

PROTOCOLO PARA LA HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL DE LA FINCA

PROYECTO: Nuevo Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez de Cartago

LOCALIZACIÓN: Provincia: Cartago Cantón: El Guarco Distrito: Tejar

DESARROLLADOR: Caja Costarricense del Seguro Social, Gerencia de Infraestructura y Tecnologías, Dirección de Arquitectura e Ingeniería, Subárea de Gestión Administrativa y Logística.

PROFESIONAL QUE ELABORA EL ESTUDIO: Profesional en Geología

Nombre del profesional: Carlos Alonso Vargas Campos

Número de cédula: 109520531 **Número de colegiado:** CGCR-271

Registro SETENA: CI-081-2002 Vigencia: septiembre 2019

DOCUMENTO DE RESPONSABILIDAD PROFESIONAL

El / La suscrito (a) **Carlos Alonso Vargas Campos**, portador(a) de la cédula de identidad número **109520531**, profesional en **Geología**, manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: **Nuevo Hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez de Cartago**, el cual se desarrollará en el plano catastrado numero: **C-1526529-2011**, finca número **3 3085951-000**

En virtud de ello, someto el presente Protocolo para la Hidrogeología Ambiental de la Finca al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este protocolo se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Atentamente.

Geól. Carlos Alonso Vargas Campos
CASTRO & DE LA TORRE S.A.
CGCR-271

Fecha de emisión : 19 de noviembre del 2018

San José, 19 de noviembre del 2018.

Atn.: Arq. Jorge Gómez Duarte

PROYECTO: “NUEVO HOSPITAL DR. MAXIMILIANO PERALTA JIMÉNEZ DE CARTAGO”, UBICADA EN TEJAR, EL GUARCO, CARTAGO.

Estimados Señores:

Se presenta el informe de hidrogeología ambiental con tiempos de tránsito de contaminantes, con formato del SETENA para formulario D-1, en un terreno ubicado en la localidad de Tejar, en el distrito Tejar, del cantón de El Guarco, provincia de Cartago, donde se proyecta la construcción del nuevo hospital Dr. Maximiliano Peralta Jiménez de Cartago.

Nos solicitaron determinar los lineamientos requeridos desde el punto de vista hidrogeológico, para determinar el impacto ambiental en este aspecto.

Nuestros servicios profesionales han sido efectuados de acuerdo con principios y prácticas de Geología aceptados actualmente.

Asimismo, las recomendaciones de este estudio se encuentran gobernadas por las propiedades físico-mecánicas de los estratos encontrados en los sondeos exploratorios, así como por las condiciones proyectadas del manto freático, y por las características del proyecto.

Quedamos a su disposición para cualquier ampliación, aclaración, o reunión, que estimen conveniente.

Muy atentamente,

**GEÓLOGO
CARLOS ALONSO VARGAS CAMPOS.
CGCR-271
CI-0811-2002-SETENA**

TABLA DE CONTENIDO

1.- Resumen:	5
1.1.- Resumen de resultados:.....	5
1.2.- Resumen de conclusiones técnicas:.....	5
2.- Introducción:	6
2.1.- Datos sobre el terreno en estudio:.....	6
2.2.- Coordinación profesional realizada:.....	7
2.3.- Objetivos del estudio:	7
2.4.- Metodología aplicada para llevarlo a cabo:.....	7
3.- Datos hidrogeológicos del entorno inmediato:	10
3.1.- Datos hidrogeológicos:	10
3.1.1.- Información hidrogeológica	11
3.1.2.- Datos de pozos y manantiales	11
4.- Condiciones hidrogeológicas locales:	11
4.1.- Descripción de unidades hidrogeológicas:.....	12
4.1.1.- Correlación con la geología.....	12
4.1.2.- Comportamiento hidrogeológico.....	12
4.1.3.- Permeabilidad y porosidad de las unidades aflorantes.....	13
4.2.- Descripción del acuífero:	14
4.2.1.- Profundidad del nivel freático	14
4.2.2.- Extensión aproximada del acuífero	14
4.2.3.- Propiedades hidráulicas del acuífero	14
4.2.4.- Identificación y caracterización de manantiales cercanos al terreno	14
5.- Síntesis de resultados y conclusiones hidrogeológicas, análisis de vulnerabilidad a la contaminación basado en el modelo hidrogeológico local.	15
5.1.- Vulnerabilidad intrínseca del acuífero y evaluación del tiempo de tránsito:.....	15
5.1.1.- Vulnerabilidad a la contaminación método GOD.	15
5.1.2.- Tiempos de tránsito de contaminantes.....	16
5.1.3.- Tubos de flujo en pozos o manantiales cercanos.....	17
5.1.4.- Fuentes potenciales de contaminación de agua subterránea.....	17
5.2.- Modelo hidrogeológico local:	17
5.2.1.- Modelo hidrogeológico conceptual.	18
6.- Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance del estudio:	18
6.1.- Aplicabilidad de los resultados:.....	18
6.2.- Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto:.....	19
6.3.- Incertidumbres no resueltas:	19
6.4.- Viabilidad hidrogeológica del terreno:	19
7.- Referencias bibliográficas:	20
8.- ANEXOS:	21
ANEXO A: Plano Catastrado y ubicación de las pruebas realizadas	22
ANEXO B: Perfiles hidrogeológicos	25
ANEXO C: Vulnerabilidad método GOD	27
ANEXO D: Fotografías de los trabajos realizados	29
ANEXO E: Información de pozos cercanos	36
ANEXO F: Fotografías de los trabajos realizados.....	67

1.- Resumen:

1.1.- Resumen de resultados:

Se da la presencia de un acuífero libre cubierto en los materiales volcánicos, con un gradiente hidráulico de 0,0273; con dirección de flujo hacia el suroeste y un nivel freático ubicado en 5 m de profundidad bajo el proyecto.

De acuerdo con las pruebas de infiltración realizadas en el terreno se obtiene un promedio de permeabilidad k de 0,00064 m/día, para la capa superficial compuesta por limos plásticos.

La vulnerabilidad del acuífero se define como baja de acuerdo al método GOD. El tránsito de contaminantes para la zona no saturada indica un tiempo de 3295 días.

1.2.- Resumen de conclusiones técnicas:

El acuífero presente en el sitio de estudio es un acuífero libre cubierto formado por materiales volcánicos fracturados.

Se descarta la contaminación de las aguas subterráneas por el uso de la planta de tratamiento en el proyecto, según el cálculo realizado para el tránsito de contaminantes.

El acuífero presenta una vulnerabilidad intrínseca baja, por lo tanto el desarrollo del proyecto no generará afectaciones a dicho acuífero.

El desarrollo del proyecto es completamente viable desde el punto de vista hidrogeológico.

2.- Introducción:

En nuestro país el desarrollo de proyectos está condicionado a la obtención de una serie de permisos, entre los que se encuentra la licencia y viabilidad ambiental. Todos aquellos proyectos, obras o actividades que impliquen huellas constructivas y movimientos de tierra o actividades que la ley contemple como necesarias de poseer evaluación ambiental preliminar mediante la elaboración de un formulario D-1 para optar por la Viabilidad Ambiental ante SETENA.

Este procedimiento implica la elaboración de una serie de protocolos técnicos además de los instrumentos de evaluación de impacto ambiental que SETENA solicita. Se presenta en este caso, el protocolo de hidrogeología ambiental con el cálculo de tiempos de tránsito de contaminantes para el proyecto de Residencia.

2.1.- Datos sobre el terreno en estudio:

Los trabajos de campo fueron realizados en un terreno ubicado en la localidad de Tejar, en el distrito de Tejar, del cantón de El Guarco, provincia de Cartago (ver figura 2.1.1), con número de plano catastrado C-1526529-2011, donde se proyecta la construcción del Nuevo Hospital de Cartago.

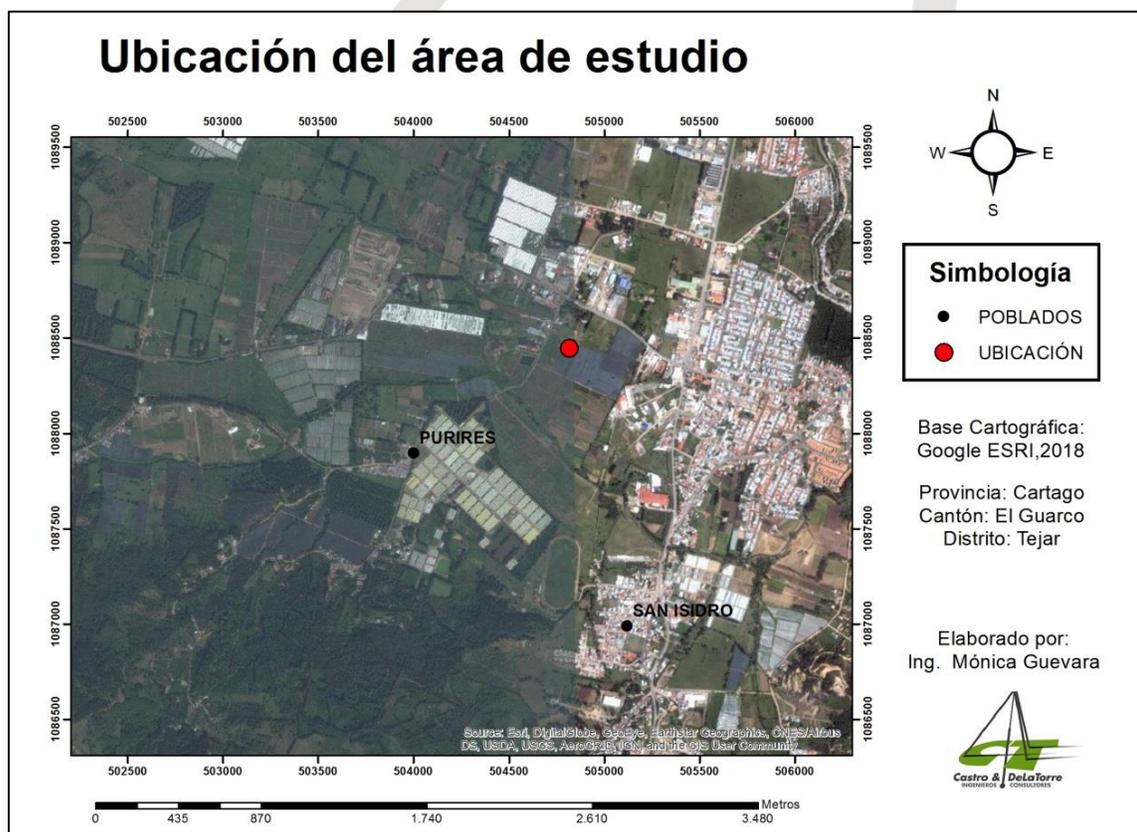


Figura 2.1.1.- Ubicación del proyecto.

La topografía del terreno donde se proyecta construir la obra es en general plana, con una pendiente promedio de 1% hacia el sur y su uso de suelo actual se puede clasificar como de pasto denso a tacotal.

2.2.- Coordinación profesional realizada:

Nuestra empresa fue contratada para efectuar un estudio hidrogeológico básico según contratación directa 2018CD-000013-4402 por parte de la Caja Costarricense de Seguro Social, Gerencia de Infraestructura y Tecnologías, Dirección de Arquitectura e Ingeniería, Subárea de Gestión Administrativa y Logística. Dicha contratación fue adjudicada el día 04 de octubre del año 2018, y fue entonces cuando se procedió a programar los trabajos de campo y oficina.

El trabajo de campo dio inicio el día 8 de octubre del presente año extendiéndose durante ese mes para la realización de las distintas pruebas efectuadas en el terreno.

Nuestros servicios profesionales han sido efectuados de acuerdo con principios y prácticas en geología aceptados actualmente.

La preparación de este informe fue supervisada por el Ing. Eugenio Araya, Gerente Técnico de Laboratorio; y gerente general de la empresa.

2.3.- Objetivos del estudio:

- ✓ Determinar la geología e hidrogeología de la zona de estudio.
- ✓ Calcular el tiempo de transito de contaminantes.
- ✓ Establecer la vulnerabilidad del acuífero subyacente en la propiedad.

2.4.- Metodología aplicada para llevarlo a cabo:

El trabajo se trata de la realización de un estudio hidrogeológico exhaustivo que consiste en la descripción de las condiciones geológicas regionales y locales, levantamiento de afloramientos, análisis hidrogeológico y recopilación de información hidrogeológica de pozos, interpretación de la información de las bases de datos institucionales de SENARA, Dirección de Aguas y del AyA, estratigrafía local del sitio mediante la perforación por medio del método de rotación sacanúcleos y construcción de piezómetros, características geológicas de los materiales, determinación de la permeabilidad del sitio con pruebas tipo Hvorslev efectuadas en la perforación, realizar el cálculo de tránsito de contaminantes patógenos según uso de suelo urbano, realización de aforos en el río, levantamiento de pozos, manantiales y captaciones en el campo y análisis de vulnerabilidad hidrogeológica.

La metodología y el proceso de elaboración de este estudio consiste en tres actividades relevantes, las cuales son: a) la búsqueda de información bibliográfica y bases de datos, b) levantamiento de información de campo, c) ejecución de ensayos y muestreos en el sitio de estudio y d) realización de mapas y redacción del informe.

Metodología del análisis geológico

El análisis geológico se ha efectuado por medio de la elaboración de una columna estratigráfica descriptiva de los primeros 30 m de profundidad de un sitio, actividad, obra o proyecto.

- * Búsqueda de información geológica regional en bibliografía existente correlacionada con la geología local identificada mediante mapeo de campo. Se debe utilizar la cartográfica a escala 1:50 000 existente, o 1:450 000 en su defecto.
- * Realización de un mapa de afloramientos de roca o suelos en al menos 1 kilómetro alrededor de la zona de estudio. En casos donde existe muy poco afloramiento, debe extenderse esta área a 2 o más kilómetros.
- * Elaboración de un mapa geológico local a escala 1:10 000 de un kilómetro cuadrado alrededor del proyecto. La escala de las curvas de nivel tiene que ser a 1:10 000 en las zonas donde la información está disponible y a 1:25 000 cuando en el sitio de estudio no exista información a escala 1:10 000; la misma tiene que ser indicada en los mapas impresos. Se tiene que utilizar la proyección geográfica Costa Rica Lambert Norte o CRTM 05 en caso de que exista la cartografía oficial por parte del IGN.
- * Confección de al menos 2 perfiles geológicos locales que atraviese el área de proyecto, con sus respectivas escalas horizontal y vertical, orientación, identificación y simbología.
- * Diseño de una columna estratigráfica de 30 m de profundidad (Mínimo), con sus respectivas descripciones litológicas, espesores y correlación con las formaciones geológicas regionales.

Pruebas de infiltración (Metodología Porchet)

Las pruebas de infiltración consisten en la medición de la capacidad del terreno para filtrar el agua, se excava un cilindro de radio r y determinada profundidad la cual puede variar entre 0,5 m y 1 m, se llena de agua y se toman medidas durante un intervalo de tiempo correspondiente con 120 minutos a intervalos variables entre mediciones. De esta manera se cuantifica la capacidad de infiltración del terreno donde se realiza la prueba y su capacidad la transmisión del líquido.

Pruebas de porosidad efectiva

La porosidad de una roca puede estar formada por los intersticios que dejan los granos, por cavernas, o por grietas/fracturas, que llegan a intercomunicarse, algunas veces a largas distancias. Las formaciones o unidades geológicas pueden poseer una porosidad constituida por una o varios de los tipos mencionados. La porosidad se refiere al volumen de vacíos que posee la roca, y la porosidad efectiva, a la relación del porcentaje de esos vacíos que poseen conexión.

La porosidad efectiva se calcula mediante la selección de secciones de núcleos de roca extraídos de la perforación con longitudes medias entre 5 cm - 7 cm, los cuales son secados en horno a 104° C, y luego saturados con inyección de volúmenes de agua conocidos. Calculando por las dimensiones de cada sección de núcleo de roca, se puede calcular la porosidad. Si posteriormente se deja drenando el agua inyectada y se puede cuantificar la misma, se logra determinar la retención específica y con esta se deriva la porosidad efectiva.

Metodología del análisis de tránsito de contaminantes

Para determinar los tiempos de tránsito de los flujos de agua a través del subsuelo se considerase han utilizado "Normas para el cálculo de tiempo de tránsito entre los drenajes de tanques sépticos y las fuentes de agua subterránea" del AyA (Rodríguez, 1994)

Estas normas establecen los siguientes supuestos:

- El tiempo de residencia máxima de las bacterias en el subsuelo es de 70 días (Lewis, Foster y Drassar, 1982 en Rodríguez, 1994).
- Cuando el medio este constituido por brechas lávicas o fisuras se considera una porosidad de 0.1
- Si en la zona saturada el flujo es predominantemente fisural (lavas), el tiempo total (vertical en la zona no saturada más el horizontal en la zona saturada) mínimo requerido para el análisis es de 100 y no de 70 días.

Por lo tanto, los tiempos de tránsito para la eliminación de bacterias en las zonas saturada y no saturada dependen del espesor de los mantos rocosos, sus características hidráulicas y litológicas. El tiempo de tránsito del flujo vertical (t) en la zona no saturada, bajo condiciones de carga hidráulica se determina con la fórmula:

$$t = (b \cdot \theta) / k$$

Donde:

- b = espesor de la zona no saturada en metros
- θ = porosidad efectiva en la zona no saturada
- k = conductividad hidráulica vertical

La norma dada por el Departamento de Recursos Hídricos del AyA, para la eliminación de bacterias en la zona saturada establece que si los tiempos de transito verticales demuestran que las bacterias alcanzan se debe utilizar la siguiente fórmula para definir el desplazamiento horizontal que se mueven la mismas en el acuífero:

$$T = (d \times \theta) / (K \cdot i)$$

Donde:

- d = corresponde a la distancia horizontal de desplazamiento de las bacterias
- θ = valor de la porosidad
- K = conductividad hidráulica del acuífero
- i = gradiente hidráulica

Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos

Para la determinación de la vulnerabilidad intrínseca se pueden utilizar varias metodologías, entre ellas se citan, GOD, Drastic, Epik, SINTACS, AVI y otros más, y su utilización depende del medio hidrogeológico y de la información disponible. La más utilizada en Costa Rica es el método GOD, por la facilidad en su aplicación, por el tipo de datos que se requiere y que están disponibles. Sin embargo, otras metodologías se pueden aplicar según los casos.

El realizar la valoración de la vulnerabilidad intrínseca por medio de la metodología GOD (Foster e Hirata, 2002), u otro método, depende de las características de la zona no saturada y el tipo de acuífero modelado a nivel local (SENARA realizará la comparación de métodos y la asignación de categorías).

