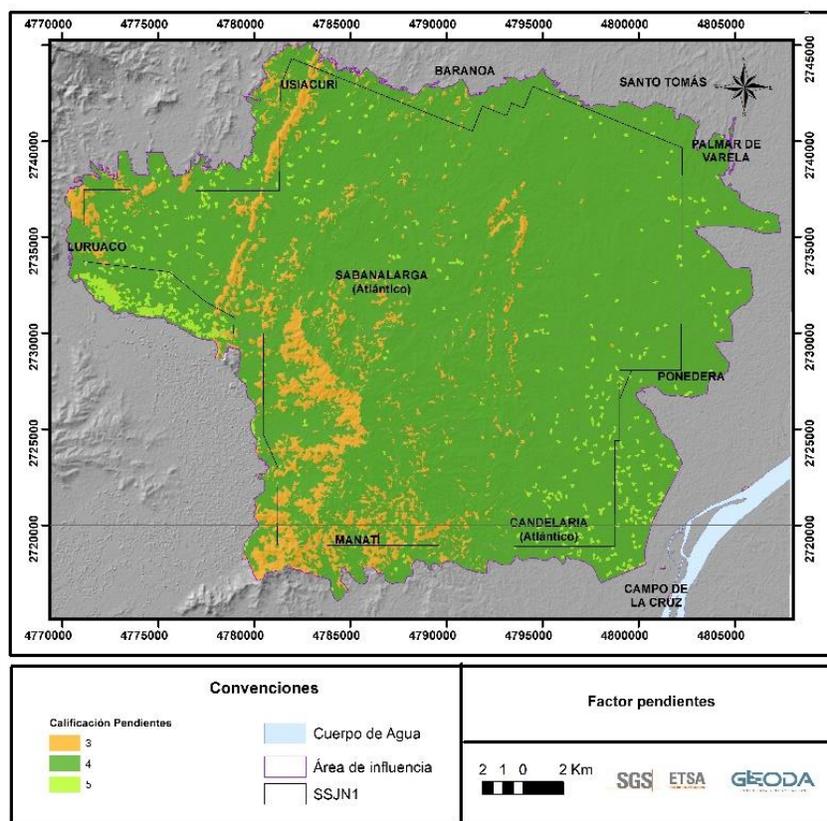
En lo referente al factor pendiente, cuya calificación numérica y representación grafica son presentadas en la Tabla 3.2.7- 37 y en la Figura 3.2.7- 26, se observa que la mayor susceptibilidad a la recarga se presenta en aquellas zonas con pendientes inferiores al 12 %.

Tabla 3.2.7- 37 Calificaciones del factor pendiente y macrorelieve

Porcentajes de pendiente reportados en el mapa de pendientes	Calificación
A nivel, 0-1% (a)	5
Ligeramente plana, 1-3% (a)	5
Ligeramente inclinada, 3-7% (b)	4
Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	4
Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	3
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)	3

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 26 Representación gráfica de la calificación dada al factor pendiente



Fuente: ETSA, 2022

✓ Factor tipo de suelo

En lo referente al factor tipo de suelo, cuya calificación numérica y representación gráfica son presentadas en la **Tabla 3.2.7- 38** y en la **Figura 3.2.7- 27**, se observa que la mayor susceptibilidad a la recarga se presenta en aquellas texturas que son predominantemente franco gruesas.

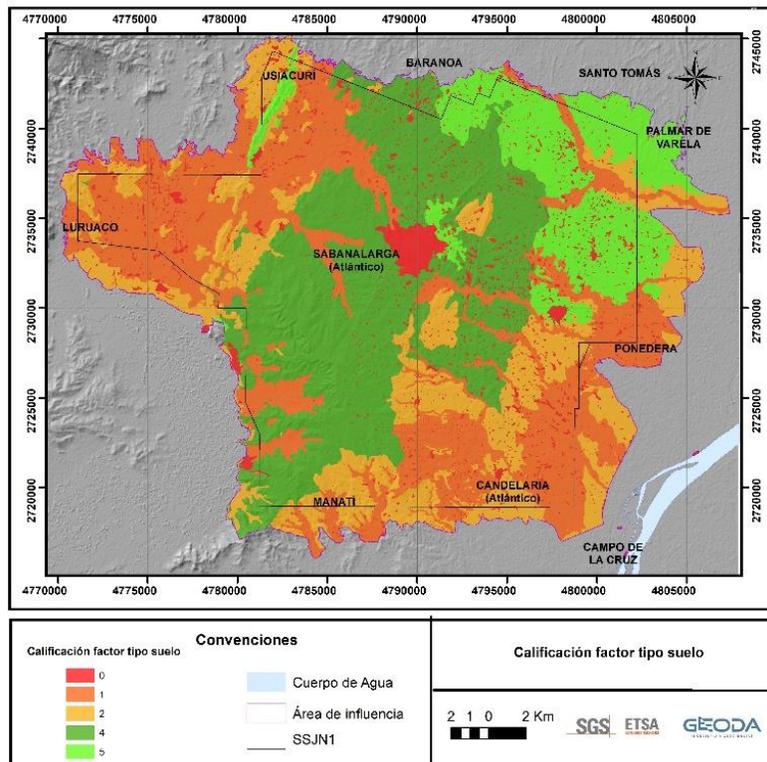
Tabla 3.2.7- 38 Calificación del factor tipo de suelo

Texturas reportadas en el mapa de suelos	Calificación
Corresponde a cuerpos de agua naturales y no a suelo natural	0
familia arcillosa fina	2
familia arcillosa muy fina	1
familia franco fina	4

Texturas reportadas en el mapa de suelos	Calificación
familia franco gruesa	5
No Suelo	0
Planos de llenos antrópicos	0

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 27 Representación gráfica de la calificación dada al factor tipo suelo



✓ Factor tipo de roca

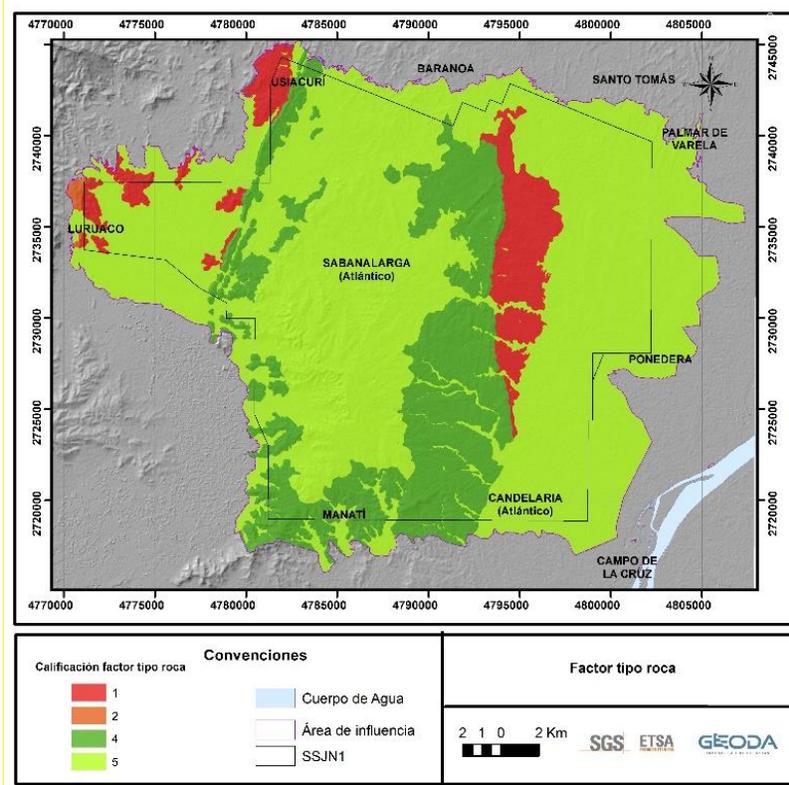
En lo referente al factor tipo de roca, cuya calificación numérica y representación grafica son presentadas en la **Tabla 3.2.7- 39** y en la **Figura 3.2.7- 28**, se observa que la mayor susceptibilidad a la recarga se presenta en aquellas zonas donde las unidades geológicas aflorantes se asocian predominantemente a depósitos no consolidados (Depósitos Cuaternarios).

Tabla 3.2.7- 39 Calificación del factor tipo de roca

Unidades geológicas reportadas en la cartografía geológica	Calificación
Gravas de Rotinet	5
Depósitos aluviales activos	5
Depósitos coluviales de predominio aluvial	5
Depósitos coluvioaluviales con predominio por gravedad	5
Depósitos de llanura aluvial	5
Depósitos de terraza aluvial	5
Depósitos eólicos	5
Depósitos Fluviolacustres	5
Formación Porquera Superior	1
Fm Tubará	4

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 28 Representación gráfica de la calificación dada al factor tipo roca



Fuente: ETSA, 2022

✓ Factor uso del suelo

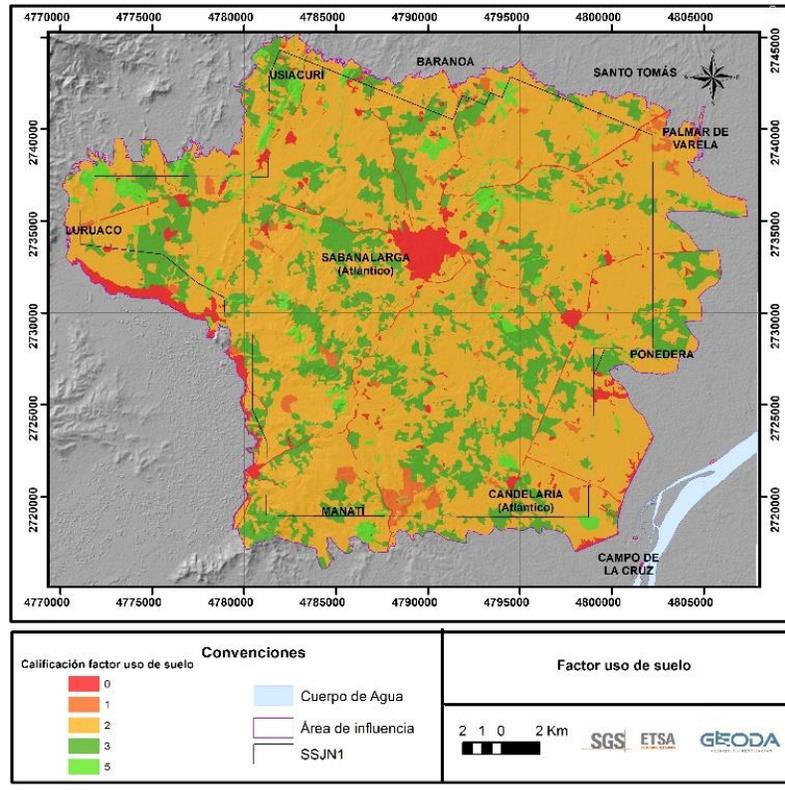
En lo referente al factor tipo de roca, cuya calificación numérica y representación gráfica son presentadas en la Tabla 3.2.7- 40 y en la Figura 3.2.7- 29, se observa que la mayor susceptibilidad a la recarga se presenta en aquellas zonas donde el uso de suelo se asocia a arbustales densos o bosques de galería.