El método de GOD (Foster, 1987, Foster & Hirata, 1991, Foster & Agüero, 2000) trata de ser simple y sistemático. Éste se considera el primer paso para la determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas con el fin de establecer prioridades. Para analizar la vulnerabilidad del acuífero el método GOD considera la interacción de tres parámetros: ocurrencia de agua subterránea, la profundidad al acuífero y el sustrato litológico. Cada uno de estos parámetros tiene un valor y el producto de ellos indica la vulnerabilidad de contaminación del acuífero.

Este es un método empírico en el que es posible establecer la vulnerabilidad relativa del acuífero, como una función entre la inaccesibilidad hidráulica de la zona no saturada desde el punto de vista de la retención física y la reacción química con los contaminantes. Es importante conocer que la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas depende principalmente de (Foster & Hirata, 1991):

- ❖ Las características hidráulicas de las rocas y los suelos.
- ❖ El tipo de acuífero (libre, confinado, semiconfinado)
- ❖ La profundidad del nivel freático.

Los factores que considera el método son: La profundidad del nivel del agua, el tipo de sustrato litológico y la ocurrencia del agua subterránea o confinamiento del acuífero. El método se basa en la asignación de índices entre 0, 1 y 3 variables que son las que nominan el acrónimo:

- G (ground water occurrence - tipo de acuífero).
- O (overall aquifer class - litología de la cobertura).
- D (depth - profundidad del agua o del acuífero).

A cada una de estas fases le son asignados valores entre cero y uno, y el producto de los valores se compara con los datos de la metodología, dando el grado de vulnerabilidad. Entre más cercano a uno es el valor del índice de vulnerabilidad, más desfavorable es la condición del acuífero.

3.- Datos hidrogeológicos del entorno inmediato:

Se realiza una búsqueda de la información presente en publicaciones científicas y/o mapas hidrogeológicos disponibles, además de la revisión de datos hidrometeorológicos, el registro de pozos y manantiales localizados alrededor del proyecto en un radio de 2 km.

3.1.- Datos hidrogeológicos:

3.1.1.- Información hidrogeológica

De acuerdo con Geocad (2014) en la zona existe un acuífero denominado como Reventado, desarrollado dentro de paquetes de lavas fracturadas y columnares con intercalaciones de capas de lahares, se ha logrado definir una profundidad de 120 m, con un nivel freático ubicado entre los 3 m a los 10 m. Posee un potencial alto con una explotación que varía entre 1 a los 63 litros por segundo.

3.1.2.- Datos de pozos y manantiales

Existe una importante cantidad de pozos alrededor del sitio de estudio en total se localizaron 21 pozos con información relevante como se muestra en el cuadro 3.1.2.1., de acuerdo al registro de las bases de datos del SENARA y la Dirección de Aguas no se registran manantiales cercanos al sitio de estudio.

Cuadro N°3.1.2.1. Información de pozos cercanos al proyecto.

Código pozo	Coordenadas CRTM05		Propietario	Distancia del proyecto(m)	Nivel estático (m.b.n.s.)	Profundidad (m.b.n.s.)	Caudal de extracción (l/s)
	X	Y					
IS-240	505468	1089136	EMPRESAS CAVENDISH, S.A.	976,2	3,5	25,5	1,58
IS-129	504748	1088507	sin dato	94,3	6,0	35	1,89
IS-207	503948	1088358	VERDES SUPERIORES	852,9	2,5	74	9
IS-206	503948	1088458	VERDES SUPERIORES	850,5	2,5	66	14
IS-257	505618	1088616	PLANTEX S.A.	841,7	1,3	43	4,74
IS-350	504709	1089257	FLORIAL, S.A.	834,9	4,8	110	3,8
IS-224	505573	1088656	PLANTEX S.A.	808,4	1,0	95	1,72
IS-40	504098	1088728	LINDA VISTA LTDA.	761,6	11,0	61,6	0,63
IS-558	505514	1088652	J.M.C. CONSTRUCCIONES S.A	750,8	9,0	40	1,5
IS-360	504322	1087858	LINDA VISTA, S.A.	742,0	8,4	95	3,78
IS-258	505508	1088386	PALMITOS DE COSTA RICA	711,1	2,6	40	1,98
IS-152	504898	1089107	MOV. FAMILIAR CRISTIANO	687,3	3,0	35	1,89
IS-334	505398	1088507	MARIA CRISTINA BRENES M.	605,3	1,4	20	0,75
INV-69	504848	1088457	Superior Greens S.a	58,3	6,0	58	-
IS-339	504397	1088058	LINDA VISTA, S.A.	544,9	2,5	128	6,3
IS-367	505048	1088907	CORPORACION LUMS, S.A.	541,2	4,0	150	10
IS-344	504498	1088867	FLORIAL, S.A.	532,5	1,9	87	3,31
IS-345	504848	1088857	EXTRUSIONES DE ALUMINIO	432,9	15,8	82	-
IS-330	504708	1088837	T.I.TECNOLOGIA INDUSTRIAL	419,8	0,5	36	4,7
IS-190	504998	1088657	EMCOOPER R.L.	304,8	8,0	50	1
INV-68	504898	1088457	Superior Greens S.a	104,4	43,0	74	-

4.- Condiciones hidrogeológicas locales:

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



Se presenta la información hidrogeológica local del acuífero subyacente en el sitio de estudio.

4.1.- Descripción de unidades hidrogeológicas:

Se identifica un acuífero en los materiales volcánicos, conformados por lahares y lavas fracturadas.

4.1.1.- Correlación con la geología

El acuífero identificado como Reventado se correlaciona con la Fm. Reventado como se observa en el mapa de la figura 4.1.1.1. compuesto por flujos piroclásticos, cenizas y tobas.

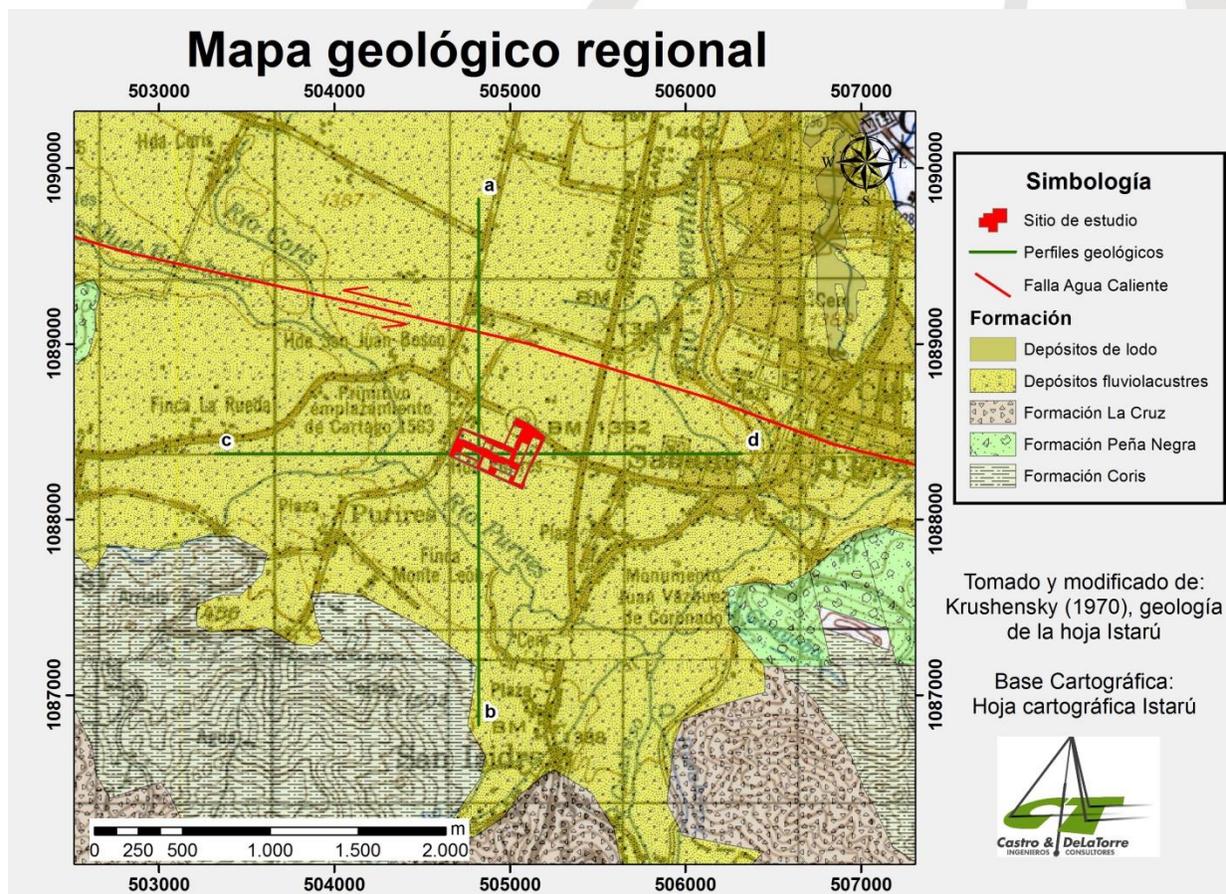


Figura 4.1.1.1. Mapa geológico regional.

4.1.2.- Comportamiento hidrogeológico

De acuerdo con las características petrográficas, estructurales y físicas el comportamiento hidrogeológico del acuífero se debe al fracturamiento presente en las lavas, compuestas por lavas andesíticas fracturadas.

4.1.3.- Permeabilidad y porosidad de las unidades aflorantes

Se han llevado a cabo veinte pruebas de permeabilidad tipo Porchet distribuidas en el área del proyecto, cuyo resumen se puede observar en el cuadro 4.1.3.1, obteniendo condiciones muy homogéneas con permeabilidades muy bajas, con un promedio de 0,00064 m/día, en el rango de 0,00030 a 0,00064 m/día. El resumen de los valores de cada una de las veinte pruebas se muestra en el anexo F.

Cuadro 4.1.3.1. Resumen de las pruebas tipo Porchet realizadas.**

Prueba	Coordenadas (CRTM05)		K (m/día)	Tipo de permeabilidad
	x	y		
F-1	505060	1088543	0,00039	Muy baja
F-2	505136	1088485	0,00047	Muy baja
F-3	505066	1088469	0,00030	Muy baja
F-4	505127	1088403	0,00043	Muy baja
F-5	504977	1088406	0,00032	Muy baja
F-6	505029	1088306	0,00000	Muy baja
F-7	505053	1088375	0,00041	Muy baja
F-8	505061	1088235	0,00043	Muy baja
F-9	505093	1088328	0,00052	Muy baja
F-10	504891	1088270	0,00039	Muy baja
F-11	504814	1088315	0,00030	Muy baja
F-12	504671	1088373	0,00289	Muy baja
F-13	504699	1088433	0,00149	Muy baja
F-14	504744	1088484	0,00069	Muy baja
F-15	504813	1088447	0,00075	Muy baja
F-16	504787	1088376	0,00061	Muy baja
F-17	504766	1088333	0,00066	Muy baja
F-18	504864	1088395	0,00073	Muy baja
F-19	504908	1088354	0,00049	Muy baja
F-20	505001	1088214	0,00050	Muy baja

Porosidad superficial

Por otro lado, igualmente se extrajeron muestras inalteradas, mediante el método del cilindro hincado, a la capa de suelo más superficial. Los resultados de estas se muestran en el cuadro 4.1.3.2.

Cuadro 4.1.3.2. Valores de las muestras de laboratorio.**

Muestra #	Material	Masa Seca (g)	Masa húmeda (g)	Volumen Total (cm ³)	Gravedad específica	Porosidad (%)	Densidad aparente (g/cm ³)
Muestra-01	Limo plástico	338,4	480,5	316,23	2,6	58	1,07
Muestra-02	Limo plástico	320,0	476,0	312,1	2,4	57	1,02
Muestra-03	Limo plástico	345,3	491,5	322,4	2,52	57	1,07
Muestra-04	Limo plástico	327,9	478,4	314,8	2,53	59	1,04
Muestra-05	Limo plástico	332,6	485,8	318,6	2,5	58	1,04

De los datos de las muestras de porosidad a 0,3 m de la superficie, se sabe que la porosidad total se localiza entre el 57% y 59%.

4.2.- Descripción del acuífero:

4.2.1.- Profundidad del nivel freático

La profundidad del nivel freático mediante el análisis realizado se ubica en 5 m bajo el proyecto.

4.2.2.- Extensión aproximada del acuífero

El acuífero estudiado presenta una amplia extensión según la información de pozos e investigaciones científicas realizadas, es fácilmente localizable en la zona conocida como valle de Coris y valle de El Guarco.

4.2.3.- Propiedades hidráulicas del acuífero

En lo que respecta a las propiedades hidráulicas del acuífero en estudio este posee una dirección de flujo preferencial hacia el sureste, con un gradiente hidráulico de 0,0273 (apartado 5.2, del presente informe).

4.2.4.- Identificación y caracterización de manantiales cercanos al terreno

No se identificaron manantiales dentro del área del proyecto ni en los linderos.

5.- Síntesis de resultados y conclusiones hidrogeológicas, análisis de vulnerabilidad a la contaminación basado en el modelo hidrogeológico local.

5.1.- Vulnerabilidad intrínseca del acuífero y evaluación del tiempo de tránsito:

Se realiza el análisis de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero y la evaluación del tiempo de tránsito de contaminantes derivados por el uso de tanques sépticos en el proyecto por desarrollar.

5.1.1.- Vulnerabilidad a la contaminación método GOD.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación se ha definido utilizando el método GOD para su cuantificación, el cual da importancia a tres factores: el tipo de acuífero, la profundidad del nivel freático y la textura constitutiva de la roca que funciona como protección del acuífero.

Es claro que se trata de un método empírico que establece la vulnerabilidad relativa como la interacción entre la inaccesibilidad hidráulica y la capacidad de atenuación, factores que poseen relaciones complejas que dependen de gran cantidad de variables difíciles sino imposibles de cuantificar.

La vulnerabilidad según el método se calcula como el producto de los siguientes factores:

$$\text{Índice de Vulnerabilidad} = G * O * D$$

Donde

G = índice por condición de confinamiento del acuífero u ocurrencia del agua subterránea (Groundwater occurrence).

O = índice del sustrato litológico en términos de grado de consolidación y características litológicas (Overall aquifer class)

D = índice por profundidad del nivel del agua o techo del acuífero confinado (Depth).

De acuerdo a los valores dados a cada una de estas características se obtiene el índice de vulnerabilidad, el cual es un valor que oscila entre 0-1 donde los acuíferos más vulnerables son aquellos cuyos valores se acercan a 1, por ejemplo, vulnerabilidad extrema oscila entre 1-0,7; alta entre 0,5-0,7 y moderada entre 0,3-0,5; baja entre 0,3-0,1 y muy baja valores menores a 0,1.

En el caso de estudio, los datos con los que se dispone indican que el acuífero es no confinado cubierto (0,7); la profundidad al nivel del agua es de 5 m por lo que le corresponde el valor que está en el rango de <5 (0,9). El sustrato litológico está compuesto por materiales limo arcillosos lacustres por lo que se le asigna un valor de 0,4. La interacción de los parámetros indica que la vulnerabilidad de contaminación del acuífero es 0,252; lo cual corresponde con una vulnerabilidad baja (Cuadro N°5.1.1.1. y Anexo C).

CUADRO N°5.1.1.1. Parámetros de la estimación de la vulnerabilidad

PARÁMETRO	CLASIFICACIÓN	VALOR
Grado de confinamiento hidráulico	Libre cubierto	0,7
Ocurrencia del sustrato suprayacente	Limos arcillosos lacustres	0,4
Distancia al nivel del agua subterránea	<5	0,9
VULNERABILIDAD INTRINSECA	BAJA	0,252

5.1.2.- Tiempos de tránsito de contaminantes.

Zona no saturada

El tiempo de tránsito para la eliminación de bacterias en las zonas saturada o no saturada dependen del espesor de los estratos de roca, sus características hidráulicas y litológicas; bajo el supuesto que las bacterias poseen un tiempo de residencia máxima en el subsuelo de 70 días (Lewis, Foster y Drassar, 1982 en Rodríguez, 1994); excepto en lavas muy fracturadas el tiempo mínimo requerido para el análisis es de 100 días (Rodríguez, 1994).

El tiempo de tránsito del flujo vertical (t) en la zona no saturada, bajo condiciones de carga hidráulica se determina con la fórmula:

$$T = (b \cdot \theta) / k$$

Donde:

- b = espesor de la zona no saturada en metros
- θ = porosidad efectiva en la zona no saturada
- k = conductividad hidráulica vertical

Para los efectos del cálculo del tiempo de tránsito se ha efectuado la diferenciación de las distintas capas hasta alcanzar la zona saturada a los 5,0 m (Cuadro 5.1.2.1), definiendo el tiempo de tránsito capa por capa, de tal manera que se obtiene un tiempo total de 3295 días, para alcanzar el nivel de agua del acuífero existente debajo de la zona de estudio.

Cuadro 5.1.2.1. Estimación del tiempo de tránsito de contaminantes patógenos.

Estratos	Descripción	b (m)	k (m/día)	n %	T (días)
Capa A	Relleno	0,3	Nivel de desplante		
Depósito lacustre	Limo plástico	1			
Depósito lacustre	Limo plástico	3,7	0,00064	57	3295
Total					3295

Zona saturada

El tiempo de tránsito del flujo horizontal (t) en la zona saturada, bajo condiciones de carga hidráulica se determina con la fórmula:

$$T=(d*\theta) / (k*i)$$

Donde:

d = espesor de la zona saturada en metros

θ = porosidad efectiva en la zona saturada

k = conductividad hidráulica

i = gradiente hidráulico

Considerando que el tiempo máximo de residencia de las bacterias en el subsuelo es de 70 días (Lewis, Foster y Drassar, 1982 en Rodríguez, 1994); excepto en lavas muy fracturadas donde el tiempo mínimo requerido para el análisis es de 100 días (Rodríguez, 1994) y observando que el tiempo requerido para que las bacterias superen la zona no saturada es de 3295 días de acuerdo a las pruebas realizadas, se determina que no es necesario efectuar el cálculo para el tránsito del flujo horizontal ya que las bacterias no llegarían a la zona saturada.

Esto indica que no existe riesgo de contaminación de aguas subterráneas ni fuentes de abastecimiento ni cuerpos de agua cercanos, en las inmediaciones del proyecto.

5.1.3.- Tubos de flujo en pozos o manantiales cercanos.

De acuerdo a las condiciones presentes en este proyecto y la ubicación de los pozos cercanos no es necesario elaborar los tubos de flujo para pozos. En el caso de los manantiales no se identificaron dichos cuerpos de agua cercanos al proyecto.

5.1.4.- Fuentes potenciales de contaminación de agua subterránea.