Tabla 3.2.7- 40 Calificación del uso de suelo

Usos de suelo reportados en el mapa uso actual de suelo	Calificación
Instalaciones recreativas	0
Canales	0
Estanques para acuicultura continental	0
Explotación de hidrocarburos	0
Explotación de materiales de construcción	0
Jaguey	0
Lagunas de oxidación	0
Red vial y territorios asociados	0
Ríos	0
Tejido urbano continuo	0
Tejido urbano discontinuo	0
Zonas industriales	0
Zonas pantanosas	0
Mango	1
Mosaico de cultivos	1
Mosaico de pastos y cultivos	1
Otros cultivos permanentes arbóreos	1
Otros cultivos transitorios	1
Palma de aceite	1
Tierras desnudas y degradadas	1
Playas	1
Pastos enmalezados	2
Pastos limpios	2
Plantación forestal	2
Vegetación secundaria alta	2
Vegetación secundaria baja	2
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	3
Pastos arbolados	3
Arbustal denso	5
Bosque de galería	5

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 29 Representación gráfica de la calificación dada al factor uso de suelo



Fuente: ETSA, 2022

✓ **Factor cobertura vegetal**

En lo referente al factor tipo de roca, cuya calificación numérica y representación grafica son presentadas en la Tabla 3.2.7- 41 y en la Figura 3.2.7- 30, se observa que la mayor susceptibilidad a la recarga se presenta en aquellas zonas donde el uso de suelo se asocia a arbustales densos o bosques de galería.

Tabla 3.2.7- 41 Calificación del factor cobertura vegetal

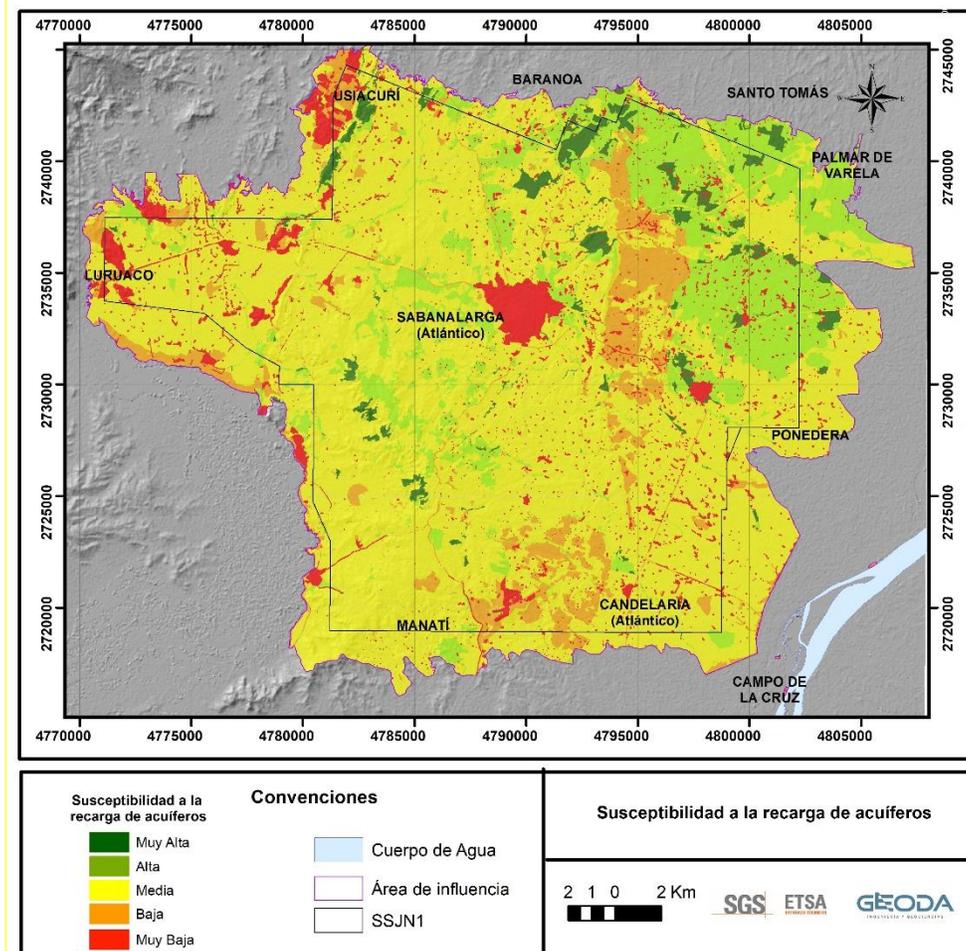
Coberturas reportadas en el mapa coberturas	Calificación
Arbustal denso	5
Bosque de galería	5
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4
Canales	0
Estanques para acuicultura continental	0

Coberturas reportadas en el mapa coberturas	Calificación
Explotación de hidrocarburos	0
Explotación de materiales de construcción	0
Instalaciones recreativas	0
Jaguey	0
Lagunas de oxidación	0
Mango	1
Mosaico de cultivos	1
Mosaico de pastos y cultivos	1
Otros cultivos permanentes arbóreos	1
Otros cultivos transitorios	1
Palma de aceite	1
Pastos arbolados	3
Pastos enmalezados	2
Pastos limpios	2
Plantación forestal	2
Playas	Playas
Red vial y territorios asociados	0
Ríos	0
Tejido urbano continuo	0
Tejido urbano discontinuo	0
Tierras desnudas y degradadas	1
Vegetación secundaria alta	2
Vegetación secundaria baja	2
Zonas industriales	0
Zonas pantanosas	0

Fuente: ETSA, 2022

La **Figura 3.2.7- 30** presenta espacialmente la distribución de la susceptibilidad a la recarga de las unidades hidrogeológicas más superficiales dentro del área de influencia del Área de Explotación SSJN1. Se resalta la baja susceptibilidad a la recarga del sector asociado a la Formación Porquera y la muy baja susceptibilidad a la recarga de el en sectores constituidos por llenos antrópicos.

Figura 3.2.7- 30 Susceptibilidad a la recarga de acuíferos



Fuente: ETSA, 2022

3.2.7.10.2 Evaluación numérica de la recarga de acuíferos

La recarga al acuífero se lleva a cabo, si la cantidad de agua que infiltra es suficiente para llevar al suelo a capacidad de campo y además satisfacer la evapotranspiración de las plantas. El agua sobrante, una vez satisfecha la capacidad de campo y la evapotranspiración, es la que recarga al acuífero, la que se calcula con la siguiente ecuación.

$$R_p = P_i + H_{Si} - H_{Sf} - ETR$$

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

Donde:

R_p = Recarga potencial mensual en mm/mes.

P_i = Precipitación que infiltra en mm/mes.

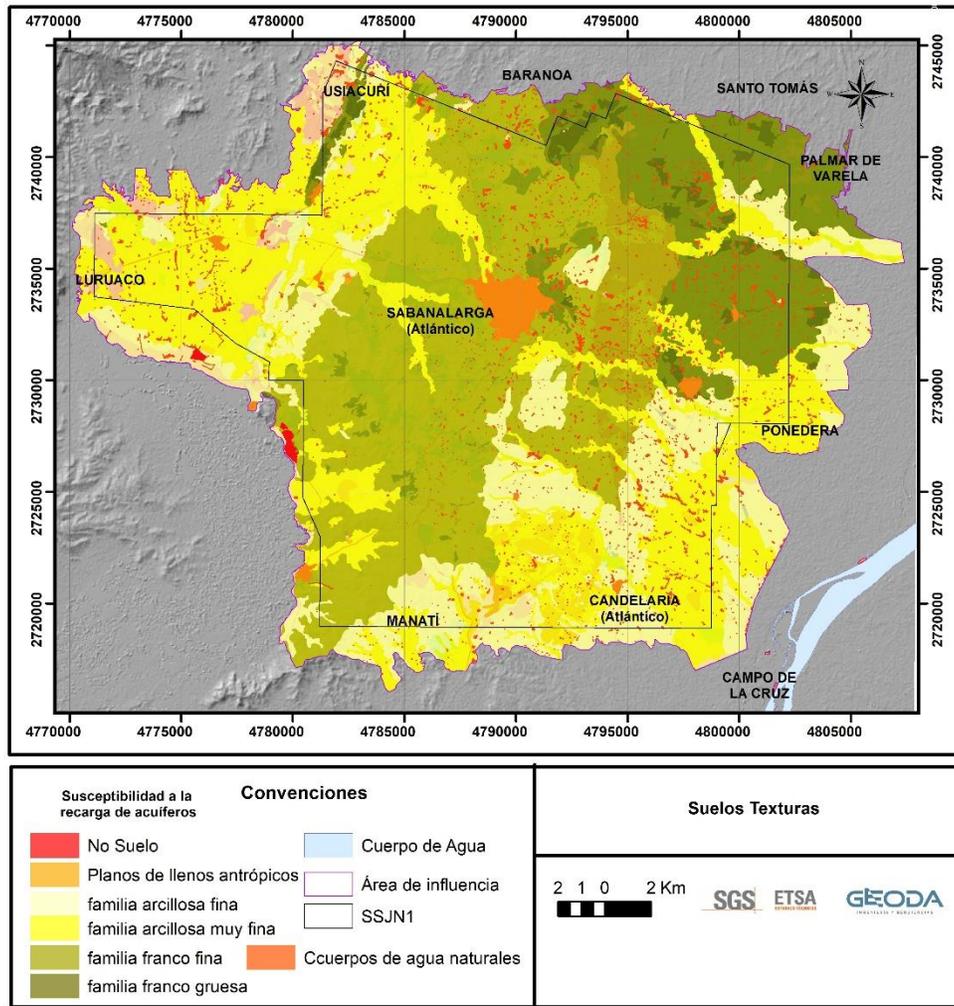
H_{Sf} = Humedad del suelo al final del mes en mm.

ETR = Evapotranspiración real en mm/mes

- o Resultados

Como resultado del cálculo de la recarga potencial de unidades acuíferas a través de un balance hídrico de suelos, fueron desarrolladas las simulaciones numéricas para las siguientes texturas de suelo: Arcillosa Fina, Arcillosa muy Fina, Franco Fina y Franco Gruesa. Fueron utilizados los valores de precipitación media mensual y evapotranspiración potencial consignados en el Numera Hidrología. Las características de las unidades de suelo en cuanto a la densidad, capacidad de infiltración, capacidad de campo y punto de marchitez fueron utilizadas de acuerdo de acuerdo a los lineamientos de Schosinsky, G., 2006. (Ver **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**).

Figura 3.2.7- 31 Texturas de suelo sobre las cuales se realizó el cálculo de la recarga potencial de acuíferos



Fuente: ETSA, 2022

Los cálculos numéricos de la recarga de las texturas de suelo Arcillosa Fina, Arcillosa muy Fina, Franco Fina y Franco gruesa son las presentadas en las Tabla 3.2.7- 42, Tabla 3.2.7- 43, Tabla 3.2.7- 44 y Tabla 3.2.7- 45.

Tabla 3.2.7- 42 Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Arcillosa Fina

Concepto	Símbolo	Valor												
Capacidad de infiltración (mm/día)	Ic	120												
Factor por pendiente	Kp	0,1												
Factor por vegetación	Kv	0,18												
Factor estimado con base a la prueba de infiltración	Kfc	0,54												
Coefficiente de infiltración	Ci	0,82												
Densidad del suelo (gr/cm3)	DS	1,20												
Profundidad de las raíces (mm)	PR	220												
Humedad del suelo inicial	Hsi	39,6												
Mes de inicio de humedad con CC														
Cfo		0,12												

Concepto	Sigla	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación media mensual (mm)	P	IDEAM	6,7	5,5	20,6	77,1	143,3	122,3	114,6	147,1	156,4	182,9	135,1	34,8	1146,4
Retención de lluvia	Ret		5,0	5,0	5,0	9,3	17,2	14,7	13,8	17,7	18,8	21,9	16,2	5,0	
Precipitación que infiltra (mm)	Pi		1,4	0,4	12,7	55,4	103,0	87,9	82,4	105,7	112,4	131,5	97,1	24,3	
Escorrentía superficial (mm)	ESC		0,3	0,1	2,9	12,4	23,1	19,7	18,5	23,7	25,2	29,5	21,8	5,5	
Evapotranspiración potencial (mm)	ETP	IDEAM	140,9	129,9	145	147,9	153,8	151,2	155,2	152,2	144,2	144,8	137,7	141,8	1744,6
Humedad del suelo inicial (mm)	Hsi		40	40	40	40	40	66	78	82	82	82	82	82	
Factor de ETP antes de ETR	C1		0,0	0,0	0,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	
Factor de ETP después de ETR	C2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	
Humedad disponible (MM)	HD		1	0	13	55	103	114	121	148	155	174	139	67	
Evapotranspiración real (mm)	ETR		1	0	13	55	77	76	78	76	90	122	72	67	
Humedad del suelo final (mm)	HSf		40	40	40	40	66	78	82	82	82	82	82	82	
Recarga potencial (mm)	Rp		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	29,6	22,5	9,5	25,6	0,0	88,1
Déficit de capacidad de campo (mm)	DCC		42	42	42	42	16	4	0	0	0	0	0	42	

Fuente: ETSA, 2022

Tabla 3.2.7- 43 Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Arcillosa muy Fina

Concepto	Símbolo	Valor												
Capacidad de infiltración (mm/día)	Ic	72												
Factor por pendiente	Kp	0,1												
Factor por vegetación	Kv	0,18												
Factor estimado con base a la prueba de infiltración	Kfc	0,41												
Coefficiente de infiltración	Ci	0,69												
Densidad del suelo (gr/cm3)	DS	1,30												
Profundidad de las raíces (mm)	PR	220												
Humedad del suelo inicial	Hsi	54,34												
Mes de inicio de humedad con CC														
Cfo		0,12												

Concepto	Sigla	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación media mensual (mm)	P	IDEAM	6,7	5,5	20,6	77,1	143,3	122,3	114,6	147,1	156,4	182,9	135,1	34,8	1146,4
Retención de lluvia	Ret		5,0	5,0	5,0	9,3	17,2	14,7	13,8	17,7	18,8	21,9	16,2	5,0	
Precipitación que infiltra (mm)	Pi		1,2	0,3	10,7	46,7	86,7	74,0	69,4	89,0	94,7	110,7	81,8	20,5	
Escorrentía superficial (mm)	ESC		0,5	0,2	4,9	21,2	39,4	33,6	31,5	40,4	43,0	50,3	37,1	9,3	
Evapotranspiración potencial (mm)	ETP	IDEAM	140,9	129,9	145	147,9	153,8	151,2	155,2	152,2	144,2	144,8	137,7	141,8	1744,6
Humedad del suelo inicial (mm)	Hsi		54	54	54	54	54	64	64	63	54	67	90	112	112
Factor de ETP antes de ETR	C1		0,0	0,0	0,2	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	
Factor de ETP después de ETR	C2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Humedad disponible (MM)	HD		1	0	11	47	87	84	78	89	108	146	139	78	
Evapotranspiración real (mm)	ETR		1	0	11	47	77	76	78	76	72	74	70	71	
Humedad del suelo final (mm)	HSf		54	54	54	54	64	63	54	67	90	112	112	61	
Recarga potencial (mm)	Rp		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	11,4	0,0	26,2	
Déficit de capacidad de campo (mm)	DCC		57	57	57	57	47	49	57	44	22	0	0	50	

Fuente: ETSA, 2022

Tabla 3.2.7- 44 Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Franco Fina

Concepto	Símbolo	Valor													Total
Capacidad de infiltración (mm/día)	Ic	168													
Factor por pendiente	Kp	0,1													
Factor por vegetación	Kv	0,18													
Factor estimado con base a la prueba de infiltración	Kfc	0,62													
Coefficiente de infiltración	Ci	0,90													
Densidad del suelo (gr/cm3)	DS	1,30													
Profundidad de las raíces (mm)	PR	220													
Humedad del suelo inicial	Hsi	31,46													
Mes de inicio de humedad con CC															
Cfo		0,12													
Concepto	Sigla	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación media mensual (mm)	P	IDEAM	6,7	5,5	20,6	77,1	143,3	122,3	114,6	147,1	156,4	182,9	135,1	34,8	1146,4
Retención de lluvia	Ret		5,0	5,0	5,0	9,3	17,2	14,7	13,8	17,7	18,8	21,9	16,2	5,0	
Precipitación que infiltra (mm)	Pi		1,5	0,4	14,0	61,0	113,4	96,8	90,7	116,4	123,8	144,7	106,9	26,8	
Escorrentía superficial (mm)	ESC		0,2	0,1	1,6	6,8	12,7	10,8	10,2	13,0	13,9	16,2	12,0	3,0	
Evapotranspiración potencial (mm)	ETP	IDEAM	140,9	129,9	145	147,9	153,8	151,2	155,2	152,2	144,2	144,8	137,7	141,8	1744,6
Humedad del suelo inicial (mm)	Hsi		31	31	31	31	31	66	66	66	66	66	66	66	
Factor de ETP antes de ETR	C1		0,0	0,0	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	
Factor de ETP después de ETR	C2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,1	0,0	
Humedad disponible (MM)	HD		2	0	14	61	113	131	125	151	158	179	141	61	
Evapotranspiración real (mm)	ETR		2	0	14	61	77	76	78	76	101	145	76	61	
Humedad del suelo final (mm)	HSf		31	31	31	31	66	66	66	66	66	66	66	31	
Recarga potencial (mm)	Rp		0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	21,2	13,1	40,3	22,5	0,1	31,0	0,0	130,3
Déficit de capacidad de campo (mm)	DCC		34	34	34	34	0	0	0	0	0	0	0	34	

Fuente: ETSa, 2022

Tabla 3.2.7- 45 Recarga potencia del acuífero en la unidad de suelo textura Franco Gruesa

Concepto	Símbolo	Valor													Total
Capacidad de infiltración (mm/día)	Ic	240													
Factor por pendiente	Kp	0,1													
Factor por vegetación	Kv	0,18													
Factor estimado con base a la prueba de infiltración	Kfc	0,70													
Coefficiente de infiltración	Ci	0,98													
Densidad del suelo (gr/cm3)	DS	1,40													
Profundidad de las raíces (mm)	PR	220													
Humedad del suelo inicial	Hsi	12,32													
Mes de inicio de humedad con CC															
Cfo		0,12													
Concepto	Sigla	Fuente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación media mensual (mm)	P	IDEAM	6,7	5,5	20,6	77,1	143,3	122,3	114,6	147,1	156,4	182,9	135,1	34,8	1146,4
Retención de lluvia	Ret		5,0	5,0	5,0	9,3	17,2	14,7	13,8	17,7	18,8	21,9	16,2	5,0	
Precipitación que infiltra (mm)	Pi		1,7	0,5	15,3	66,7	124,0	105,8	99,2	127,3	135,3	158,3	116,9	29,3	
Escorrentía superficial (mm)	ESC		0,0	0,0	0,3	1,1	2,1	1,8	1,7	2,2	2,3	2,7	2,0	0,5	
Evapotranspiración potencial (mm)	ETP	IDEAM	140,9	129,9	145	147,9	153,8	151,2	155,2	152,2	144,2	144,8	137,7	141,8	1744,6
Humedad del suelo inicial (mm)	Hsi		12	12	12	12	12	31	31	31	31	31	31	31	
Factor de ETP antes de ETR	C1		0,1	0,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	
Factor de ETP después de ETR	C2		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	
Humedad disponible (MM)	HD		2	0	15	67	124	124	118	146	154	177	135	48	
Evapotranspiración real (mm)	ETR		2	0	15	67	77	76	78	76	110	145	69	48	
Humedad del suelo final (mm)	HSf		12	12	12	12	31	31	31	31	31	31	31	12	
Recarga potencial (mm)	Rp		0,0	0,0	0,0	0,0	28,6	30,2	21,6	51,2	25,7	13,5	48,1	0,0	218,9
Déficit de capacidad de campo (mm)	DCC		18	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	18	