Dentro del área del proyecto y sus alrededores las fuentes de contaminación observable son tanques sépticos, uso de agroquímicos, desechos industriales, hidrocarburos y desechos orgánicos en general.

5.2.- Modelo hidrogeológico local:

Se presenta el modelo hidrogeológico conceptual derivado de la información obtenida mediante la elaboración del presente informe, así como los datos de pozos e información hidrogeológica presente en los alrededores del sitio de estudio. Las condiciones hidrogeológicas del terreno muestran la existencia de un acuífero libre cubierto, con baja permeabilidad y un nivel freático a los 5 m de profundidad bajo el proyecto, debido a las condiciones hidrogeológicas locales se concluye que presenta un alto potencial para el desarrollo del proyecto sin tener riesgos de contaminación.

5.2.1.- Modelo hidrogeológico conceptual.

Se establece la presencia de un acuífero libre cubierto en los materiales volcánicos, el cual posee una dirección de flujo hacia el sureste, un gradiente hidráulico de 0,0273 y una profundidad del nivel freático en 5 m (Figura 5.2.1.1.), el cual no posee comunicación hidráulica con ríos u otros acuíferos para la zona analizada en este informe como se muestra en el anexo B donde se presentan los perfiles hidrogeológicos realizados. Por la lejanía del proyecto a los pozos ubicados en los alrededores se descarta la delimitación de las áreas de protección.

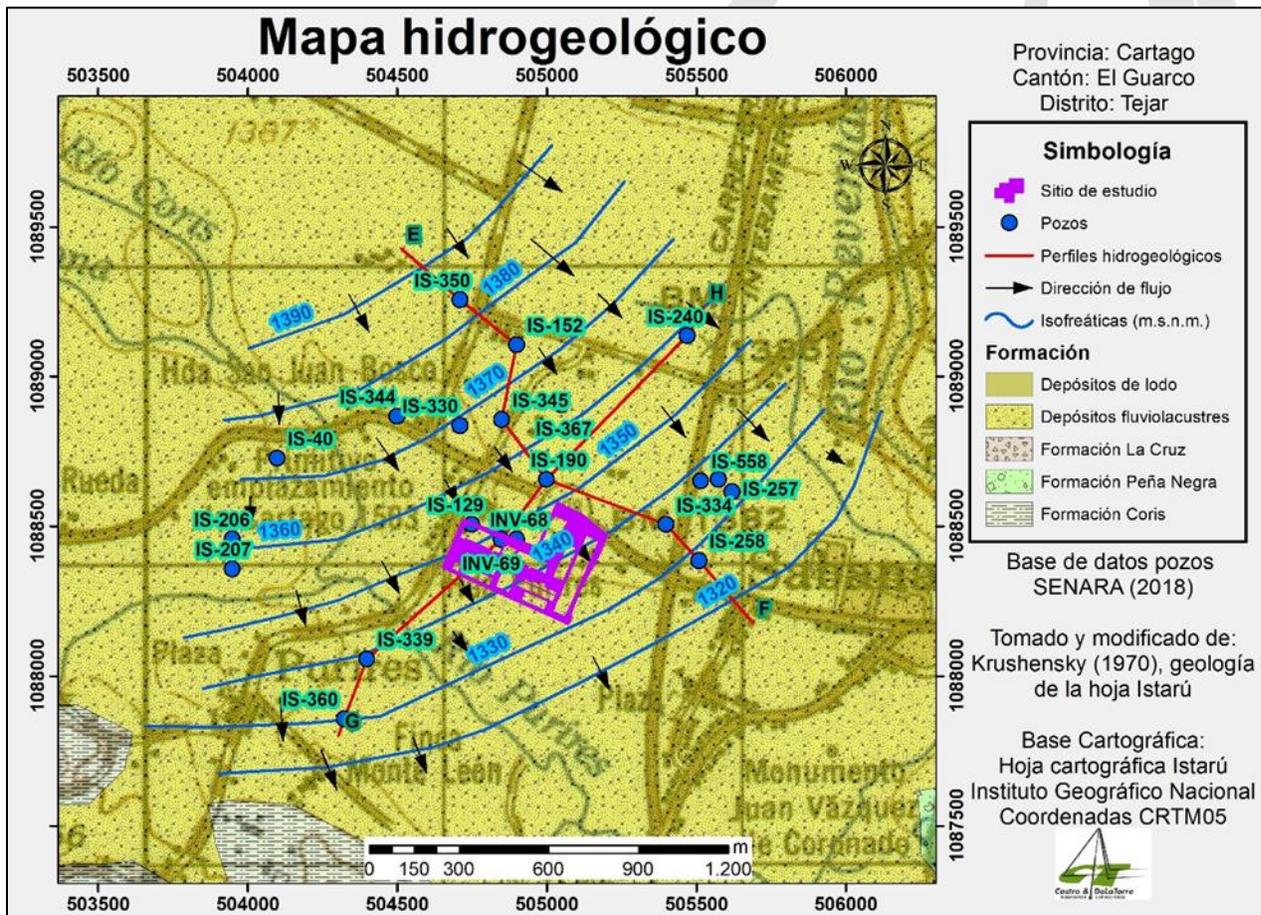


Figura 5.2.1.1. Mapa hidrogeológico.

6.- Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance del estudio:

6.1.- Aplicabilidad de los resultados:

Las pruebas realizadas para el cálculo de la permeabilidad y el análisis de la información hidrogeológica presente en el sitio de estudio y los alrededores, permitieron determinar las condiciones hidrogeológicas para acuífero ubicado bajo el sitio de estudio y con base a los resultados obtenidos se procedió a elaborar las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe hidrogeológico.

6.2.- Tareas pendientes para fases posteriores del proyecto:

En cuanto a tareas pendientes, desde el punto de vista hidrogeológico se estima que con la cantidad, naturaleza de los ensayos realizados y la investigación efectuada es suficiente para la caracterización del medio hidrogeológico y la estimación de la afectación que pueda presentarse por el desarrollo del proyecto, lo cual quedando demostrado en el presente informe que no existe tal afectación.

6.3.- Incertidumbres no resueltas:

Se descartan variaciones en las pruebas realizadas de ubicarse en otras posiciones en el terreno debido a la homogeneidad en la permeabilidad, los espesores de las capas podrían variar por el aporte de perforaciones profundas ubicadas en la cercanía de la propiedad, no obstante las características hidrogeológicas de las capas no variarían significativamente, por lo tanto los resultados obtenidos no tendrían variaciones de importancia manteniendo con esto las conclusiones alcanzadas en este informe.

6.4.- Viabilidad hidrogeológica del terreno:

Como conclusión general y de acuerdo con los resultados obtenidos el terreno en estudio presenta viabilidad hidrogeológica para el desarrollo del proyecto en mención, descartando la contaminación o la afectación del acuífero ubicado bajo el sitio de estudio.

7.- Referencias bibliográficas:

- DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: Atlas Tectónico de Costa Rica. – 81 págs. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- MONTERO, W., 2001: Neotectónica de la Región Central de Costa Rica: Frontera Oeste de la Microplaca de Panamá. - Revista Geológica de América Central, 24: 29-56.
- RODRÍGUEZ, H. 1994: Normas para el cálculo de tiempo de tránsito entre los drenajes de tanques sépticos y las fuentes de agua subterránea. - 4 págs. AyA [Inf. Interno].
- ROMERO, C., AGUDELO, C. & RAMIREZ, R. 2016: Guía metodológica para la aplicación de la matriz genérica de protección de acuíferos. – 44 págs. SENARA [Inf. Interno].
- SCHOSINSKY, G., 2006: Cálculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35: 13-30.
- SENARA; 2014: Matriz de protección de acuíferos. – 5 págs. SENARA [Inf. Interno]. Recuperado de: www.senara.or.cr
- SENARA; 2014: Guía metodológica para la aplicación de la matriz de protección de acuíferos. – 14 págs. SENARA [Inf. Interno]. Recuperado de: www.senara.or.cr
- Fetter, C. W. 2001: Applied Hydrogeology. Prentice-Hall, 4ta ed. 598 pág.
- Sanders, L. 1998: A manual of Field Hydrogeology. Prentice-Hall. 381 pag.

8.- ANEXOS:

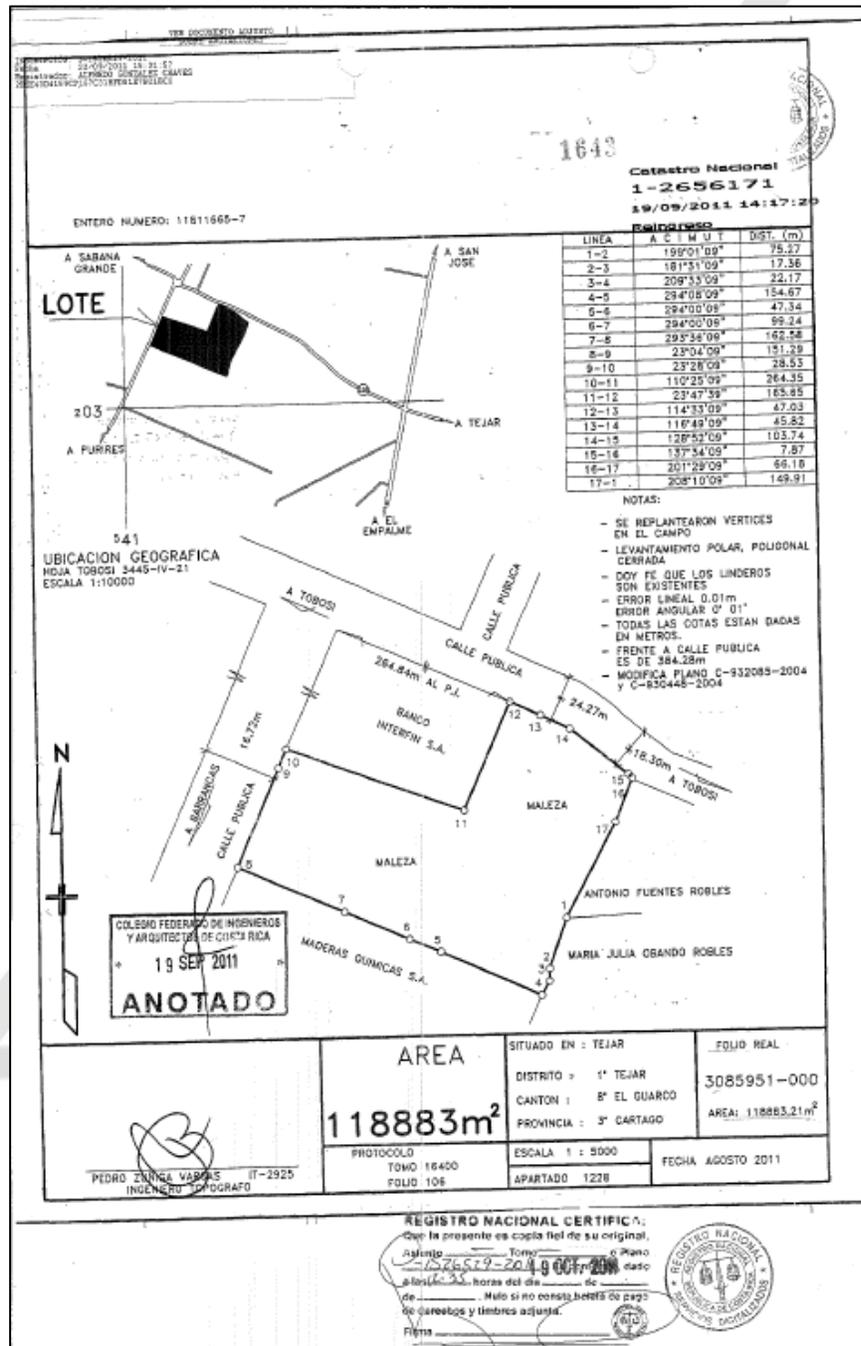
FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



ANEXO A: Plano Catastrado y ubicación de las pruebas realizadas





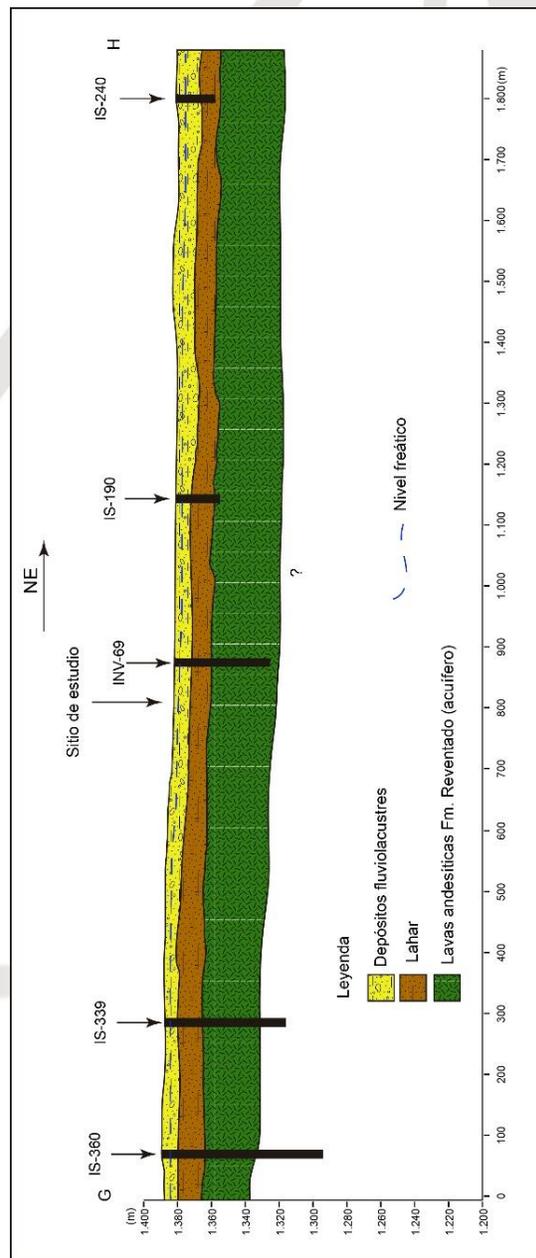
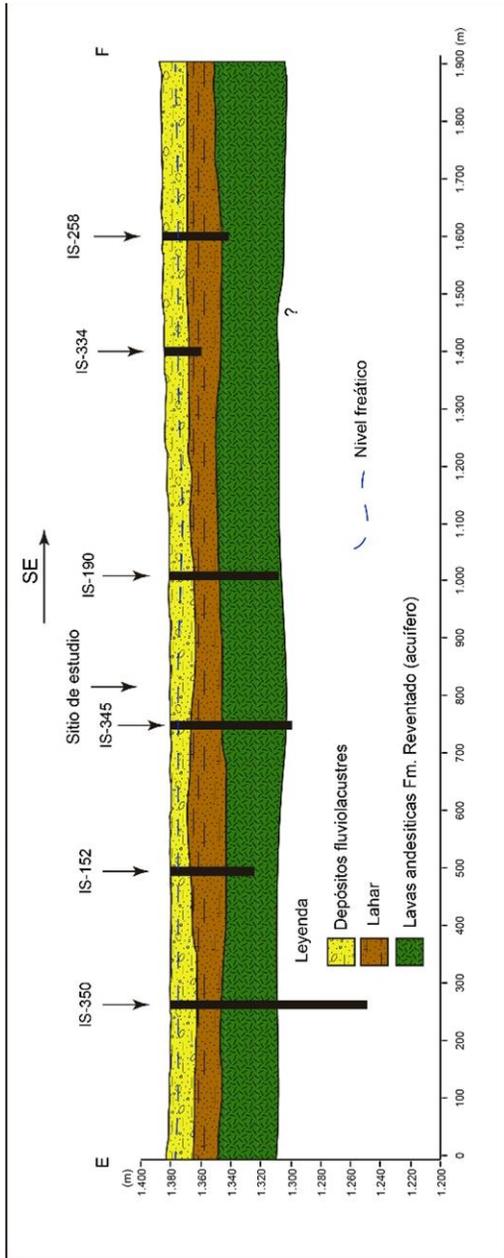
ANEXO B: Perfiles hidrogeológicos

FUNDADA EN 1963

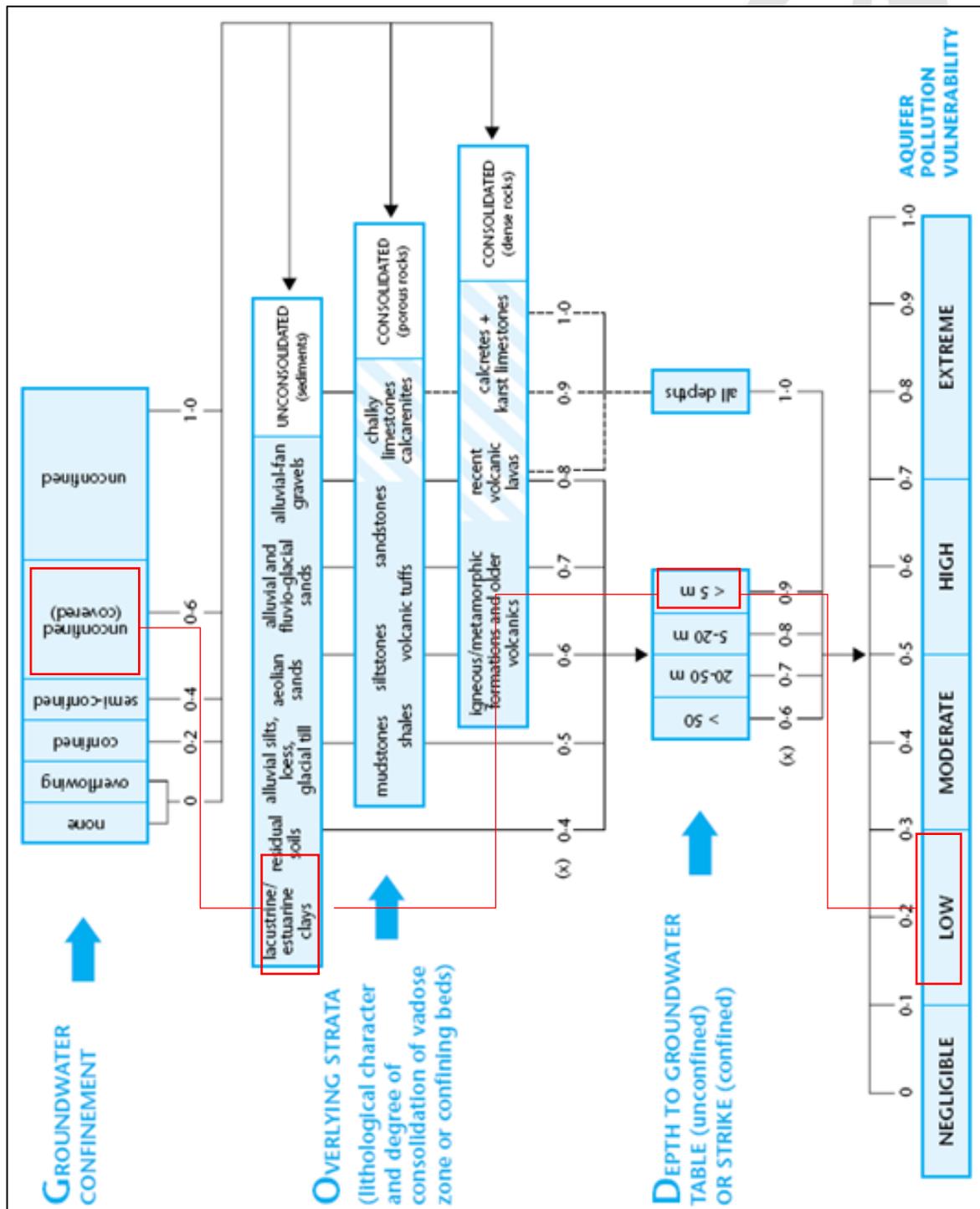
Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr





ANEXO C: Vulnerabilidad método GOD



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



ANEXO D: Fotografías de los trabajos realizados







Pruebas de Permeabilidad Doble anillo



Prueba 1



Prueba 2



Prueba 3



Prueba 4



Prueba 5

ANEXO E: Información de pozos cercanos

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



H I
Anch.

PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA.

TELEFONO 25-95-31 APARTADO 4194
San José, Costa Rica

PERFIL GEOLOGICO DEL POZO N° *Movimiento Familiar Cristiano de Cartago:*

Máquina No. **10** Operador: **Edgar Solano** Factura No. **3343**

CROQUIS ESCALA:		LEYENDA	
<p><i>Equipo Instalado:</i> Bomba sumergible de ½ hp. Con cable, tablero de control, pararrayos, tanque de presión, control de electrodos, y tubería de hierro galvanizado de 2½ cm de diámetro.</p>		<div style="display: flex; align-items: center;"> <input type="checkbox"/> 2588-P. </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> IS-15B. </div>	
PROF. M.S.	PIES	Simbol.	FORMACION
10	0		0-13 m. <i>Lavina:</i> Contiene lavas, tobas y arcilla. <i>Permeabilidad aparente:</i> baja.
20	20		13-19 m. <i>Arcilla:</i> Densa e impermeable.
30	40		19-25 m. <i>Materia heterogenea:</i> Contiene lavas meteorizadas, y bastante arcilla.
40	60		25-35 m. <i>Lava:</i> Andesítico-basáltico. Se observan fragmentos redondeados. <i>Permeabilidad aparente:</i> baja a media.
50	80		
60	100		
60	120		
60	140		
60	160		
60	180		
60	200		

DATOS	
Localización	541.25-203.75. Istaró.
Tipo de pozo	no adhesiano.
Método de perforación	percusión.
Máquina	Bucyrus-Erie-20 w.
Profundidad total	35 m.
Nivel estático del agua	3 m.
Entubamiento	35 m.
Metal	P.V.C.
Longitud	secciones de 6 m.
Diámetro	15 cms.
Zerenda	12 m (23 a 35 m).
Ranuras	10 cm x 3 mm.
Accesorios	sello sanitario.
Acabado del pozo	sello concreto de 4 m.
Filtro de Grava	4 m ³ (cuartilla).
Cementación	planché.
Lavado del pozo con	bomba.
Desarrollo del pozo	mecánico.
Nivel dinámico	9 m.
Gasto recomendado para su explotación	30 G.P.M.
Observaciones	La perforación se inició el 16-3-79, y se finalizó, el 5-4-79.

GERENTE: *[Signature]*

SUPERVISOR: *[Signature]*

Fecha: 17-4-79.

44701 Imp. Ro

SERVICIO NACIONAL DE ASesorIA EN INGENIERIA Y CONSULTORIA

Inventario de Pozos y Manantiales

Pozo No. Ts-130
 Fecha: 31-7-86 Manantial No. _____
 Colector: J. Daniel Guasada Fuente de información _____

1.- Localización: Provincia Castago Cantón Quarico Distrito Tejas Lugar 200m W. Rest. Guajana Nombre TS
 Mapa Hoja Zotamira No. _____ Coordenadas 203,3-541.35

2.- Propietario Coop. Productores Percepciones R.I. Dirección Castago Inquilino _____
 Perforador AGUASUB.SA Dirección _____

3.- Topografía _____ Elevación _____ m. sobre-bajo nivel del mar.

4.- Perforación: Rotación _____ Percusión Excavado _____ Clavado _____ Barenado _____
 Otros _____ Fecha 2-7-86 Observaciones Terminado de 23-7-86

5.- Profundidad: reportada 50 m. Medida _____ m. con _____ por _____
 Fecha 23-7-86

6.- Nivel estático: Reportado 20 m. Medido _____ m. con _____ por _____
 Fecha 23-7-86 Punto de referencia para medición nivel estático _____ (Esquema atrás)

7.- Acuíferos: Principales de _____ m. a _____ m de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m. Otros de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.; de _____ m a _____ m.

8.- Revestimiento: Tipo PVC ϕ 152 mm de 0 a 26 ϕ 152 mm de 44 a 50 m.
 Rejillas: Tipo PVC ϕ 152 mm de 26 a 44 m. ϕ _____ mm de _____ a _____ m.

9.- Explotación: Tipo bomba Capacidad _____ N.D. _____ m. si-no Estabilizado _____.

10.- Usos: Doméstico _____ Abrevaderos _____ Irrigación de Hect. de _____ Industrial .

11.- Calidad: Color _____ Olor _____ Sabor _____ Temp. _____ °C si-no se tomó muestra _____.

Observaciones Dentro de: armazón bitológica, empacado de grava, prueba arcuclonaria.

Manantiales: Roca de donde brota _____

12.- Estructura: Fractura _____ No deojos _____ características _____ Posible origen _____

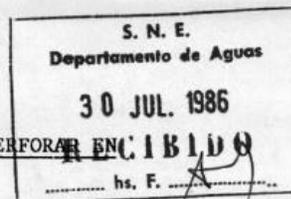
13.- Descripción de la captación _____
 Caudal reportado _____ Fecha _____ Medido _____ con _____ Fecha _____

14.- Precipitación describir _____ Cantidad _____

15.- Esquemas de localización y otros; estratigrafía; análisis, observaciones en página atrás.

/kza

Pozo: IS-190



ANALISIS HIDROGEOLOGICO DEL POZO A PERFORAR EN TERRENOS DE EMCOOPER, R.L.

A solicitud de la Compañía Perforadora Aguasub, S.A., se confecciona el informe hidrogeológico, atendiendo la solicitud presentada en el oficio 0931-DA-86 del Servicio Nacional de Electricidad. /

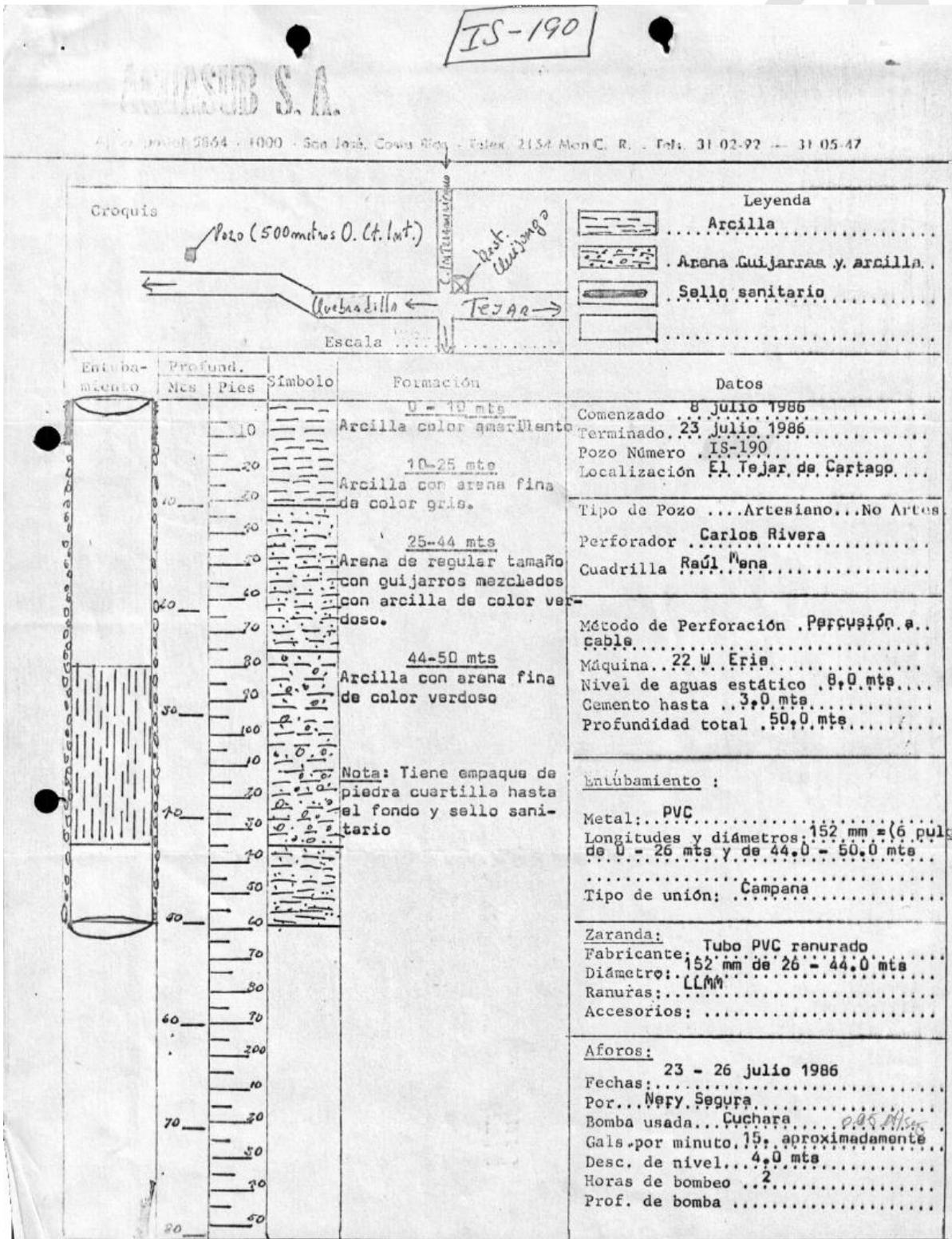
Según este oficio, existen cuatro pozos que podrían verse afectados como consecuencia de la extracción del pozo a perforar en terrenos de EMCOOPER, S.L., en el Tejar de El Guarco, Cartago, estos pozos son: /

- a- IS-121 del Movimiento Familiar Cristiano
- b- IS-125 de Inmobiliaria Cañas, S.A.
- c- IS-127 de Inmobiliaria Cañas, S.A.
- d- IS-129 de Agritica, S.A.

En visita de inspección realizada el 23 de julio de 1986, se comprobó la distancia real entre el sitio a perforar y los pozos en mención, encontrándose que: el pozo IS-121 está a 600 metros del sitio a perforar, que el pozo IS-125 no se ubica en el sitio que se indica en los archivos del SENARA, unicamente los pozos de Agritica, S.A. y el IS-127, que actualmente pertenecen a la Hacienda Purires, y el pozo del señor Rafael Vargas (que no está inventariado) podrían verse afectados por el pozo de EMCOOPER R.L., se presenta en la tabla Nº 1 las características de los pozos y la distancia que hay entre ellos y el pozo a perforar (figura Nº 1). /

TABLA Nº 1

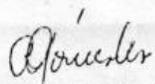
POZO	PROPIETARIO	DISTANCIA (m)	NIVEL ESTATICO (m)	NIVEL DINAMICO (m)	CAUDAL l/s	USO
IS-121	Mov. Fam. Cristiano	600	2.5	-	2	abastecimiento
IS-125	Inmobiliaria Cañas	No existe este pozo				
IS-127	Hacienda Purires	200	6	-	1	doméstico
IS-129	AGRITICA, S.A.	250	1	-	2	riego
-	Rafael Vargas	180	-	-	-	No se usa



- 3 -

Como se desprende de este razonamiento no hay influencia del pozo a perforar en la propiedad de EMCOOPER, R.L., sobre los pozos mencionados.

Atentamente,


Geól. Alicia Gómez C.
Credencial Nº 110 C.G.C.R.

Julio 28, 1986

- 2 -

El pozo a perforar por la Compañía Aguasub, alcanzará una profundidad de 50 m y el agua subterránea que se extraiga del mismo se utilizará en el proceso de lavado de productos perecederos y en limpieza de sus instalaciones, se ha estimado un caudal de extracción de 2 litros por segundo.

Para estimar el radio de influencia se ha utilizado la ecuación de Jacob, la cual considera los parámetros hidráulicos del acuífero y el tiempo máximo de bombeo:

$$R = \sqrt{\frac{2.25 T t}{S}}$$

donde R= radio de influencia al tiempo t

T= transmisividad del acuífero.

Se han considerado dos valores de transmisividad, determinados en los pozos IS-85 e IS-140, estos valores son 300 y 400 m²/día respectivamente, y ambos pozos captan el acuífero que será captado por el pozo a perforar.

t= tiempo máximo de bombeo diario en nuestro caso será de 0.5 día

S= parámetro adimensional que indica el tipo de acuífero, el acuífero a captar es libre y se analizan dos valores extremos a fin de considerar el punto más crítico y el más favorable.

Se representa en la Tabla Nº 2 los valores del radio de influencia.

Tabla Nº 2

T(m ² /día)	S	t horas	R(m)
300	0.08	0.5	65
300	0.16	0.5	46
400	0.08	0.5	75
400	0.16	0.5	53

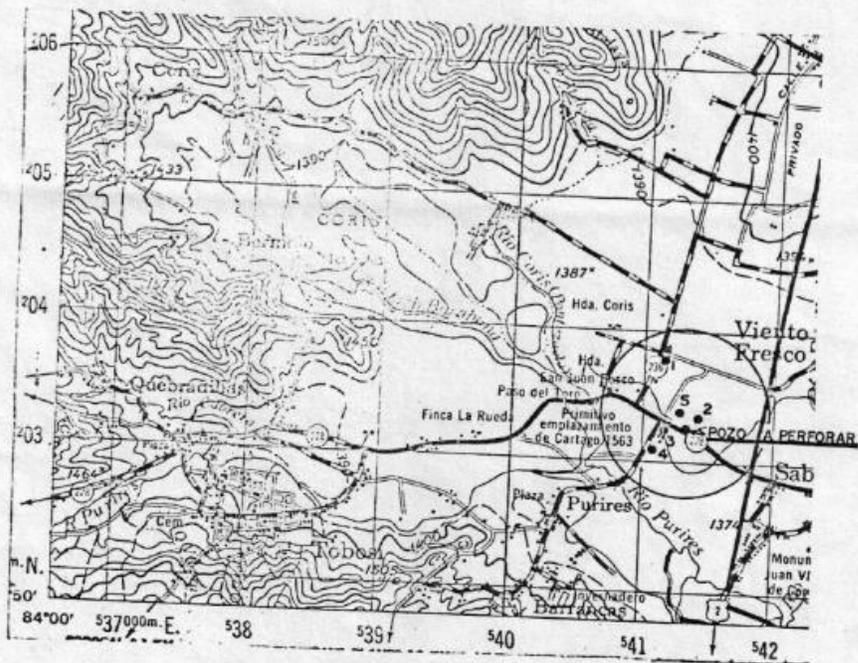
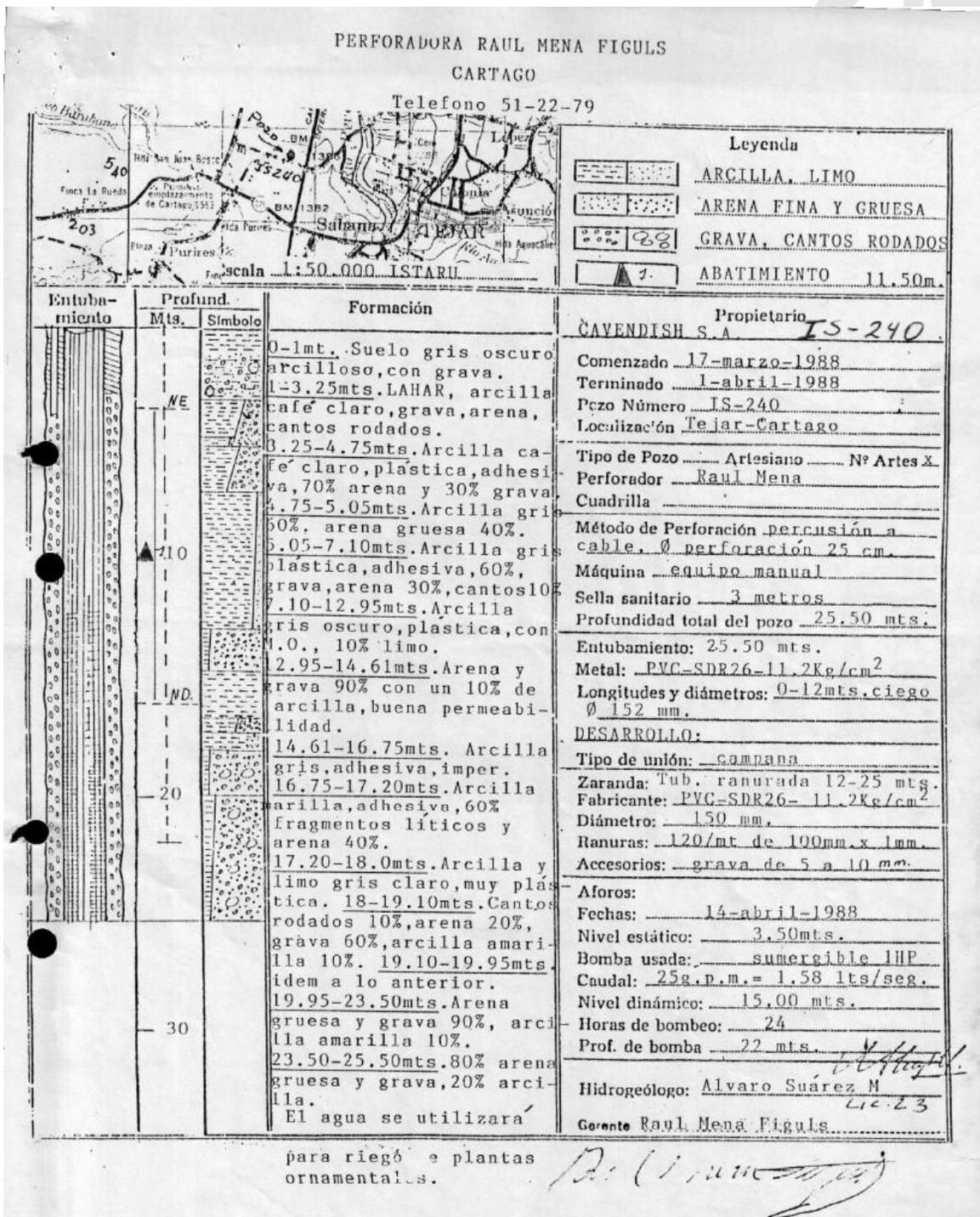


Figura No 1

Hoja ISTARU

Escala: 1:50.000

- (1) IS-121
- (2) IS-125
- (3) IS-127
- (4) IS-129
- (5) Rafael Vargas



Record 1170 HOJA_INVENTARIODon screen



BASE DATOS DE PERFORACIONES
DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

POZO No : IS - 258

FECHA: 21/02/91 CONCESION: -P

PROV.: CARTAGO CANTON: EL GUARCO DISTRITO : TEJAR

LUGAR: TEJAR COLECT: V. RAMIREZ HOJA TOP.: ISTARU

LAMBERT E : 541.860 LAMBERT N : 203.030 ELEV. : msnm

PROPIET: PALMITOS DE COSTA RICA PERFORADORA: SANCHEZ, S.A.