Fuente: ETSa, 2022

 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

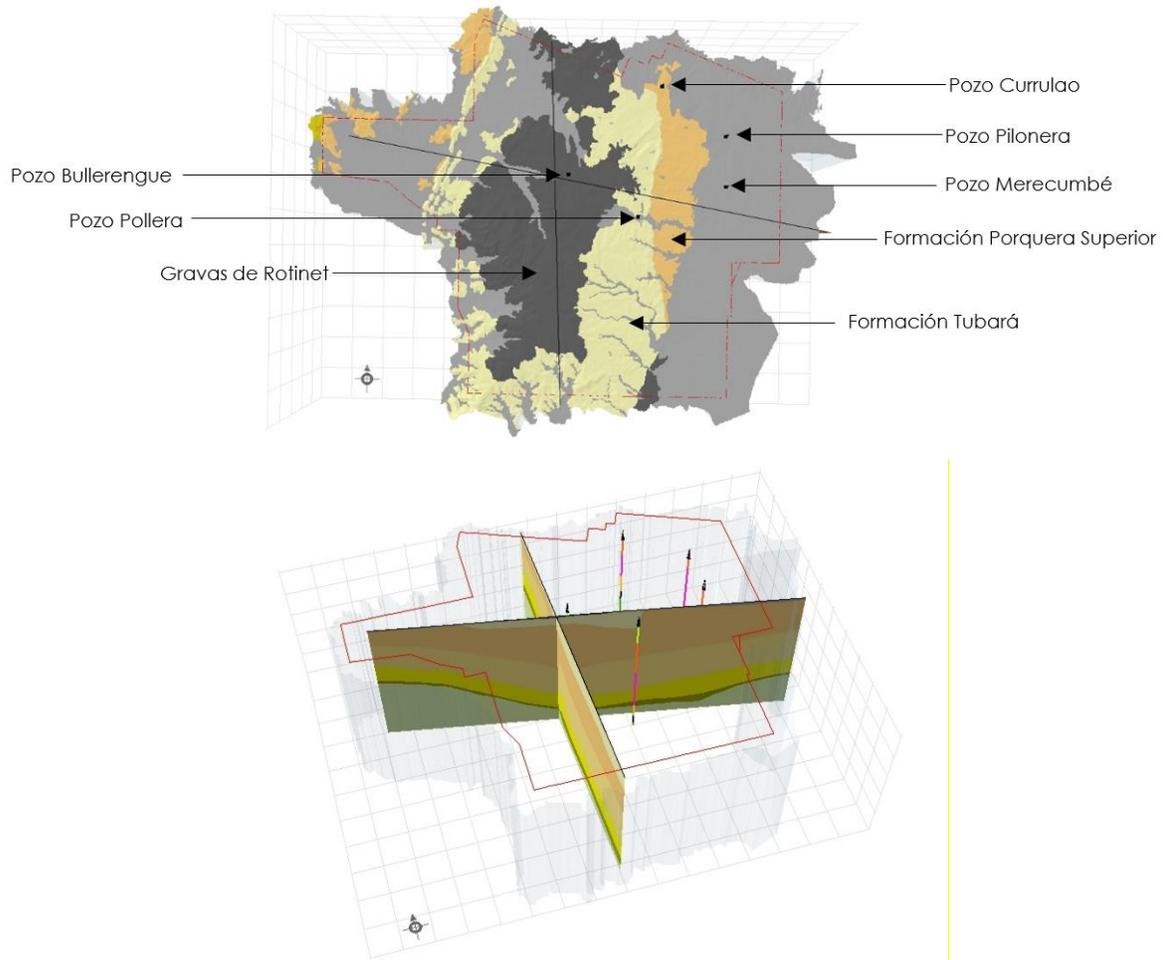
3.2.7.11 Representación tridimensional del modelo hidrogeológico conceptual

La construcción del modelo geométrico de las unidades geológicas que hacen parte del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1, consignada en el presente documento, involucró los siguientes insumos:

- Cartografía geológica local.
- Resultados de exploración geofísica a través de Sondeos Eléctricos Verticales.
- Registros litológicos de los pozos Pollera, Bullerengue, Currulao, Pilonera y Merecumbé.

El **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología** presenta los registros litológicos de los pozos Pollera, Bullerengue, Currulao, Pilonera y Merecumbé, en donde se puede evidenciar la existencia de la Formación Porquera Superior en la totalidad de los pozos. Hidrogeológicamente la Formación Porquera Superior ha sido caracterizada como C1, toda vez que su composición litológica es predominantemente arcillosa y se comportaría como un sello hidrogeológico. La Figura 3.2.7- 32Figura 3.2.7- 31 presenta la localización de los pozos anteriormente citados y en relación al área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1.

Figura 3.2.7- 32 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Convenciones Unidades Geológicas en perfiles geológicos	Convenciones Unidades Geológicas en pozos
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos Cuaternarios Formación Chengue Formación Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará Gravas de Rotinet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Chengue Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará

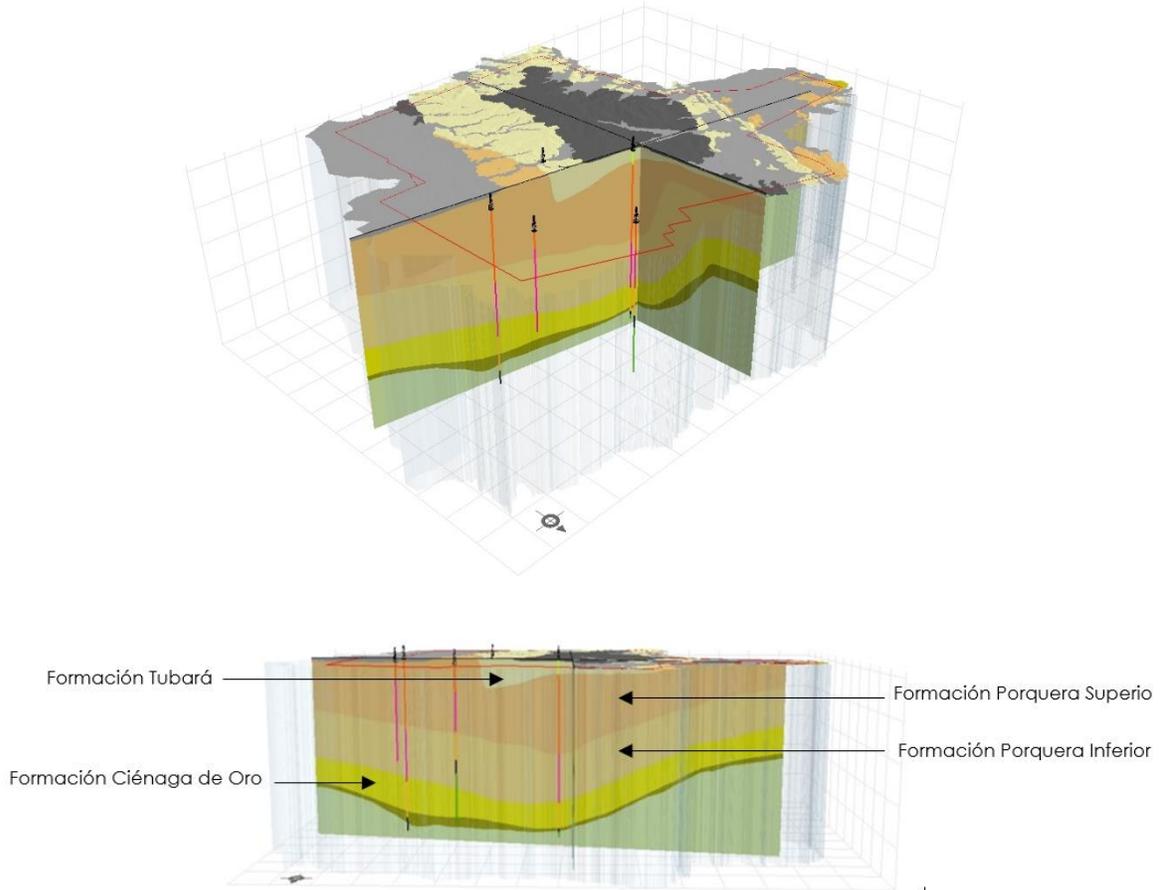
 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.11.1 *Nor Este*

En el costado noreste del bloque presentado en la **Figura 3.2.7- 33**, se resalta la continuidad lateral de la formación Porquera Superior (Unidad Hidrogeológica C1). Los registros litológicos de los pozos Pilonera, Currulao y Merecumbé presentados en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**, soportan la existencia de dicha unidad.

Dadas las características hidrogeológicas de la Unidad Hidrogeológica C1, ésta tendría un comportamiento de barrera hidráulica que aislaría a las unidades hidrogeológicas aprovechadas por la comunidad, de las unidades geológicas sobre las cuales la compañía tiene interés

Figura 3.2.7- 33 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Noreste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Convenciones Unidades Geológicas en perfiles geológicos	Convenciones Unidades Geológicas en pozos
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos Cuaternarios Formación Chengue Formación Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará Gravas de Rotinet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Chengue Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará

Fuente: ETSA, 2022

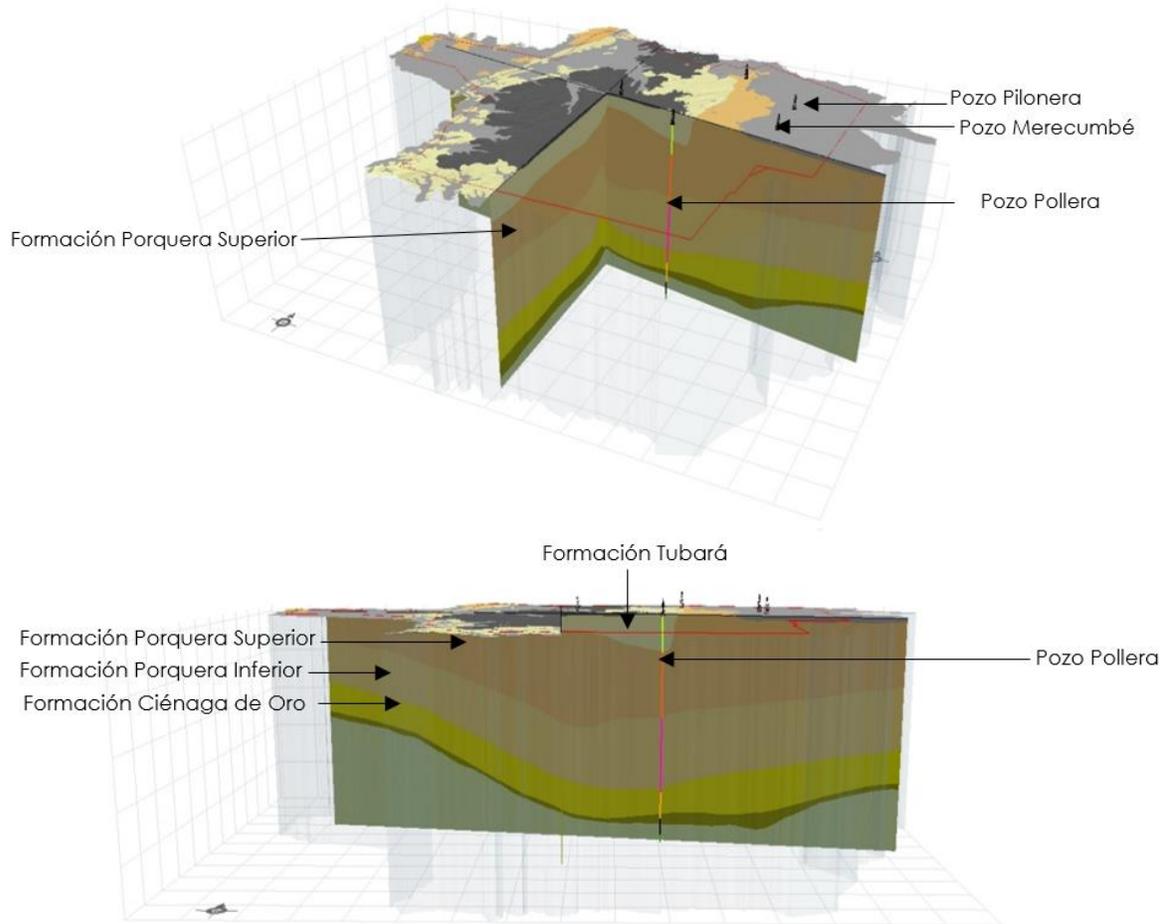
 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.11.2 Sur Este

En el costado sureste del bloque presentado en la **Figura 3.2.7- 34**, se resalta la continuidad lateral de la formación Porquera Superior (Unidad Hidrogeológica C1). Los registros litológicos de los pozos Pollera y Merecumbé presentados en el **Anexo F Carteras_Campo\Hidrogeología**, soportan la existencia de dicha unidad.

Dadas las características hidrogeológicas de la Unidad Hidrogeológica C1, ésta tendría un comportamiento de barrera hidráulica que aislaría a las unidades hidrogeológicas aprovechadas por la comunidad, de las unidades geológicas sobre las cuales la compañía tiene interés.

Figura 3.2.7- 34 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Sureste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Convenciones Unidades Geológicas en perfiles geológicos	Convenciones Unidades Geológicas en pozos
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos Cuaternarios Formación Chengue Formación Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará Gravas de Rotinet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Chengue Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará

Fuente: ETSA, 2022

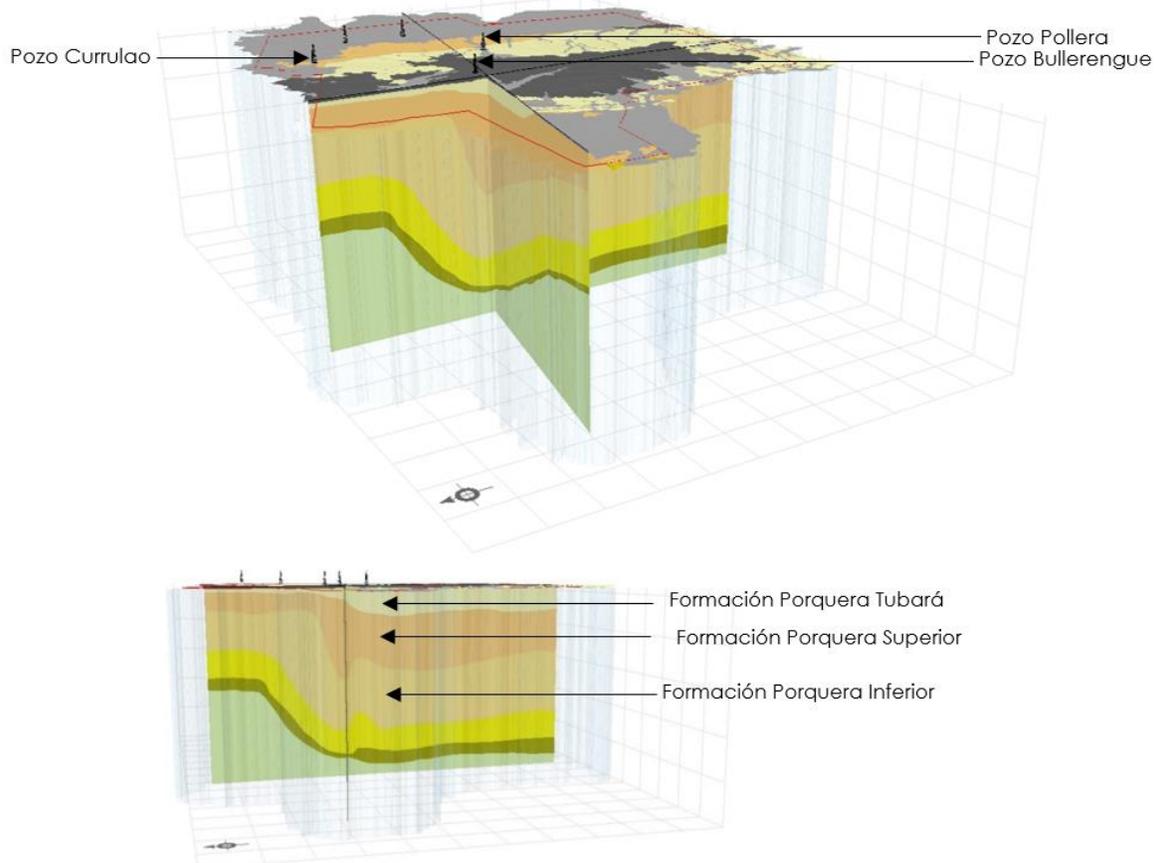
 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.11.3 Nor Oeste

En el costado sureste del bloque presentado en la **Figura 3.2.7- 35**, se resalta la continuidad lateral de la formación Porquera Superior (Unidad Hidrogeológica C1). Los registros litológicos de los pozos Pollera y Currulao presentados en el **Anexo F Carteras_Campo \ Hidrogeología**, soportan la existencia de dicha unidad.

Dadas las características hidrogeológicas de la Unidad Hidrogeológica C1, ésta tendría un comportamiento de barrera hidráulica que aislaría a las unidades hidrogeológicas aprovechadas por la comunidad, de las unidades geológicas sobre las cuales la compañía tiene interés.

Figura 3.2.7- 35 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Noreste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Convenciones Unidades Geológicas en perfiles geológicos	Convenciones Unidades Geológicas en pozos
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos Cuaternarios Formación Chengue Formación Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará Gravas de Rotinet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Chengue Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará

Fuente: ETSA, 2022

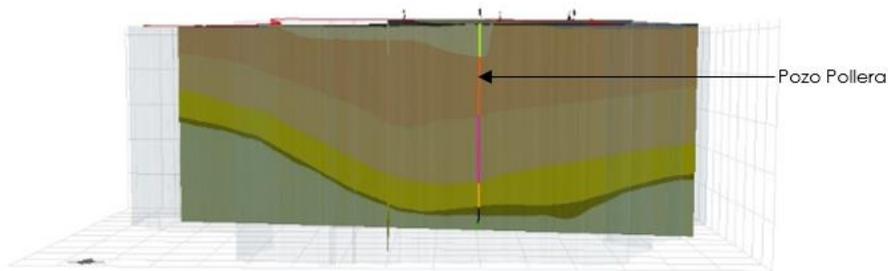
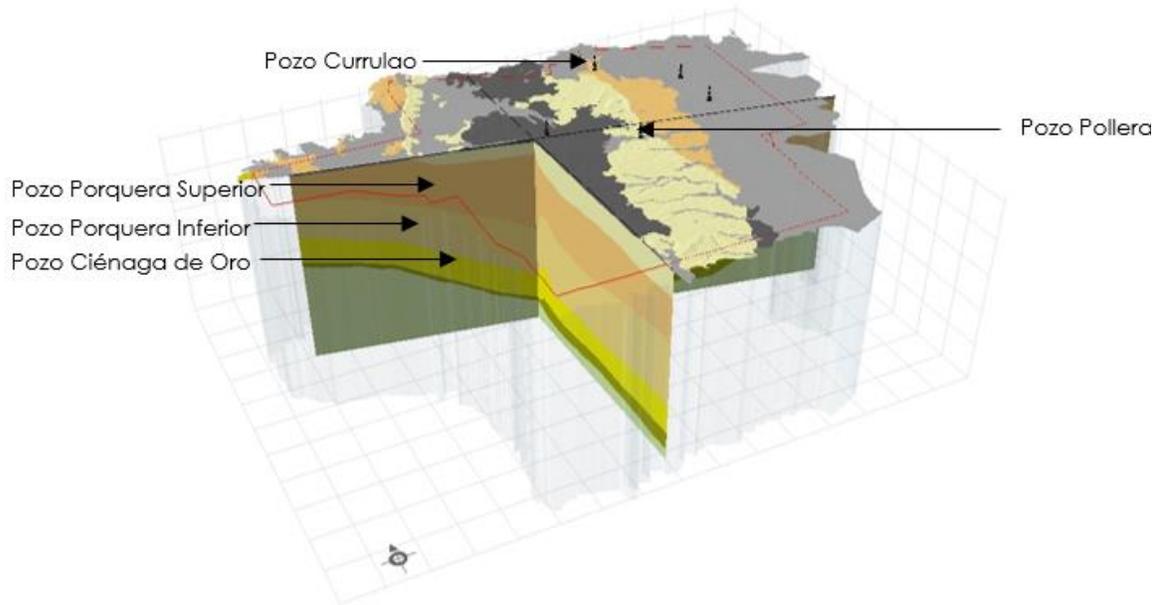
 <p>Lewis Energy Colombia, Inc.*</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”</p>	
<p>Versión No. 1. 07.2022</p>	<p>CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO</p>	

3.2.7.11.4 *Sur Oeste*

En el costado sureste del bloque presentado en la **Figura 3.2.7- 36**, se resalta la continuidad lateral de la formación Porquera Superior (Unidad Hidrogeológica C1). Los perfiles geológicos – geofísicos fueron construidos a partir de los Sondeos Eléctricos Verticales.

Dadas las características hidrogeológicas de la Unidad Hidrogeológica C1, ésta tendría un comportamiento de barrera hidráulica ante que aislaría a las unidades hidrogeológicas aprovechadas por la comunidad, de las unidades geológicas sobre las cuales la compañía tiene interés.

Figura 3.2.7- 36 Representación tridimensional de la geometría de unidades geológicas que conforman el costado Suroeste del Área de Explotación Sinú San Jacinto Norte 1



Convenciones Unidades Geológicas en perfiles geológicos	Convenciones Unidades Geológicas en pozos
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos Cuaternarios Formación Chengue Formación Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará Gravas de Rotinet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Chengue Ciénaga de Oro Formación Porquera Inferior Formación Porquera Superior Formación San Calletano Formación Tubará

Fuente: ETSA, 2022

 Lewis Energy Colombia, Inc.*	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA TRAMITAR LA MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL GLOBAL DEL PROYECTO “ÁREA DE EXPLOTACIÓN SINÚ SAN JACINTO NORTE 1 SSJN-1”	
Versión No. 1. 07.2022	CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	

3.2.7.12 Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

El método DRASTIC desarrollado por (Aller et al., 1987) para la United States Environmental Protection Agency (EPA) en 1988, es un proceso con bases empíricas que evalúa la vulnerabilidad de los acuíferos someros con base en parámetros: D (profundidad del nivel piezométrico o freático), R (recarga), A (litología del acuífero), S (tipo de textura de suelo), T (pendiente del terreno), I (naturaleza de la zona no saturada) y C (permeabilidad).