PROFUND: 40.00 mbns. BROCAL: m. DIAM.PERF: 304.8 mm

METODO PERF: PERCUSION FECHA INC: 01/03/91 FECHA FIN: 12/03/91

NIVEL ESTATICO: 2.58 mbns. FECHA : 09/03/91

CAUDAL DE PRUEBA: 1.98 l/s NIV.DINAM.: 15.36 m. ESTABILIZADO ? NO

PROF.BOMBA: 36.00 m. TIPO BOMBA: SUMERGIBLE

CAUDAL REC.: 1.50 l/s USO: INDUSTRIAL

DISEÑO Y ARMADO

REVEST.TIPO: P.V.C.

DIAMETROS: 101.6 mm de 0.00 m a 19.00 m
 mm de m a m
 mm de m a m

REJILLA : P.V.C TIPO: RANURADO

DIAMETROS: 101.6 mm de 19.00 m a 31.00 m
 mm de m a m
 mm de m a m

EMPAQUE DE GRAVA: SI TAPA AL FONDO: SI

OBSERV. :

DATOS DISPONIBLES:

LITOLOGIA : SI DISEÑO : SI PR. BOMBEO : SI AN. QUIMICO: NO

AN. BACTER.: NO HIDROGRAMA : NO GRANULOM. : NO REG. GEOF. : NO

Handwritten notes:
OK
14/05/01
24/09/01

POZO Nº IS 2-85		OTROS DETALLES		
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION LITOLOGICA	DETALLES CONSTRUCTIVOS	SELLO SANITARIO	
			Tipo:	Prof. m.
			concreto	3.0m.
			FILTRO DE GRAVA TIPO 5-7mm. de Ø subredondeado.	
			TRAMO: DESARROLLO	
			TIPO: Aire comprimido	
			HORAS: 8	
			DESINFECCION: No	
			CALIDAD DEL AGUA: Ligeramente turbia, pH 8.5	
			LODOS O ADITIVOS EMPLEADOS: arcillas insitu	
			PRUEBA DE BOMBEO	
			EQUIPO: 3 HP sumergible	
			PROFUNDIDAD: 36 mts.	
			FECHA: 9-marzo-1991	
			HORAS DE BOMBEO: 8	
			CAUDAL: 1.98 litros/seg.	
			NIVEL INICIAL: 2.58mts.	
			NIVEL FINAL: 15.36mts.	
			ESTABILIZADO? No	
			TIEMPO DE RECUPERACION: 40 minutos	
			% DE RECUPERACION: 72.0%	
			TRANSM. (m ² /D):	
			CAPACIDAD ESP.: 0.149 Lt/sg/mt.	
RECOMENDACIONES DEL EQUIPO A INSTALAR				
BOMBA A INSTALAR: _____		CAPACIDAD: _____		PROFUND _____
MOTOR: _____		CABLE: _____		ARRANQUE _____
TUBERIA DESCARG. _____		ELECTRODOS _____		PARE _____
RECOMENDACIONES SOBRE EXPLOTACION				
CAUDAL EN LITROS/SEG.: 1.5		HORAS DIARIAS: 8		NIVEL DE BOMBEO MAX. 18mts.
GEOLOGO SUPERVISOR <u>Alvaro Suárez Montero</u>		REPRESENTANTE DE LA EMPRESA _____		
CARNE: 23		Por: HIDROGEOCONSULTA SA.		
FECHA: 9-marzo-1991		FECHA: _____		

Perforaciones Sánchez, S. A.

Perforadora Pozos Profundos
Tel. 39-11-30 Apdo. 61 Belén

1

Reporte Prueba de Bombeo

Pozo Palmitos de C.R. Is 258 Ubicación Curijongo Tejano del Blanco
 Fecha 9-3-91 Nivel Estático 3.05 Profundidad 40.0m
 Equipo usado 3 HP sumergible A una profundidad de 36.0m
 Referencia 0.47 Hecho por _____

Hora	Tiempo Minutos	Abatimiento Metros			Caudal Lit. por seg.			Observaciones:
		Acum.	Nivel	Incum.	Vol.	Tiempo	Q	
10:00	0	0	3.05	0				
	1	0.89	3.94	0.89			2.0	
	2	1.88	4.93	0.99				sucia
	3	2.49	5.54	0.61				
	4	2.97	6.02	0.48				
	5	3.38	6.43	0.41				turbia
	7	3.84	6.89	0.46				
	9	4.20	7.25	0.36				
	11	4.39	7.44	0.19				turbia
	13	4.51	7.56	0.12				
	15	4.70	7.75	0.19			2.0	
	20	5.02	8.07	0.32				sucia
	25	5.25	8.30	0.23				
	30	5.39	8.44	0.14				
	40	5.90	8.95	0.51				sucia
	50	6.22	9.27	0.32				
11:00	60	6.45	9.50	0.23			2.0	

[Signature]
ING. HIDROGEOLOGO

GERENTE

R-117-3

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
 correo-e: info@cyt.cr
 www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
 Ver alcances en www.eca.or.cr



Perforaciones Sánchez, S. A.

Perforadora Pozos Profundos
Tel. 39-11-30 Apdo. 61 Belén

2

Reporte Prueba de Bombeo

Pozo Is 258 Palmitos CD Ubicación Quijongo Tejan del Guarico
 Fecha 9-3-91 Nivel Estático 3.05 Profundidad del pozo 40.0m
 Equipo usado 3 HP sumergible A una profundidad de 36.0m.
 Referencia 0.47 m. Hecho por _____

Hora	Tiempo Minutos	Abatimiento Metros			Caudal Lit. por seg.			Observaciones:
		Acum.	Nivel	Incrom.	Vol.	Tiempo	Q	
11:15	75	6.66	9.71	0.21				
11:30	90	7.57	10.62	0.91			1.92	
11:45	105		10.62				clara pH 8.5	
12:00	120	8.95	12.0	1.38				
13:00	180	10.23	13.28	1.28				
14:00	240	11.23	14.28	1.00				
15:00	300	11.86	14.91	0.63				
16:00	360	13.03	16.08	1.17			1.92	
17:00	420	13.46	16.51	0.43			turbia	
18:00	480	13.05	16.10	0.41+				
Recuperación								
	1	4.05	4.05	13	6.68	.36		
	2	4.25	0.20	15	7.08	.40		
	3	4.53	0.28	20	7.53	.45		
	4	4.86	0.33	25	7.88	.35		
	5	5.16	0.28	30	8.33	.45		
	7	5.58	0.42	40	9.63	1.30		
	9	6.08	0.50				Recuperación para 40 minutos 73.79%	
	11	6.32	0.24					

R-11293

ING. HIDROGEOLOGO

GERENTE

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076

correo-e: info@cyt.cr

www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr



Castro & DeLaTorre
INGENIEROS CONSULTORES

HIDRO consultores s.a.
ARAGONES & CIA.

"Una Empresa inscrita en el Colegio de Geólogos de Costa Rica"

- * ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA POZOS
- * SUPERVISION EN CONSTRUCCION DE POZOS
- * MINERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

- * PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZOS
- * CONSULTORIA EN AGUAS SUBTERRANEAS
- * PERFORACIONES PARA FUNDACION DE EDIFICIOS

INFORME FINAL

DE

POZO

IS-0334

PROPIEDAD

DE

MARIA CRISTINA BRENES MATA

TEJAR DEL GUARCO

CARTAGO

EMPRESA PERFORADORA

LUIS GONZALEZ LOAIZA

ENERO, 1991

TELS.: 22-71-09 21-63-86 OF. C. 26 AV. 3 y 5 (FTE. COLG. PALMOL.) - APDO. 99-1005 B* MEXICO - FAX: 21-26-74 - SAN JOSE, COSTA RICA

1

HIDRO consultores s.a. **ARAGONES & CIA.**

"Una Empresa inscrita en el Colegio de Geólogos de Costa Rica"

- * ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA POZOS
- * SUPERVISION EN CONSTRUCCION DE POZOS
- * MINERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
- * PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZOS
- * CONSULTORIA EN AGUAS SUBTERRANEAS
- * PERFORACIONES PARA FUNDACION DE EDIFICIOS

1. INTRODUCCION:

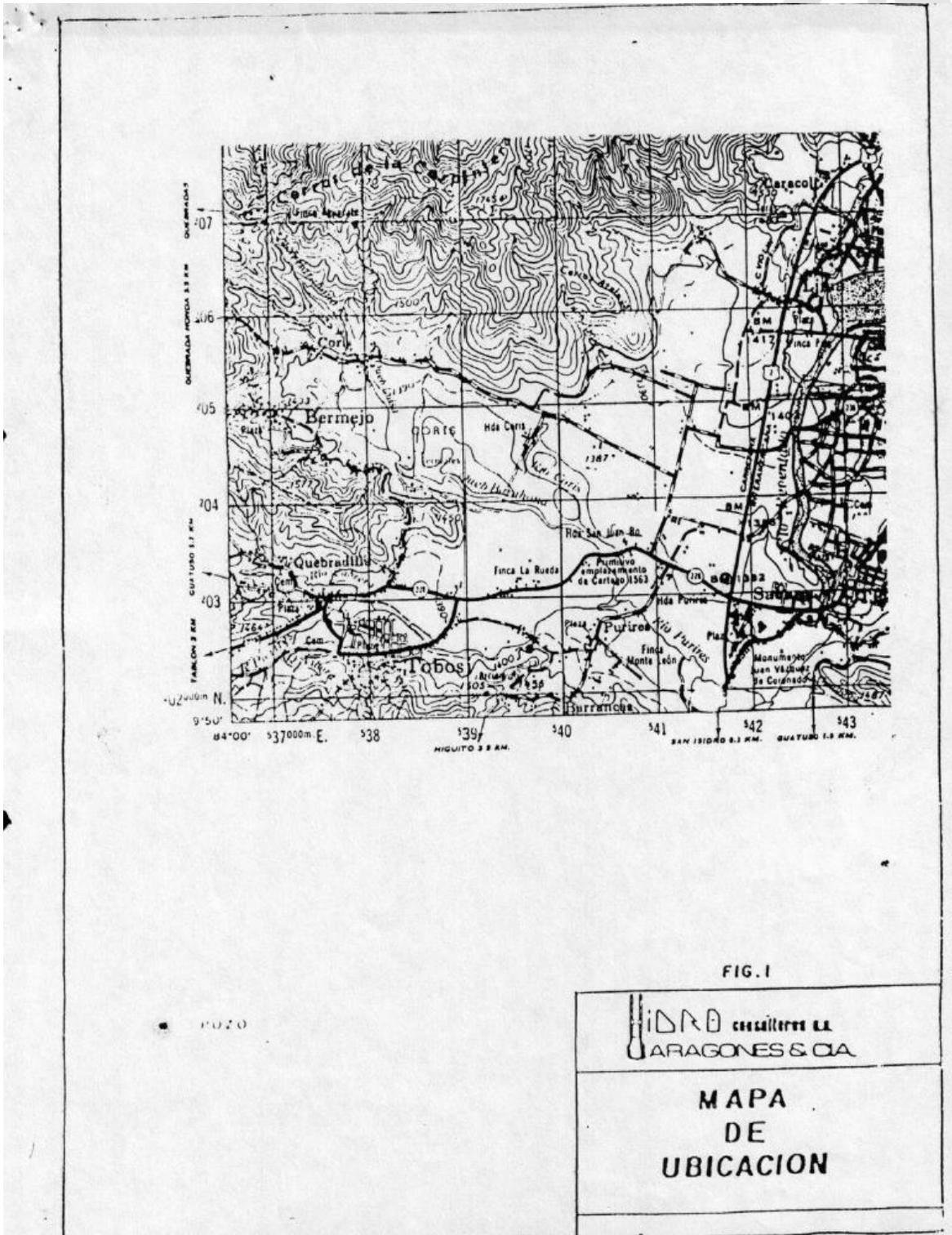
Durante el mes de enero 1991 se llevó a cabo la perforación y construcción del pozo propiedad de Maria Cristina Brenes Mata , en Tejar del Guarco, Cartago. Ubicado exactamente entre las coordenadas 203,150 de latitud y 541,750 de longitud, de la hoja topográfica ISTARU, escala 1:50.000 del INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. (VER MAPA DE UBICACION).

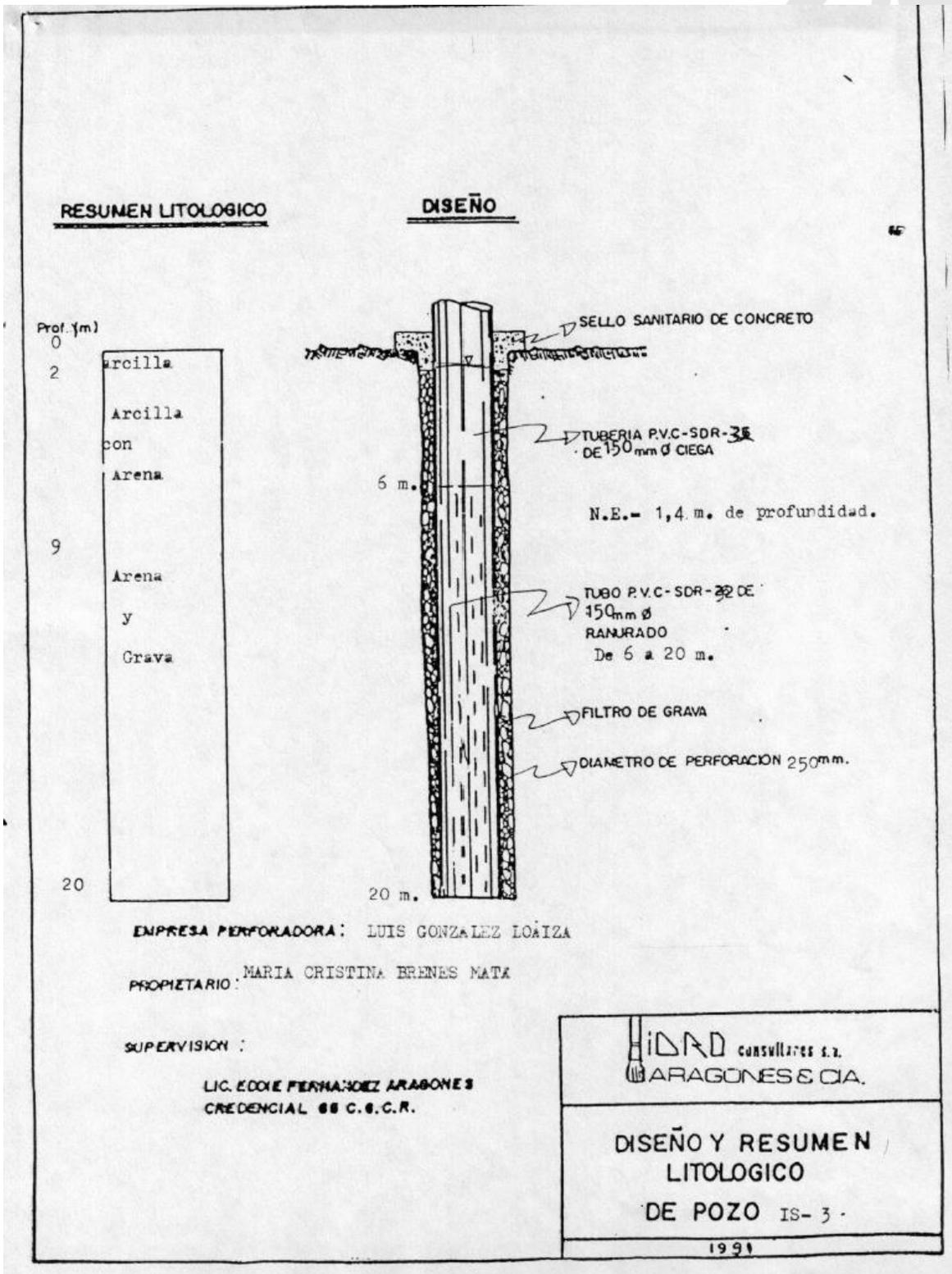
El pozo fue construido con el respectivo permiso de perforación del SNE y SENARA; se llevó la bitácora del COLEGIO DE GEOLOGOS DE COSTA RICA, según decreto ejecutivo 17464-MIEM, del 3 de mayo, 1987.

La profundidad total del pozo es de 20 m., el diámetro de perforación es de 250 mm., la tubería colocada fue de 150 mm. de diámetro, PVC SDR-32. Otros detalles constructivos y de diseño se indican en el perfil adjunto.

Este pozo fue construido con maquinaria de percusión. Los perforadores fueron los Srs. Luis Gonzalez Loaiza.

TELS.: 22-71-69 21-63-86 OF. C. 26 AV. 3 y 5 (FTE. COLG. PALMOL.) - APDO. 99-1005 B° MEXICO - FAX: 21-26-74 - SAN JOSE, COSTA RICA
2





HIDRO consultores s.a. ARAGONES & CIA.

"Una Empresa inscrita en el Colegio de Geólogos de Costa Rica"

- * ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA POZOS
- * SUPERVISION EN CONSTRUCCION DE POZOS
- * MINERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
- * PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZOS
- * CONSULTORIA EN AGUAS SUBTERRANEAS
- * PERFORACIONES PARA FUNDACION DE EDIFICIOS

2. LITOLOGIA:

0-2 m. ARCILLA, color café claro, permeabilidad aparente nula.

2-9 m. ARCILLA CON ARENA, color café oscuro, Permeabilidad aparente baja a media . Además existen bloques redondeados lávicos, que dificultaron el proceso de perforación.