Consiste en asignar pesos y valores a cada una de las variables anteriormente mencionadas, donde cada una representa un área cartografiable y luego, en un proceso de superposición de variables llamado álgebra de mapas (Ver **Figura 3.2.7- 37**), se obtiene como resultado, la suma acumulada de todos los aspectos involucrados para un área específica, generando un mapa de vulnerabilidad de acuerdo a los rangos establecidos por la metodología.

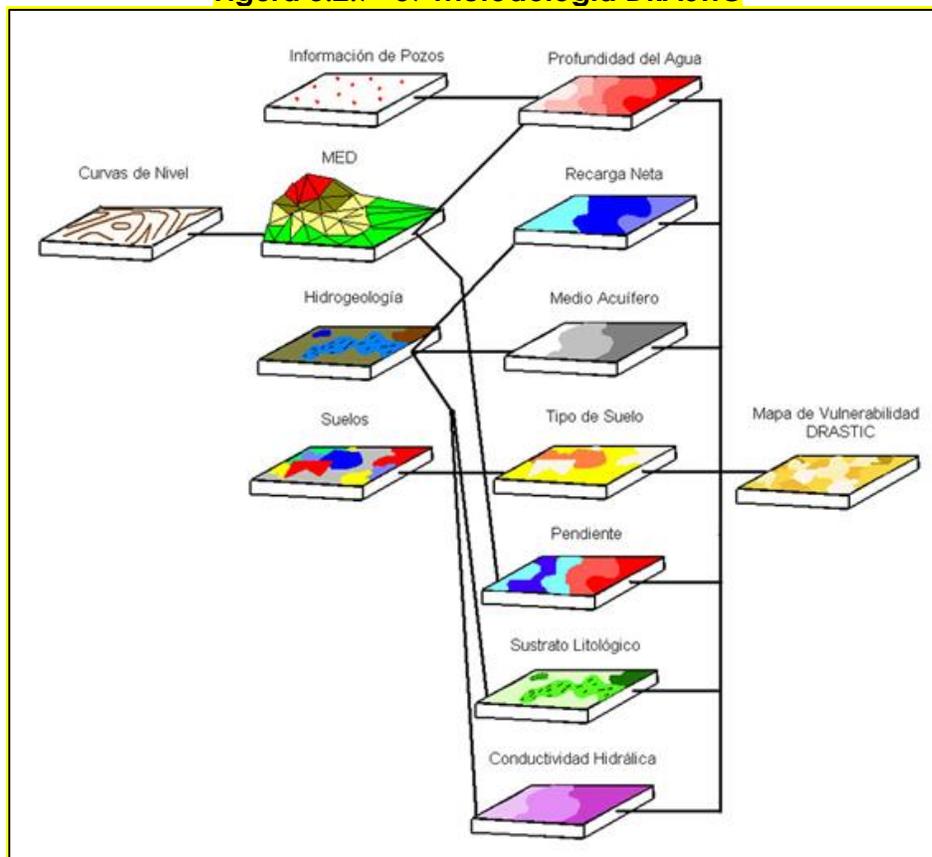
En resumen, el valor de vulnerabilidad resulta de la siguiente operación:

$$Drastic = (Dw \cdot Dr) + (Rw \cdot Rr) + (Aw \cdot Ar) + (Sw \cdot Sr) + (Tw \cdot Tr) + (Iw \cdot Ir) + (Cw \cdot Cr)$$

Dónde:

Dw, Rw, Aw, Sw, Tw, Iw y Cw corresponden a los pesos asignados a los parámetros o factores y Dr, Rr, Ar, Sr, Tr, Ir y Cr corresponden a la calificación de cada una de las variables involucradas.

Figura 3.2.7- 37 Metodología DRASTIC



Fuente: Análisis de vulnerabilidad. Agüero Valverde Rosendo Pujol Mesalle

Los pesos utilizados para cada variable se presentan a continuación:

Tabla 3.2.7- 46 Factores de ponderación metodología de DRASTIC

TIPO	PARÁMETRO						
	Dw	Rw	Aw	Sw	Tw	Iw	Cw
Vulnerabilidad intrínseca	5	4	3	2	1	5	3

Fuente: MAVD, 2010.

- D – Profundidad del agua

Con base en el inventario de puntos de agua subterránea se determinó para cada unidad geológica, un valor promedio de los niveles medidos en campo. A mayor profundidad en los niveles de agua, es menos probable que sea afectado por sustancias en superficie.

A continuación, se presentan los valores (Dr) establecidos por la metodología junto con el factor (Dr x Dw).

Tabla 3.2.7- 47 Valores Dr establecidos por la metodología

D (profundidad m)	Dr	Dr x Dw
0 – 1,5	10	50
1,5 – 4,6	9	45
4,6 – 9,1	7	35
9,1 – 15,2	5	25
15,2 – 22,9	3	15
22,9 – 30,5	2	10
> 30,5	1	5

Fuente: MAVD 2010 y ETSA, 2022

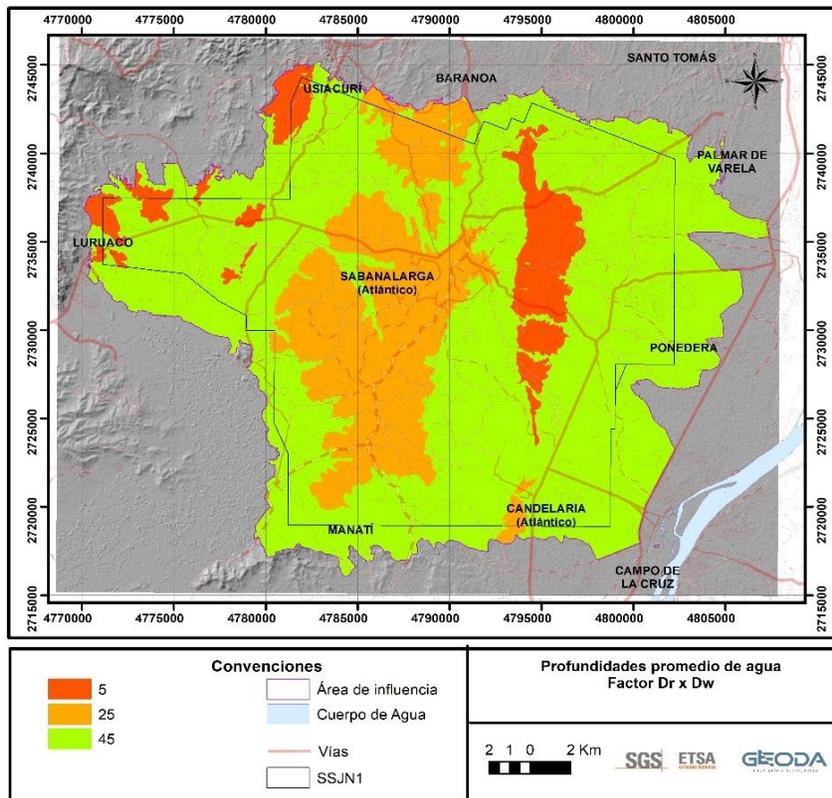
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 48 Profundidades promedio de agua y factor Dr x Dw

Unidad hidrogeológica	Profundidad promedio (m)	Valor Dr x Dw
A3	15	25
A4	4,5	45
C1	> 30,5	5

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 38 Mapa de factor Dr x Dw



- R - Recarga Neta**

La recarga neta se refiere al volumen de agua que alimenta el acuífero en promedio por año, un dato que se deriva del balance hídrico de la zona.

El valor de la recarga a sido calculado por cada unidad textural de suelo.

A continuación, se presentan los valores (Rr) establecidos por la metodología junto con el factor (Rr x Rw).

Tabla 3.2.7- 49 Valores Rr establecidos por la metodología

R (Recarga mm/año)	Rr	Rr x Rw
0 – 50	1	4
50 – 103	3	12
103 – 178	6	24
178 – 254	8	32
> 254	9	36

MAVD 2010 y ETSA, 2022

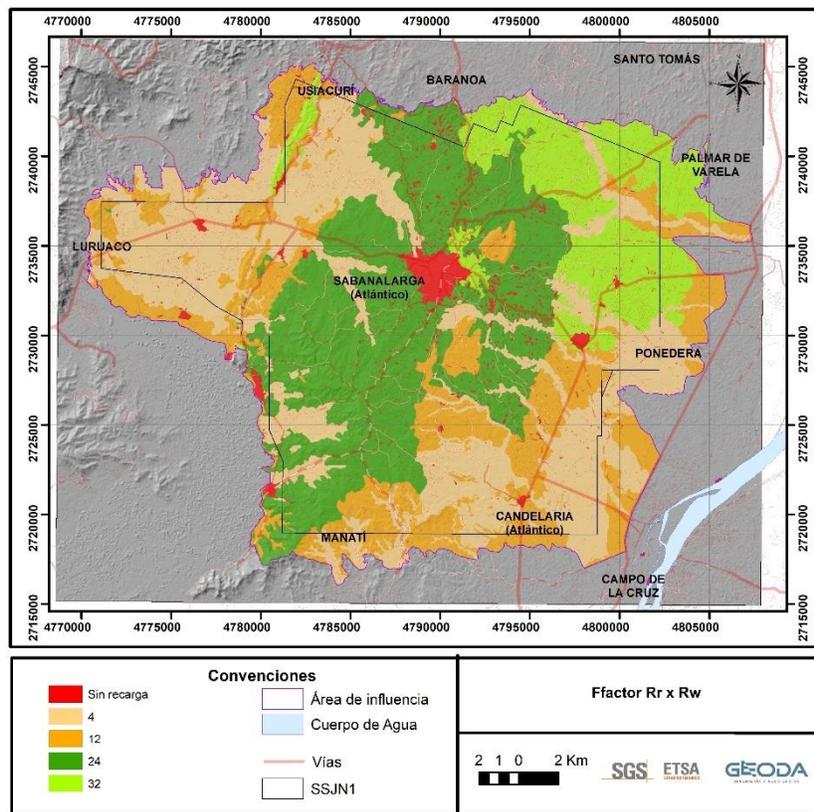
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 50 Valor de recarga neta y factor Rr x Rw

Textura de suelo	Valor de recarga para el AI	Valor Rr x Rw
Arcillosa Fina	88,1	12
Arcillosa muy fina	26,2	4
Franco Fina	130	24
Franco Guesa	219	32

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 39 Mapa de factor Rr x Rw



Fuente: ETSA, 2022

- A (litología del acuífero)

Con base en la caracterización geológica e hidrogeológica se determinaron las diferentes litologías para el área de influencia. Rocas o sedimentos finos tendrán valores bajos debido que no tienen una buena conductividad hidráulica, por el

contrario, acuíferos con altos valores de permeabilidad, como arenas, gravas y rocas con grandes fracturas tendrán valores más altos.

A continuación, se presentan los valores (A_r) establecidos por la metodología junto con el factor ($A_r \times A_w$).

Tabla 3.2.7- 51 Valores A_r establecidos por la metodología

A (Litología del acuífero)	A_r	$A_r \times A_w$
Lutita masiva	(1-3) = 1	3
Metamórfica/Ígnea	(2-5) = 2	6
Metamórfica/Ígnea meteorizada	(3-5) = 4	12
Arenas y gravas de origen glacial	(4-6) = 5	15
Secuencias de arenisca, caliza y lutitas	(5-9) = 5	18
Arenisca masiva	(4-9) = 5	15
Caliza masiva	(4-9) = 4	12
Arena o grava	(4-9) = 8	24
Basaltos	(2-10) = 2	6
Caliza kárstica	(9-10) = 10	30

MAVD 2010 y ETSA, 2022

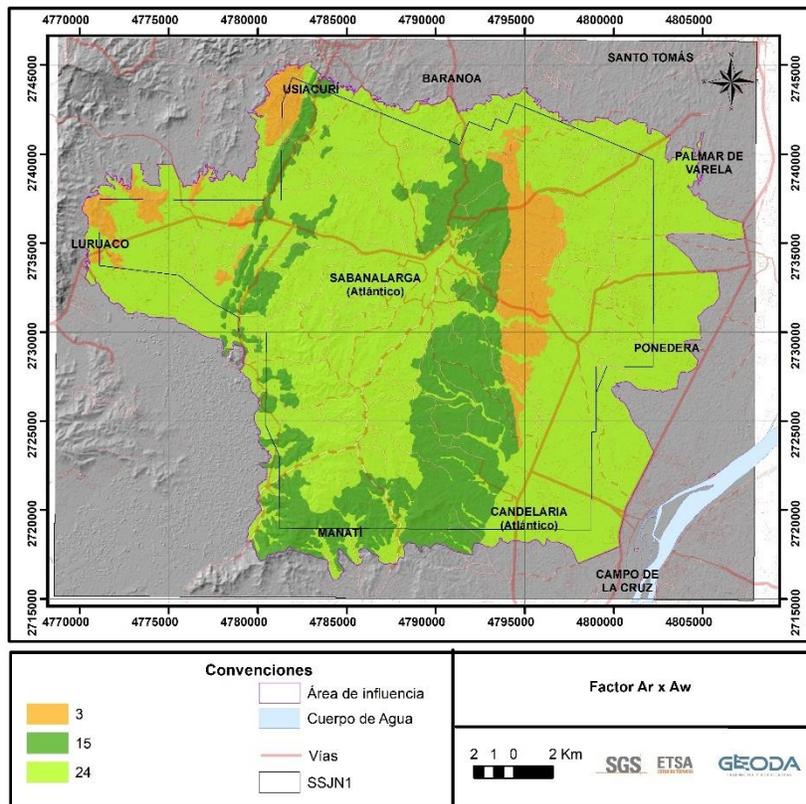
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 52 Valores de A_r para las formaciones geológicas y factor $A_r \times A_w$

Unidad hidrogeológica - Formación geológica	Valor A_r	Valor $A_r \times A_w$
A3	8	24
A4 Qal	8	24
A4 Tubará	5	15
C1	1	3

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 40 Mapa de factor Ar x Aw



Fuente: ETSA, 2022

- S (tipo de textura de suelo)

Con base en la cartografía de suelos realizada para el área de influencia, se estableció el tipo de suelo predominante en relación con la textura. Suelos texturas arenosas son más propensos a transmitir contaminantes al acuífero.

A continuación, se presentan los valores (S_r) establecidos por la metodología junto con el factor ($S_r \times S_w$).

Tabla 3.2.7- 53 Valores S_r establecidos por la metodología

S (Tipo de suelo)	S_r	$S_r \times S_w$
Delgado o ausente	10	20
Grava	10	20
Arena	9	18
Agregado arcilloso o compactado	7	14
Arenisca margosa	6	12
Marga	5	10

S (Tipo de suelo)	Sr	Sr x Sw
Limo margoso	4	8
Arcilla margosa	3	6
Estiércol-cieno	2	4
Arcilla no compactada y no agregada	1	2

Fuente: MAVD 2010 y ETSA, 2022

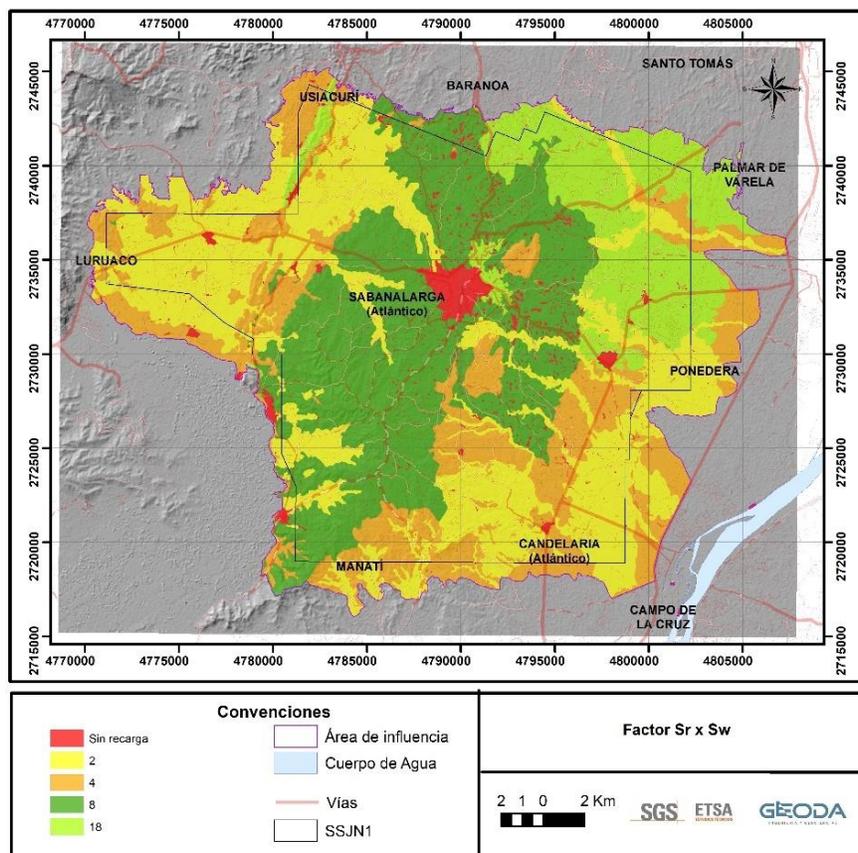
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 54 Sr para tipo de suelo y factor Sr x Sw

Tipo de suelo	Sr	Valor Sr x Sw
Arcillosa Fina	2	4
Arcillosa muy fina	1	2
Franco Fina	4	8
Franco Gruesa	9	18

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 41 Mapa de factor Sr x Sw



Fuente: ETSA, 2022

- T (pendiente del terreno)

Con base en el modelo de elevación digital, se establecieron diferentes rangos de pendientes para el área de influencia. Altas pendientes disminuyen la probabilidad de infiltración de fluidos en el suelo y producen aumento escorrentías.

A continuación, se presentan los valores (Tr) establecidos por la metodología junto con el factor (Tr x Tw).

Tabla 3.2.7- 55 Valores Tr establecidos por la metodología

T (Pendiente %)	Tr	Tr x Tw
0 – 2	10	10
2 – 6	9	9
6 – 12	5	5
12 – 18	3	3
> 18	1	1

Fuente: MAVD 2010 y ETSA, 2022

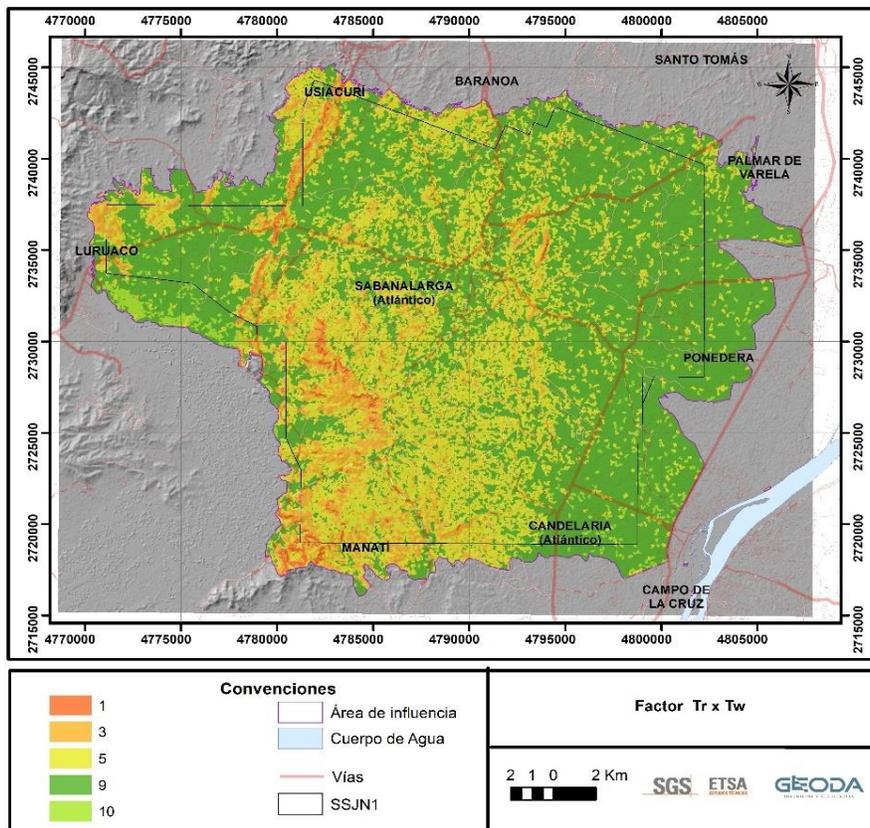
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 56 Valores de Tr para las pendientes del AI y factor Tr x Tw

Pendiente	Tr	Valor Tr x Tw
A nivel, 0-1%	10	10
Ligeramente plana, 1-3%	10	10
Ligeramente inclinada, 3-7%	9	9
Moderadamente inclinada, 7-12%	5	5
Fuertemente inclinada, 12-25%	3	3
Mayores a 25%	1	1

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 42 Mapa de factor Tr x Tw



Fuente: ETSA, 2022

- I (naturaleza de la zona no saturada)

Con base en los SEVs y la cartografía geológica se determinó la litología de la zona no saturada, área por donde potencialmente un fluido contaminante deberá atravesar hasta llegar a los niveles de agua.

A continuación, se presentan los valores (I_r) establecidos por la metodología junto con el factor (I_r x I_w).