9-20 m. ARENA Y GRAVA, color general negro a gris, existen tramos de solo grava (por ej. de 15 a 17 m.), de alta permeabilidad aparente. Otros tramos de solo arena negra de granulometría homogénea, y otros (la mayoría) se componen de grava y arena , y en menor cantidad arcilla. La permeabilidad aparente es de media a alta.

3. HIDROGEOLOGIA:

Este pozo capta una formación inconsolidada, compuesta por arenas y gravas de permeabilidad, media a alta, que constituyen un acuífero de tipo confinado, no surgente.

Se realizó una prueba de bombeo a un caudal de 0.75 litros/seg. (10 GPM), de 2 horas de duración , y el nivel dinámico se ubicó a 9,4 metros de profundidad. Por lo anterior este pozo tiene un potencial mayor a 0,75 litros/segundo, pero para saberlo

ELS.: 22-71-09 21-63-86 OF. C. 26 AV. 3 y 5 (FTE. COLG. PALMOL.)₃ - APDO. 99-1005 B* MEXICO - FAX: 21-26-74 - SAN JOSE, COSTA RICA

HIDRO consultores s.a. ARAGONES & CIA.

"Una Empresa inscrita en el Colegio de Geólogos de Costa Rica"

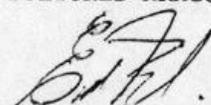
- * ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD PARA POZOS
- * SUPERVISION EN CONSTRUCCION DE POZOS
- * MINERIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCION
- * PERFORACION Y CONSTRUCCION DE POZOS
- * CONSULTORIA EN AGUAS SUBTERRANEAS
- * PERFORACIONES PARA FUNDACION DE EDIFICIOS

exactamente sera necesario realizar una prueba de bombeo prolongada (unas 24 horas), a un caudal de aproximadamente 2 litros/segundo.

4- RECOMENDACIONES

- Se recomienda instalar una bomba sumergible capaz de producir 15 GPM.
- Tramitar el respectivo permiso de explotación ante el departamento de Aguas del SNE.

POR HIDROCONSULTORES ARAGONES Y CIA. S.A.


Lic. Eddy Fernández Aragonés
Credencial 65
COLEGIO DE GEOLOGOS DE COSTA RICA

EFA/nmch

cc: Arch.



PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA.

FUNDADA EN 1956 - TELEFONOS 25-95-31 Y 25-96-90 FAX: 25-99-12
 APARTADO 4194 - SAN JOSE, COSTA RICA
 UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA PERFORACION DE POZOS DE AGUA, PRUEBAS DE BOMBEO Y ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

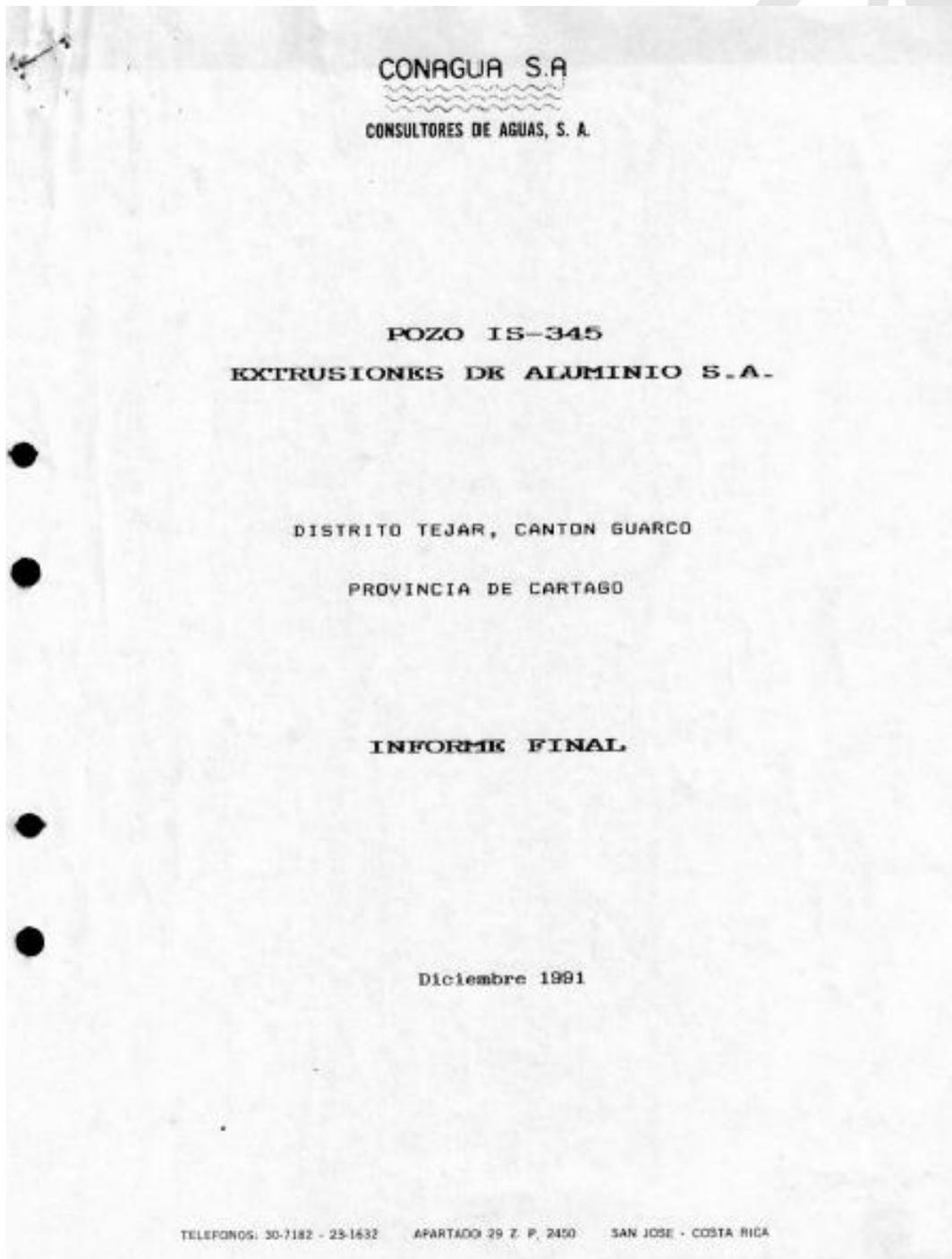
 <p>PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA. APARTADO 4194</p>	Pozo No. <u>IS-339</u> Ubicación: <u>Purires, El Guarco</u> Hoja cartográfica: <u>ISTARU</u> Coordenadas: Lat. <u>202.700</u> Long. <u>540.750</u>	Simbología litológica <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Profundidad (mts) 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	Descripción litológica 0-24 mts. Arcillas y limas color café. Poco permeable. 24-30 mts. Lava color gris. Permeabilidad: media. 30-52 mts. Limo-arcilla. Color café. Poco permeable. 52-74 mts. Grava de río. Contiene poca arcilla. Se observan fragmentos bien redondeados. Permeabilidad: media a alta. 74-98 mts. Limo-arcilla. Poco permeable. 98-106 mts. Grava (sin arcilla). Fragmentos redondeados. Permeabilidad: ALTA. 106-125 mts. Limo-arcilla. 125-128 mts. Grava con arcilla. Permeabilidad: MEDIA. fecha: 13 agosto 1991	Datos Propietario: <u>Linda Vista S.A.</u> Profundidad: <u>128</u> mts Nivel estático: <u>2.5</u> mts Topografía: <u>plana</u> Elevación: _____ m.s.n.m. Perforación por: Rotación <input checked="" type="checkbox"/> Otros: _____ Revestimiento tipo <u>PVC SPA-26</u> de <u>Ø 200</u> mm. de <u>0</u> mts a <u>128</u> m. Rejilla: tipo <u>tubo ranurado PIC-26</u> de <u>Ø 200</u> mm. de <u>122</u> mts a <u>128</u> mts, de <u>116</u> a <u>98</u> , de <u>80</u> a <u>50</u> mts. Explotación con: _____ Bomba tipo: <u>sumergible</u> Caudal: <u>6.3</u> l/s Nivel dinámico: <u>40</u> mts. Estabilizado SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Usos: Abast. Público _____ Doméstico _____ Irrigación <input checked="" type="checkbox"/> Flores _____ Otros _____ Calidad: Color <u>Cristalina</u> Olor _____ Sabor _____ Muestreo: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Observaciones: 1. Caudal recomendado para explotación 200 galones/minute. 2. Se recomienda instalar bomba de 100 a 105 mts. de profundidad. 3. Pozo se perforó en 14" Ø hasta 96 mts; luego en 12" Ø a 128.

FUNDADA EN 1963

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
 correo-e: info@cyt.cr
 www.cyt.cr

*Alcances LE-045 y OI-025
 Ver alcances en www.eca.or.cr





INTRODUCCION

El pozo IS-345, fue perforado por PERFORADORA SICAR S.A., para EXTRUSIONES DE ALUMINIO S.A., en un terreno localizado en el Distrito Tejar, Cantón de Guarco de la provincia de Cartago.

Se ubica sobre las coordenadas 544.200 - 203.500 de la hoja Istarú, a escala 1:50.000, editada por el I.G.N., y a una elevación aproximada de 1385 metros sobre el nivel del mar.

El objetivo de la perforación, era captar un acuífero profundo generado en rocas volcánicas consolidadas, de acuerdo al estudio Hidrogeológico realizado para tal efecto.

OPERACIONES DE PERFORACION

El pozo se realizó en el mes de octubre de 1991.

La perforación se efectuó mediante una máquina MAYHEU 2.000, y se empleó el sistema de rotación con lodos industriales.

El agujero alcanzó una profundidad total de 82 metros, perforados en un diámetro de 305 mm (12").

LITOLOGIA

00 - 8 m:	ARCILLA.
8 - 40 m:	FLUVIO-LACUSTRE. Se alternan tramos de arcillas, arenas y gravas limo-arenosas. Ocasionales bloques de lava. Permeabilidad aparente: Baja
40 - 48 m:	Tramo de bloques, gravillas y arenas con menor contenido de arcilla. Permeabilidad aparente: Baja a media.
48 - 64 m:	Material muy arcilloso, con arenas finas a medias. Permeabilidad aparente: Baja.
64 - 78 m:	TOBA. Consolidada, de color gris oscuro a verdoso. Tramo superior escoriáceo, poroso, luego se presenta más densa, con fracturas. Permeabilidad aparente: Media.
78 - 82 m.:	ARCILLA. Color gris. Permeabilidad aparente: Muy baja.

DISEÑO DE ARMADO

Desde la superficie y hasta los 82 metros de profundidad, el pozo se encamisó con tubería PVC, SDR-26, de 152 mm de diámetro (6").

En el tramo localizado entre los 66 y 78 metros, esa tubería se encuentra ranurada, con una área abierta de aproximadamente el 5%.

El espacio anular comprendido entre las paredes de la formación y la tubería, se relleno de los 82 a los 45 metros, con un empaque de piedra quebrada para sostener la formación y permitir instalar un empaque de arena media de los 45 a los 40 metros de profundidad. De los 40 metros hasta la 5 metros abajo de la superficie del terreno, se colocó un empaque de piedra quintilla.

Desde la superficie y hasta una profundidad aproximada de 5 metros, se construyó un sello sanitario de concreto.

CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS

En los materiales no-consolidados que se encuentran desde aproximadamente los 20 metros de profundidad y hasta los 64 metros, se presenta un acuífero de bajo rendimiento, el cual no fue captado en este pozo. El nivel piezométrico de ese acuífero se debería de ubicar en los primeros 6 metros de profundidad.

Un segundo acuífero se ha generado en las tobas consolidadas, las cuales muestran cierta porosidad y fracturación. El acuífero también se encuentra confinado.

El pozo se diseñó para captar precisamente esa unidad, a fin de asegurar una mejor calidad físico-química y bacteriológica del agua.

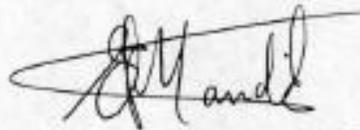
El nivel piezométrico de este acuífero, se midió el día 7 de noviembre a 15,75 metros de profundidad, a partir de la superficie del suelo.

Se pudo estimar, mediante un aforo realizado con el aire comprimido de la máquina perforadora, que el pozo podría ceder un caudal de agua de 3 a 5 litros por segundo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- La perforación alcanzó el objetivo de captar el acuífero inferior, y aislar las aguas más superficiales. El acuífero es confinado, de tipo fisural, y de mediano potencial.
- 2- Se recomienda la instalación de una bomba sumergible a 64 metros de profundidad. Lo anterior debido a que el acuífero captado es de tipo confinado, por lo tanto no es aconsejable hacer descender el nivel dinámico del agua por debajo del techo del acuífero, éste es a los 64 metros de profundidad. La potencia de la bomba vendrá determinada por el caudal de agua requerido, y por la carga dinámica total a vencer.
- 3- Una vez instalada la bomba, se deberá de realizar una prueba de bombeo de al menos 8 horas de duración. Esta prueba permitirá reconocer algunas características del acuífero y definir el mejor régimen de explotación del pozo.
- 4- Para efectuar esa prueba y mediciones futuras del nivel del agua en el pozo, se deberá instalar un tubo PVC de al menos 19 mm de diámetro (3/4"), hasta un metro por encima de la bomba. El tubo más profundo deberá de ranurarse ligeramente. Dicha tubería permitirá introducir el indicar electrónico de niveles.
- 5- El pozo deberá de desinfectarse y posteriormente, al finalizar la prueba de bombeo, se tomarán las muestras del agua para realizarle los análisis bacteriológicos y físico-químicos.
- 6- Se deberán de efectuar los trámites para solicitar la concesión de aprovechamiento de agua ante el S.N.E, para lo cual se adjunta el formulario respectivo.

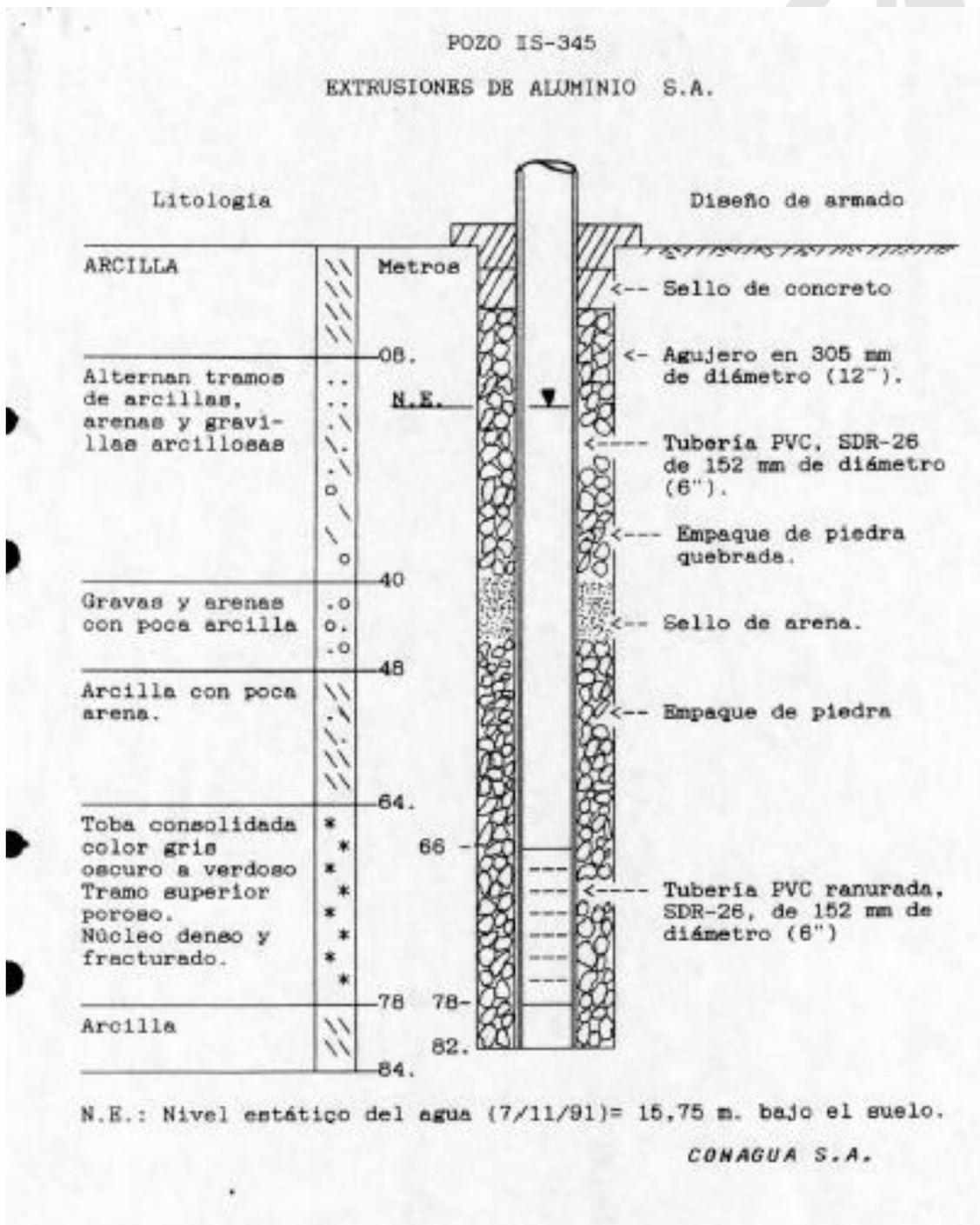
Por CONAGUA S.A.