Tabla 3.2.7- 57 Valores I_r establecidos por la metodología

I (Naturaleza de la zona no saturada)	I _r	I _r x I _w
Capa confinante	1	5
Cieno-arcilla	3	15
Lutita	3	15
Caliza	6	30
Arenisca	6	30

I (Naturaleza de la zona no saturada)	Ir	Ir x Iw
Secuencias de arenisca, caliza y lutita	4	20
Arena o grava con contenido de cieno y arcilla significativo	6	30
Metamórfica/Ígnea	4	20
Grava y arena	8	40
Basalto	9	45
Caliza kárstica	10	50

Fuente: MAVD 2010 y ETSA, 2022

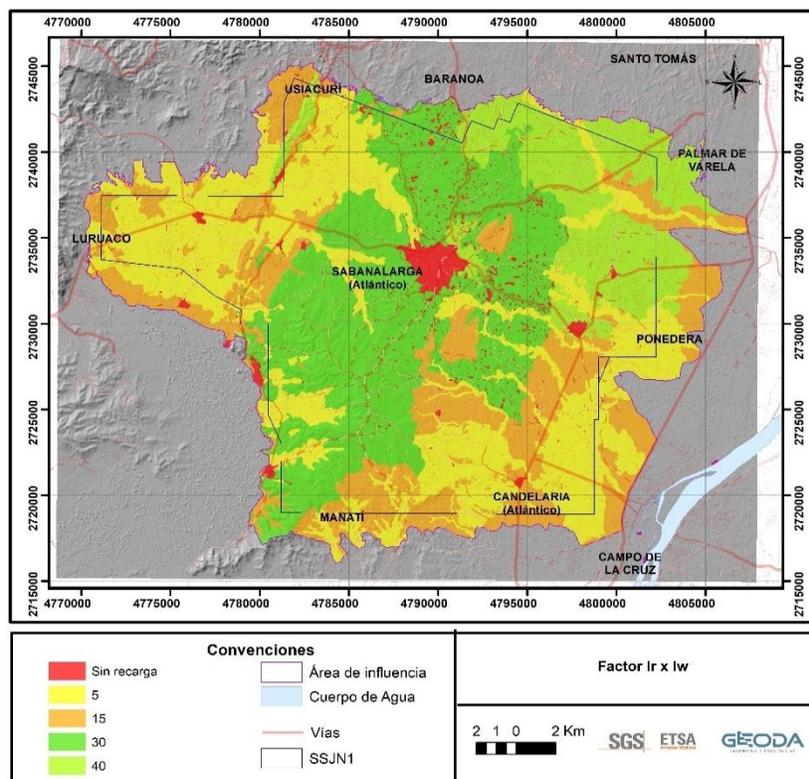
Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 3.2.7- 58 Valor de Ir para zona no saturada y factor Ir x Iw

Textura de la zona no saturada - Formación geológica	Ir	Valor Ir x Iw
Arcillosa Fina	3	15
Arcillosa muy fina	1	5
Franco Fina	6	30
Franco Gruesa	8	40

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3-2 Mapa de factor Ir x Iw



Fuente: ETSA, 2022

- C (permeabilidad)

La permeabilidad se obtiene a partir de las pruebas de bombeo, con los valores estimados de conductividad hidráulica.

A continuación, se presentan los valores (Cr) establecidos por la metodología junto con el factor (Cr x Cw).

Tabla 3.2.7- 59 Valores Cr establecidos por la metodología

C (Conductividad Hidráulica (m/d))	Cr	Cr x Cw
0,04 – 4,08	1	3
4,08 – 12,22	2	6
12,22 – 28,55	3	9
28,55 – 40,75	6	18
40,75 – 81,49	8	24
> 81,49	10	30

Fuente: MAVD 2010 y ETSA, 2022

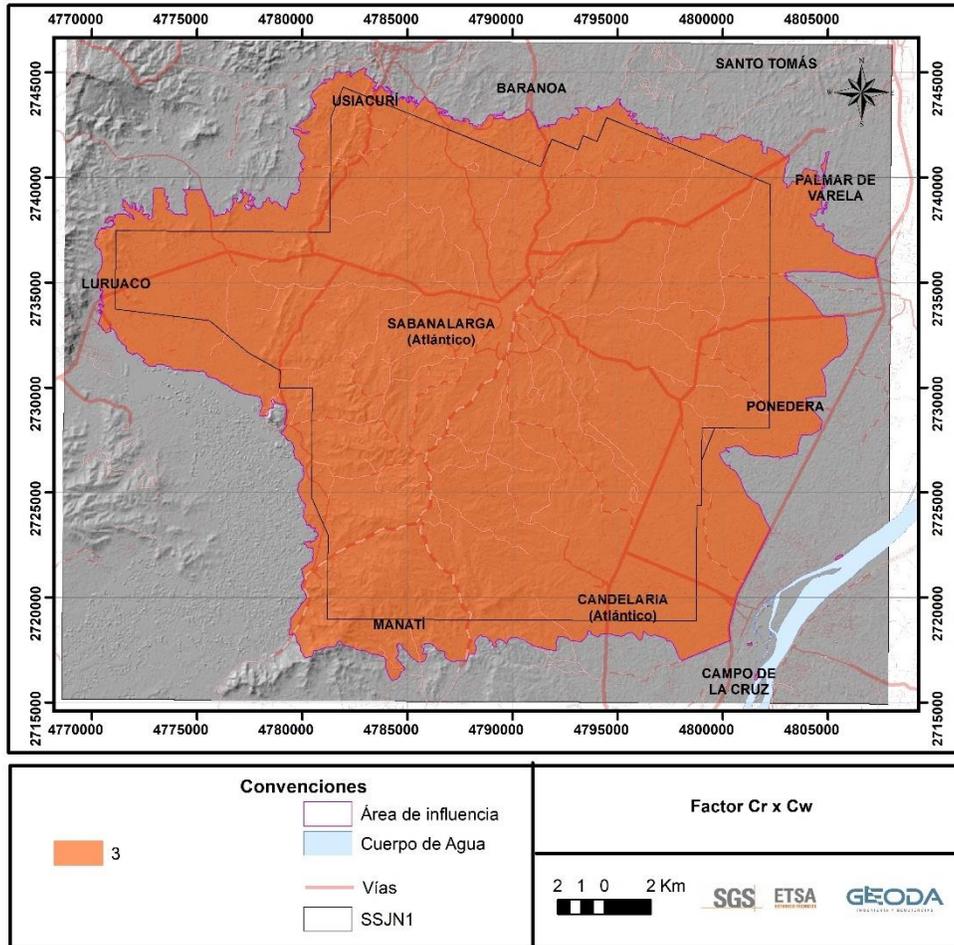
Los resultados obtenidos de las pruebas de bombeo realizadas sobre las unidades hidrogeológicas A3 y A4, permitieron evidenciar valores de conductividad hidráulica inferiores a 4,08 m/d. Dada la anterior situación los valores asociados son los siguientes:

Tabla 3.2.7- 60 Valor Cr para la conductividad hidráulica y factor Cr x Cw

Unidad hidrogeológica - Formación geológica	Cr	Valor Cr x Cw
A3	1	3
A4	1	3
C1	1	3

Fuente: ETSA, 2022

Figura 3.2.7- 43 Mapa de factor Cr x Cw



Fuente: ETSA, 2022

• Resultado de la evaluación

A continuación, se presentan los valores establecidos según metodología que determinan el grado de vulnerabilidad:

Tabla 3.2.7- 61 Rangos y grado de vulnerabilidad

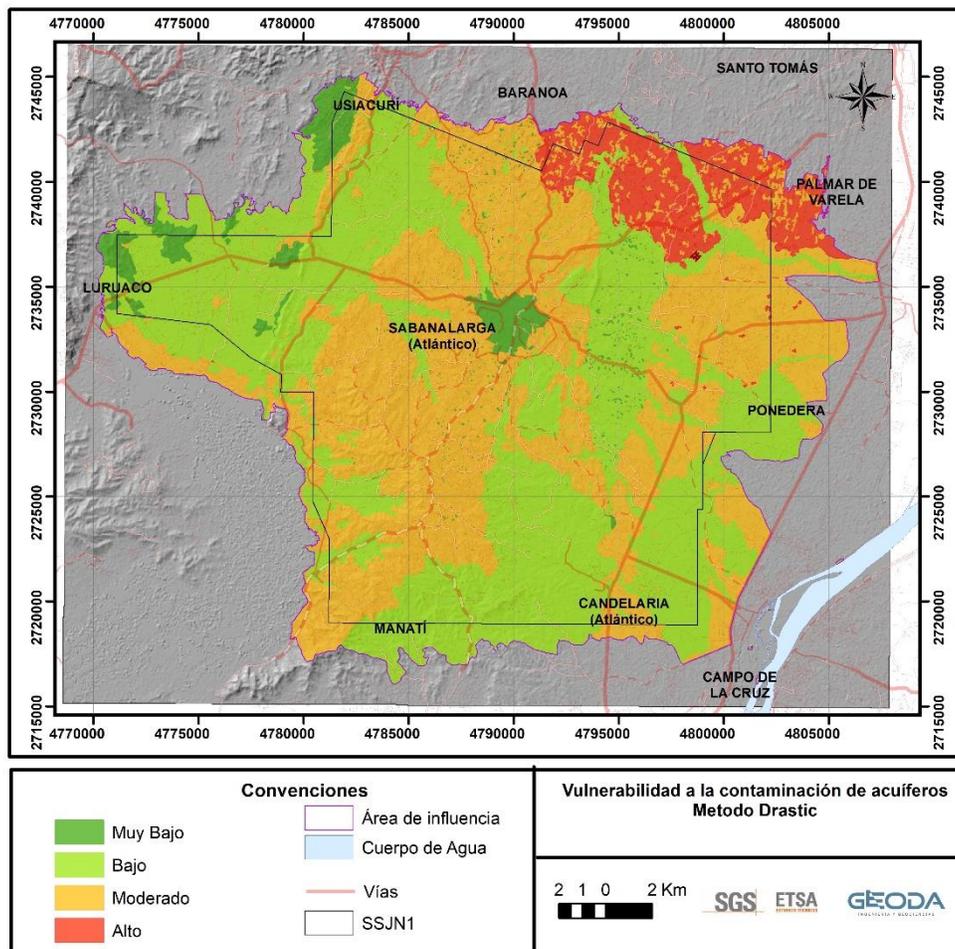
Vulnerabilidad	Rango de valores
Muy Bajo	23-64
Bajo	65-105
Moderado	106-146
Alto	147-187

Vulnerabilidad	Rango de valores
Muy alto	188-230

Fuente: ETSA, 2022

La calificación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos por la metodología de Drasctic, permite evidenciar que dentro del área de Influencia del proyecto Área de Explotación SSJN1 son predominantes los valores susceptibilidad bajas a moderados.

Figura 3.2.7- 44 Mapa de vulnerabilidad metodología Drastic



Fuente: ETSA, 2022