Lic. Ernesto Echandi Echeverría
Hidrogeólogo

cc/S.N.E.
SENARA
Perforadora Sicar S.A.
Archivos

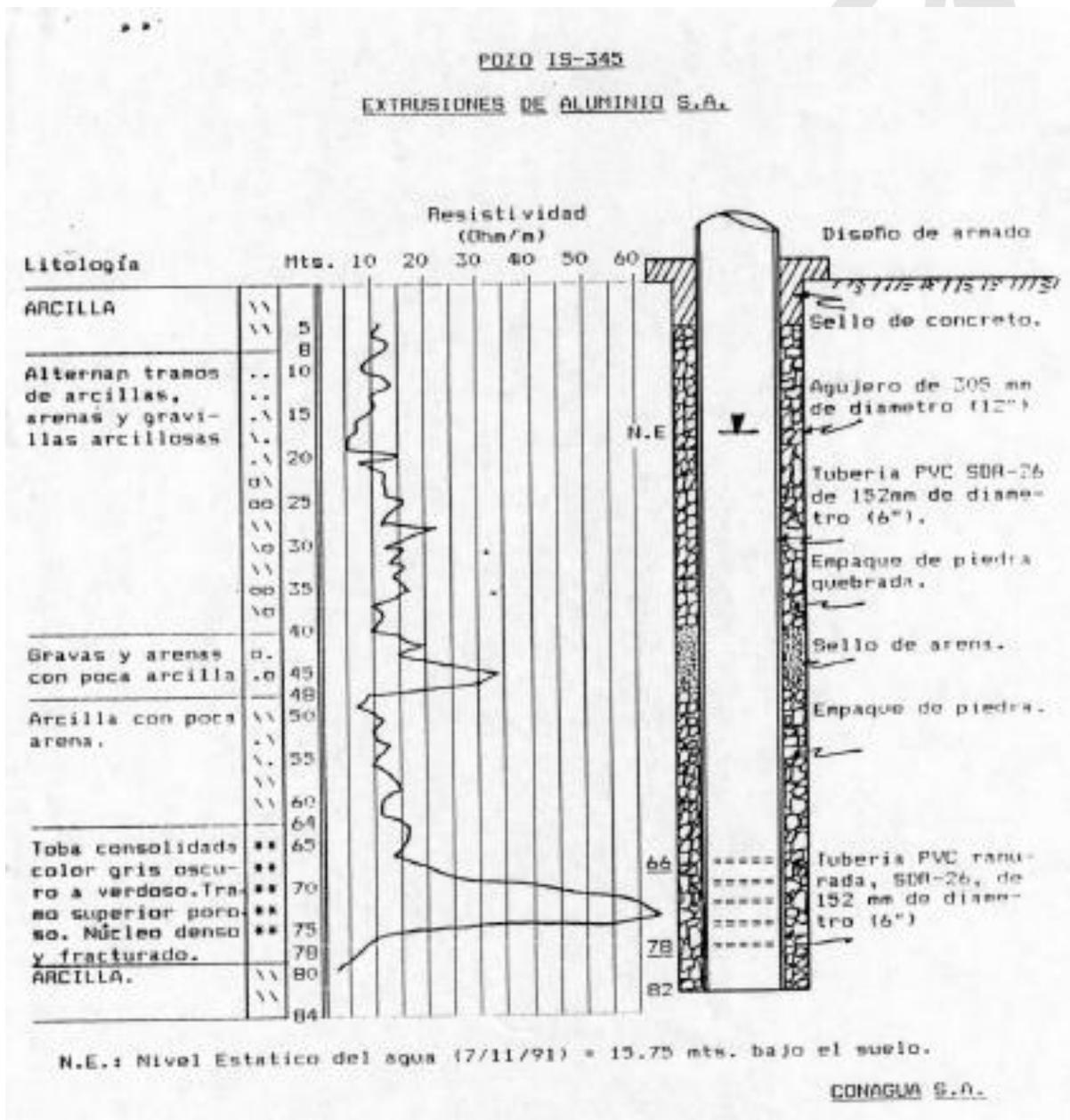
Se adjunta:
Mapa de ubicación
Diseño del pozo.



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr



FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr

POZO Nº 2		OTROS DETALLES	
PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION LITOLOGICA*	DETALLES CONSTRUCTIVOS	SELLO SANITARIO
			Tipo: Prof. m.
0	N. estático	Sello concreto	concreto 3.0m.
8			FILTRO DE GRAVA
16	N. dinámico		TIPO: grava de 5 a 10mm, Ø
24		Ø perf. 30.48cm	TRAMO: 48-90m.
36			DESARROLLO
40	Ademe PVC SDR 17		TIPO: pistón
48	5.75" Ø interior		HORAS: 2
56	Piedra quebrada		DESINFECCION: NO
64		Ø perf. 30.48cm	CALIDAD DEL AGUA: cristalina olor a suampo
72			LODOS O ADITIVOS EMPLEADOS: arcillas insitu
80	Ademe ranurado		PRUEBA DE BOMBEO
88	Tapa de fondo		EQUIPO: 3HP
96	Prof. ademe 90mts.		PROFUNDIDAD: 35 mts.
104		Ø perf. 20.4 cm	FECHA: 28-nov.-1991
112		Aterrado de 90-110mts.	HORAS DE BOMBEO: 4
	ARCILLA		CAUDAL: 3.8 litros/seg.
	GRAVA		NIVEL INICIAL: 4.75mts.
	LAVA		NIVEL FINAL: 14.24mts.
	ABATIMIENTO 9.49mts.		ESTABILIZADO? NO
			TIEMPO DE RECUPERACION:
			% DE RECUPERACION:
			TRANSM. (m²/D):
			CAPACIDAD ESP: 0.4 Lt/sec

RECOMENDACIONES DEL EQUIPO A INSTALAR

BOMBA A INSTALAR: sumergible CAPACIDAD: 5 HP PROFUND: 64mt.

MOTOR: _____ CABLE: _____ ARRANQUE _____

TUBERIA DESCARG. _____ ELECTRODOS _____ PARE 60mt.

RECOMENDACIONES SOBRE EXPLOTACION

CAUDAL EN LITROS/SEG: 5 comprobar con prueba HORAS DIARIAS: 10 NIVEL DE BOMBEO MAX. 60mts.

tiempo de bombeo prolongada _____

LOGO SUPERVISOR ALVARO SUAREZ MONTANO REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

23 Por: HIDROGEOCONSULTA S.A.

28-nov.-1991 FECHA

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr





PERFORADORA COSTARRICENSE LTDA.

FUNDADA EN 1956 - TELEFONOS 25-95-31 Y 25-96-90 FAX: 25-99-12
APARTADO 4194 - SAN JOSE, COSTA RICA
UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN LA PERFORACION DE POZOS DE AGUA, PRUEBAS DE BOMBEO Y ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

<p>Croquis de ubicación</p>	<p>Pozo No. <u>15-360.</u> Ubicación: <u>Purires, Tobosi, Guarco.</u> Hoja cartográfica: <u>1STARU.</u> Coordenadas: Lat. <u>202.500</u> Long. <u>540.675</u></p>	<p>Simbología litológica</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>Cantidad (metros)</p>	<p>Descripción litológica</p>	<p>Detos</p>
<p>0</p> <p>10</p> <p>20</p> <p>30</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>60</p> <p>70</p> <p>80</p> <p>90</p> <p>100</p>	<p>0-6 mts. Arcilla plástica, impermeable.</p> <p>6-19 mts. Arena fina, sin arcilla.</p> <p>19-30 mts. Arcilla gris con arena. Poco permeable.</p> <p>30-54 mts. Grava: Origen volcánico. Permeabilidad aparente: media. Se observan algunos planos de oxidación.</p> <p>54-60 mts. Arcilla, arena, grava. Poco permeable.</p> <p>60-72 mts. Arcilla gris con muy poca arena.</p> <p>72-95 mts. Arenisca color gris. basamentar. Reacciona al H.C.L. Sólida, sin planos de oxidación. Permeabilidad aparente: baje a media.</p>	<p>Propietario: <u>Linda Vista S.A.</u> Profundidad: <u>95</u> m/s Nivel estático: <u>8.4</u> m/s Topografía: <u>plana.</u> Elevación: _____ m.s.n.m. Perforación por: Rotación <u>por lotes.</u> Otros: _____ Revestimiento tipo <u>PVC-SDR-26.</u> <u>200</u> mm. de _____ m. x _____ m. Rejilla: tipo <u>tubo ranurado.</u> <u>200</u> mm. de _____ m. o _____ m. Explotación con: Bomba tipo: <u>sumergible.</u> Caudal: <u>3.78</u> L/s. Nivel dinámico: <u>70</u> m/s Estabilizado SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Usos: Abast. Público _____ Doméstico _____ Irrigación <input checked="" type="checkbox"/>. Otros _____ Calidad: Color <u>crystalino.</u> Olor _____ Sabor _____ Muestreo: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Observaciones: 1. Rejillas: de 72 a 86.2 mts, de 80.4 a 74.6 mts, de 63 a 57.2 mts, de 51.4 mts a 39.8 mts. 2. Perforación en 14" ϕ hasta 60 mts, luego en 12" ϕ hasta el fondo</p> <p>Hydro-geólogo: <u>[Signature]</u> Manrique Ortiz <u>[Signature]</u></p>

FUNDADA EN 1963

*Alcances LE-045 y OI-025
Ver alcances en www.eca.or.cr

Tel: 2232 2273 - Fax: 2296 0076
correo-e: info@cyt.cr
www.cyt.cr

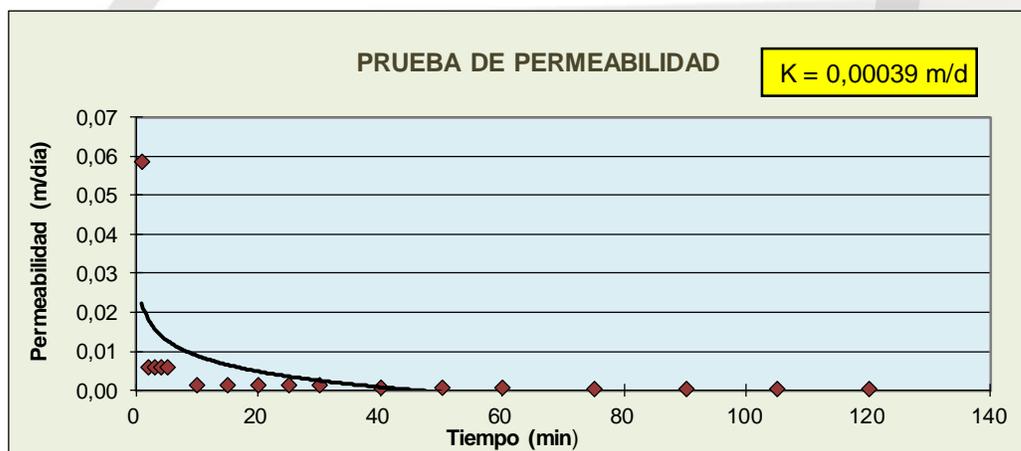


ANEXO F: Fotografías de los trabajos realizados
Pruebas de permeabilidad superficiales (Porchet)

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°1
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 50 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	60,0		
1	0,1	59,9	0,0041	0,05853098
2	0,1	59,9	0,0004	0,00585825
3	0,1	59,9	0,0004	0,00585919
4	0,1	59,9	0,0004	0,00586013
5	0,1	59,9	0,0004	0,00586107
10	0,2	59,9	0,0001	0,00117240
15	0,2	59,8	0,0001	0,00117259
20	0,2	59,8	0,0001	0,00117278
25	0,2	59,8	0,0001	0,00117297
30	0,2	59,8	0,0001	0,00117315
40	0,2	59,8	0,0000	0,00058667
50	0,2	59,8	0,0000	0,00058677
60	0,2	59,8	0,0000	0,00058686
75	0,2	59,8	0,0000	0,00039130
90	0,2	59,8	0,0000	0,00039137
105	0,3	59,8	0,0000	0,00039143
120	0,3	59,7	0,0000	0,00039149
k			3,30E-05	0,00039



Tipo de permeabilidad:

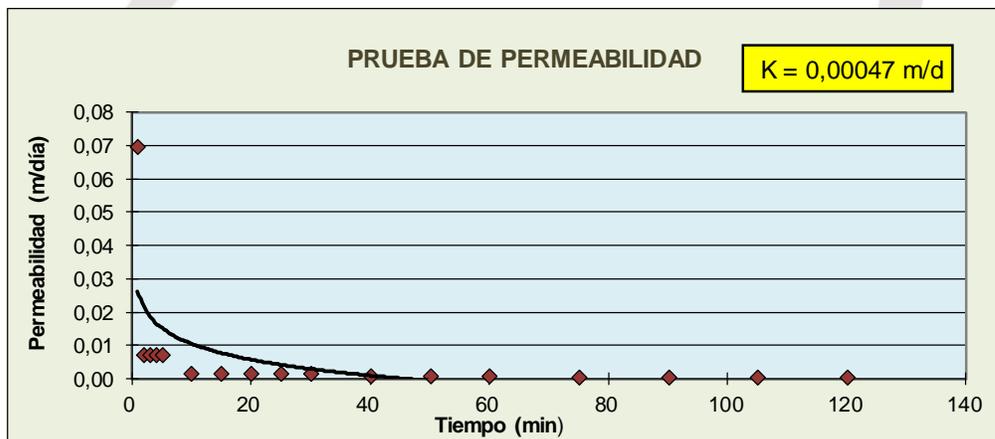
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°2
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 60 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof. agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	50,0		
1	0,1	49,9	0,0048	0,0696819
2	0,1	49,9	0,0005	0,0069755
3	0,1	49,9	0,0005	0,0069768
4	0,1	49,9	0,0005	0,0069782
5	0,1	49,9	0,0005	0,0069795
10	0,2	49,9	0,0001	0,0013962
15	0,2	49,8	0,0001	0,0013964
20	0,2	49,8	0,0001	0,0013967
25	0,2	49,8	0,0001	0,0013970
30	0,2	49,8	0,0001	0,0013972
40	0,2	49,8	0,0000	0,0006987
50	0,2	49,8	0,0000	0,0006989
60	0,2	49,8	0,0000	0,0006990
75	0,2	49,8	0,0000	0,0004661
90	0,2	49,8	0,0000	0,0004662
105	0,3	49,8	0,0000	0,0004663
120	0,3	49,7	0,0000	0,0004664
k			3,93E-05	0,00047



Tipo de permeabilidad:

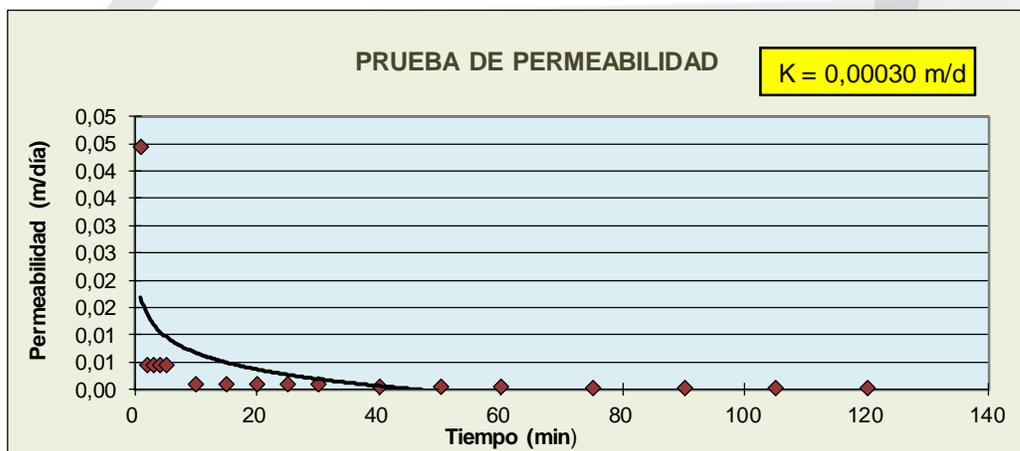
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°3
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 30 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	80,0		
1	0,1	79,9	0,0031	0,044340
2	0,1	79,9	0,0003	0,004437
3	0,1	79,9	0,0003	0,004437
4	0,1	79,9	0,0003	0,004438
5	0,1	79,9	0,0003	0,004439
10	0,2	79,9	0,0001	0,000888
15	0,2	79,8	0,0001	0,000888
20	0,2	79,8	0,0001	0,000888
25	0,2	79,8	0,0001	0,000888
30	0,2	79,8	0,0001	0,000888
40	0,2	79,8	0,0000	0,000444
50	0,2	79,8	0,0000	0,000444
60	0,2	79,8	0,0000	0,000444
75	0,2	79,8	0,0000	0,000296
90	0,2	79,8	0,0000	0,000296
105	0,3	79,8	0,0000	0,000296
120	0,3	79,7	0,0000	0,000296
k			2,50E-05	0,00030



Tipo de permeabilidad:

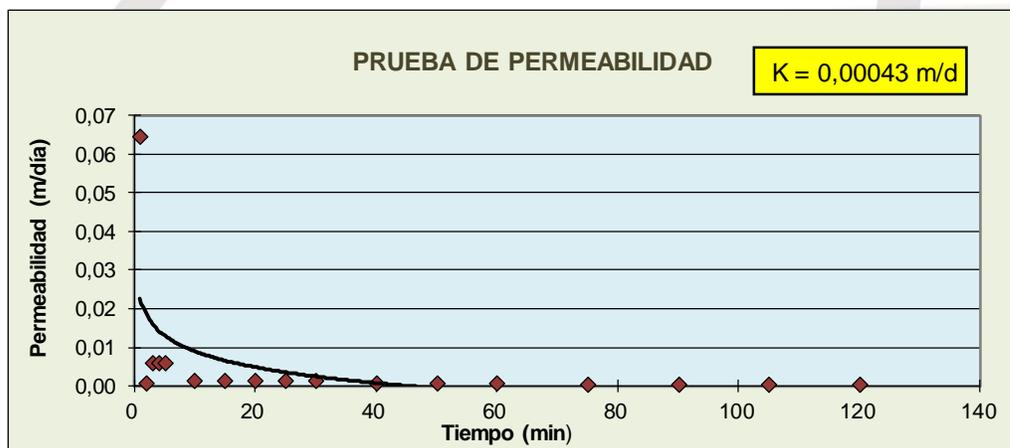
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°4
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 50 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	60,0		
1	0,1	59,9	0,0045	0,0643892
2	0,1	59,9	0,0000	0,0005859
3	0,1	59,9	0,0004	0,0058593
4	0,1	59,9	0,0004	0,0058602
5	0,1	59,9	0,0004	0,0058612
10	0,2	59,8	0,0001	0,0011724
15	0,2	59,8	0,0001	0,0011726
20	0,2	59,8	0,0001	0,0011728
25	0,2	59,8	0,0001	0,0011730
30	0,2	59,8	0,0001	0,0011732
40	0,2	59,8	0,0000	0,0005867
50	0,2	59,8	0,0000	0,0006455
60	0,2	59,8	0,0000	0,0006456
75	0,2	59,8	0,0000	0,0004305
90	0,2	59,8	0,0000	0,0004305
105	0,3	59,7	0,0000	0,0004306
120	0,3	59,7	0,0000	0,0004307
k			3,57E-05	0,00043



Tipo de permeabilidad:

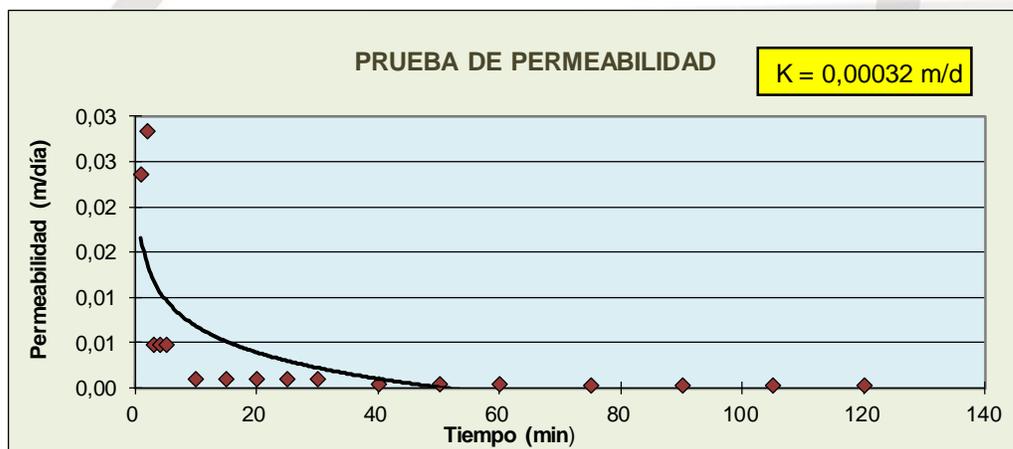
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°5
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 35 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	75,0		
1	0,1	75,0	0,0016	0,02359
2	0,1	74,9	0,0020	0,02833
3	0,1	74,9	0,0003	0,00472
4	0,1	74,9	0,0003	0,00472
5	0,1	74,9	0,0003	0,00473
10	0,2	74,9	0,0001	0,00095
15	0,2	74,8	0,0001	0,00095
20	0,2	74,8	0,0001	0,00095
25	0,2	74,8	0,0001	0,00095
30	0,2	74,8	0,0001	0,00095
40	0,2	74,8	0,0000	0,00047
50	0,2	74,8	0,0000	0,00047
60	0,2	74,8	0,0000	0,00047
75	0,2	74,8	0,0000	0,00032
90	0,2	74,8	0,0000	0,00032
105	0,3	74,8	0,0000	0,00032
120	0,3	74,7	0,0000	0,00032
k			2,66E-05	0,00032



Tipo de permeabilidad:

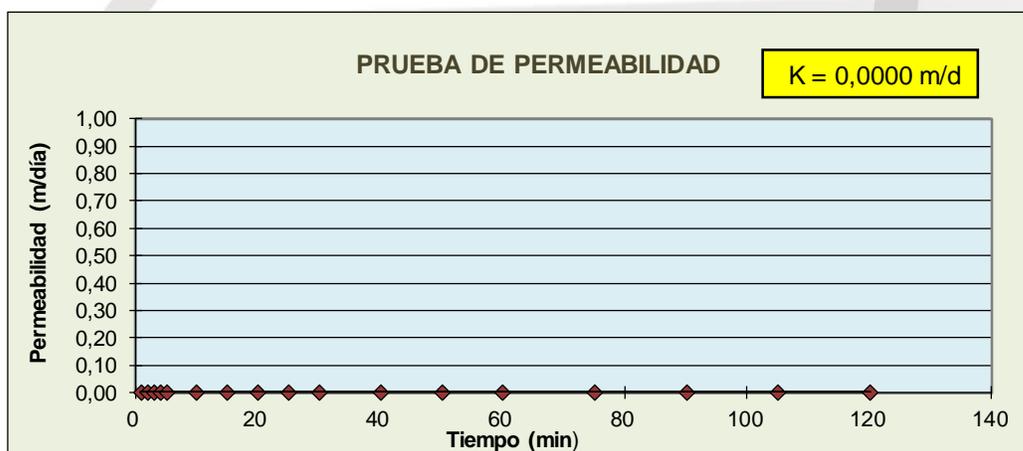
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°6
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 60 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	50,0		
1	0,0	50,0	0,0000	0,000
2	0,0	50,0	0,0000	0,000
3	0,0	50,0	0,0000	0,000
4	0,0	50,0	0,0000	0,000
5	0,0	50,0	0,0000	0,000
10	0,0	50,0	0,0000	0,000
15	0,0	50,0	0,0000	0,000
20	0,0	50,0	0,0000	0,000
25	0,0	50,0	0,0000	0,000
30	0,0	50,0	0,0000	0,000
40	0,0	50,0	0,0000	0,000
50	0,0	50,0	0,0000	0,000
60	0,0	50,0	0,0000	0,000
75	0,0	50,0	0,0000	0,000
90	0,0	50,0	0,0000	0,000
105	0,0	50,0	0,0000	0,000
120	0,0	50,0	0,0000	0,000
k			0,00E+00	0,0000



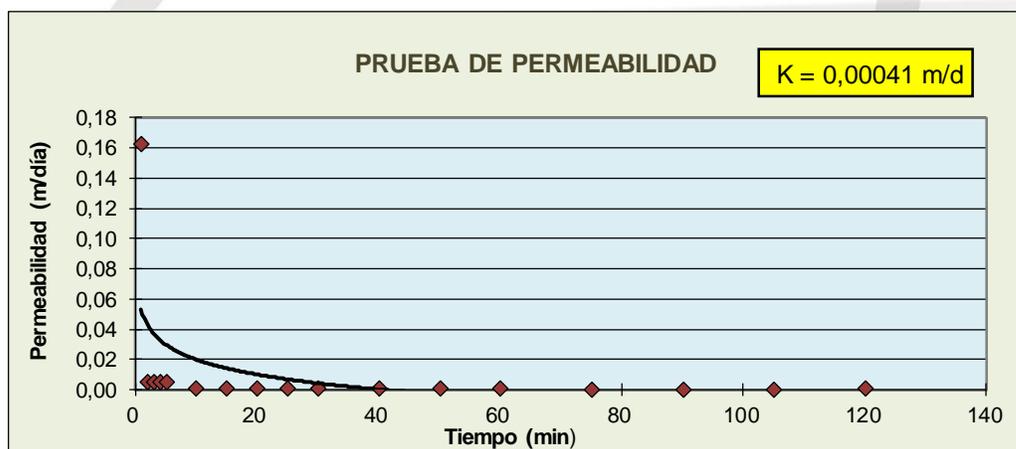
Tipo de permeabilidad: Prácticamente impermeable

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°7
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 45 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	65,0		
1	0,3	64,7	0,0113	0,16283
2	0,3	64,7	0,0004	0,00544
3	0,3	64,7	0,0004	0,00544
4	0,3	64,7	0,0004	0,00544
5	0,3	64,7	0,0004	0,00544
10	0,4	64,7	0,0001	0,00109
15	0,4	64,6	0,0001	0,00109
20	0,4	64,6	0,0001	0,00109
25	0,4	64,6	0,0001	0,00109
30	0,4	64,6	0,0001	0,00109
40	0,4	64,6	0,0000	0,00054
50	0,4	64,6	0,0000	0,00065
60	0,4	64,6	0,0000	0,00054
75	0,4	64,6	0,0000	0,00040
90	0,4	64,6	0,0000	0,00029
105	0,5	64,5	0,0000	0,00040
120	0,5	64,5	0,0000	0,00055
k			3,35E-05	0,00041



Tipo de permeabilidad:

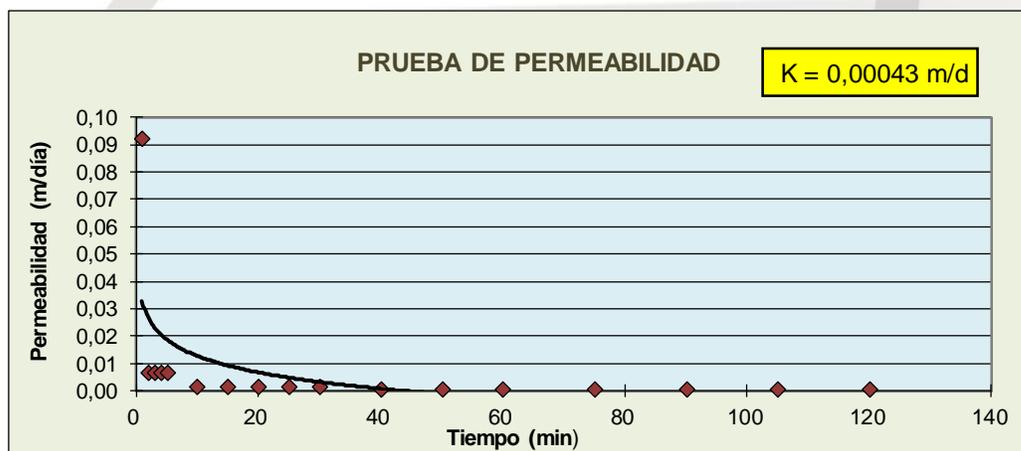
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba: Porchet N°8
 Prof. agujero: 110 cm
 Prof. Prueba: 55 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	55,0		
1	0,1	54,8	0,0064	0,09236
2	0,2	54,8	0,0004	0,00638
3	0,2	54,8	0,0004	0,00638
4	0,2	54,8	0,0004	0,00638
5	0,2	54,8	0,0004	0,00638
10	0,2	54,8	0,0001	0,00128
15	0,2	54,8	0,0001	0,00128
20	0,2	54,7	0,0001	0,00128
25	0,2	54,7	0,0001	0,00128
30	0,2	54,7	0,0001	0,00128
40	0,2	54,7	0,0000	0,00064
50	0,3	54,7	0,0000	0,00064
60	0,3	54,7	0,0000	0,00064
75	0,3	54,7	0,0000	0,00043
90	0,3	54,7	0,0000	0,00043
105	0,3	54,7	0,0000	0,00043
120	0,3	54,7	0,0000	0,00043
k			3,59E-05	0,00043



Tipo de permeabilidad:

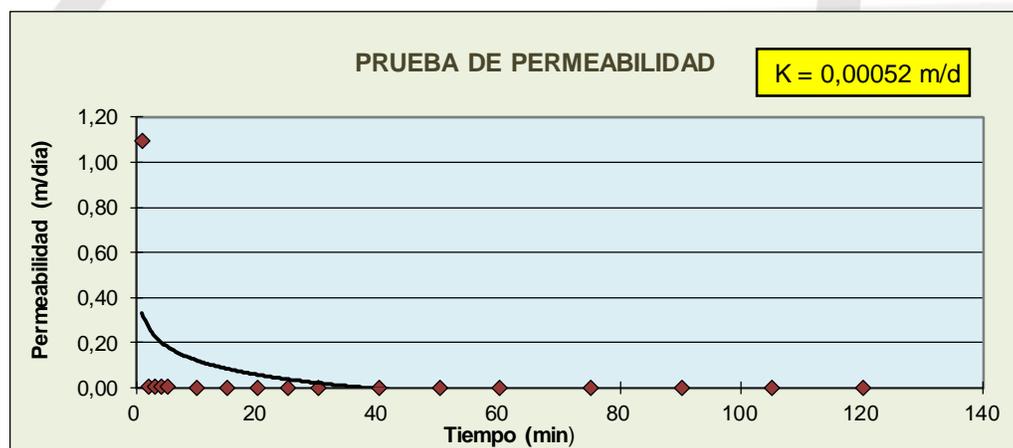
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°9
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 65 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	1,3	43,7		
1	1,4	42,4	0,0759	1,092620
2	1,4	42,4	0,0006	0,008144
3	1,4	42,4	0,0006	0,008146
4	1,4	42,3	0,0006	0,008148
5	1,4	42,3	0,0006	0,008150
10	1,4	42,3	0,0001	0,001630
15	1,4	42,3	0,0001	0,001631
20	1,4	42,3	0,0001	0,001631
25	1,4	42,3	0,0001	0,001631
30	1,5	42,3	0,0001	0,001305
40	1,5	42,3	0,0001	0,000816
50	1,5	42,3	0,0001	0,000816
60	1,5	42,3	0,0001	0,000816
75	1,5	42,3	0,0000	0,000435
90	1,5	42,2	0,0000	0,000544
105	1,5	42,2	0,0000	0,000545
120	1,5	42,2	0,0000	0,000545
k			4,48E-05	0,00052



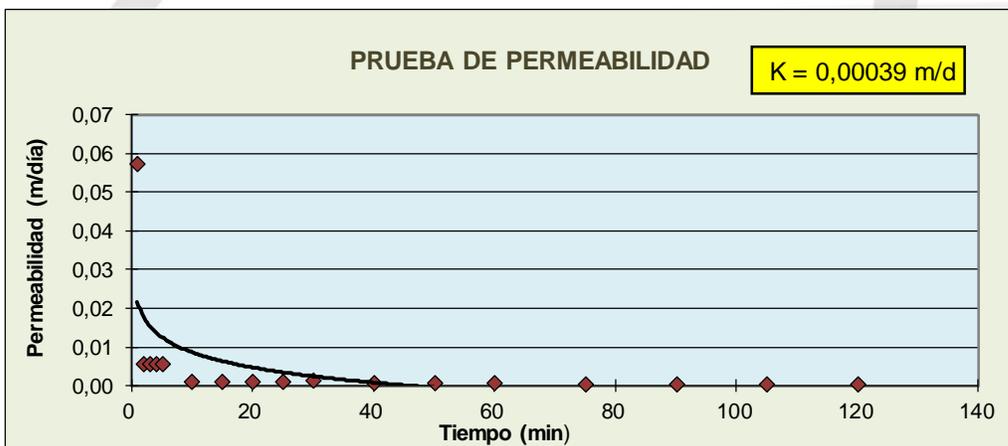
Tipo de permeabilidad: Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°10
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 48 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	62,0		
1	0,1	61,9	0,0040	0,057284
2	0,1	61,9	0,0004	0,005677
3	0,1	61,9	0,0004	0,005677
4	0,1	61,9	0,0004	0,005678
5	0,1	61,9	0,0004	0,005679
10	0,2	61,8	0,0001	0,001136
15	0,2	61,8	0,0001	0,001136
20	0,2	61,8	0,0001	0,001136
25	0,2	61,8	0,0001	0,001137
30	0,2	61,8	0,0001	0,001250
40	0,2	61,8	0,0000	0,000568
50	0,2	61,8	0,0000	0,000569
60	0,2	61,8	0,0000	0,000569
75	0,2	61,8	0,0000	0,000417
90	0,2	61,8	0,0000	0,000379
105	0,3	61,7	0,0000	0,000379
120	0,3	61,7	0,0000	0,000379
k			3,23E-05	0,00039



Tipo de permeabilidad:

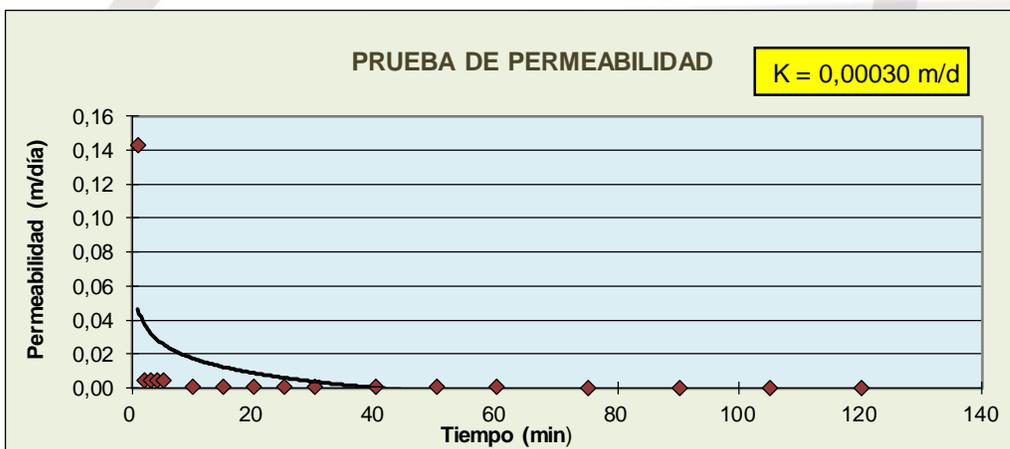
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°11
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 35 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,2	74,8		
1	0,3	74,5	0,0099	0,142630
2	0,3	74,5	0,0003	0,004748
3	0,3	74,5	0,0003	0,004749
4	0,3	74,5	0,0003	0,004749
5	0,3	74,5	0,0003	0,004750
10	0,4	74,4	0,0001	0,000950
15	0,4	74,4	0,0001	0,000950
20	0,4	74,4	0,0001	0,000950
25	0,4	74,4	0,0001	0,000950
30	0,4	74,4	0,0001	0,001046
40	0,4	74,4	0,0000	0,000475
50	0,4	74,4	0,0000	0,000475
60	0,4	74,4	0,0000	0,000475
75	0,4	74,4	0,0000	0,000263
90	0,4	74,4	0,0000	0,000317
105	0,5	74,3	0,0000	0,000317
120	0,5	74,3	0,0000	0,000317
k			2,62E-05	0,00030



Tipo de permeabilidad:

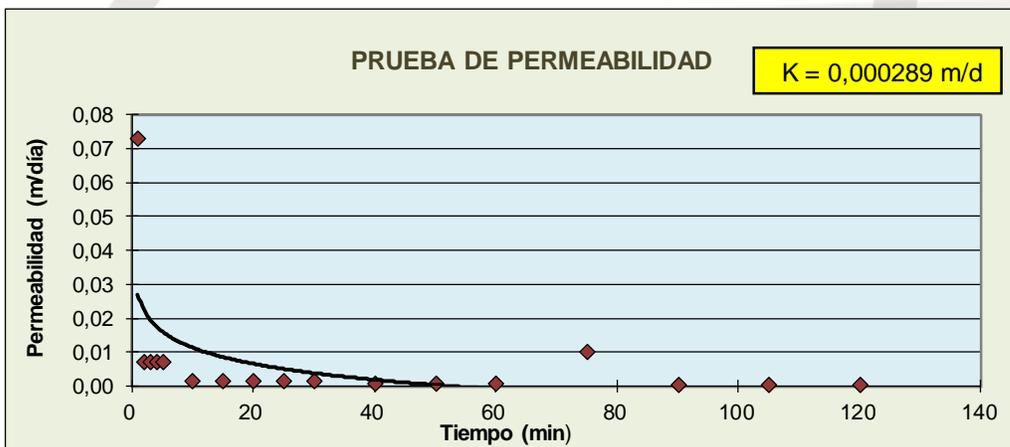
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°12
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 62 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	48,0		
1	0,1	47,9	0,0051	0,073169
2	0,1	47,9	0,0005	0,007252
3	0,1	47,9	0,0005	0,007254
4	0,1	47,9	0,0005	0,007255
5	0,1	47,9	0,0005	0,007257
10	0,2	47,8	0,0001	0,001452
15	0,2	47,8	0,0001	0,001452
20	0,2	47,8	0,0001	0,001452
25	0,2	47,8	0,0001	0,001452
30	0,2	47,8	0,0001	0,001598
40	0,2	47,8	0,0001	0,000727
50	0,2	47,8	0,0001	0,000727
60	0,2	47,8	0,0001	0,000727
75	0,4	47,6	0,0007	0,010102
90	0,4	47,6	0,0000	0,000487
105	0,5	47,5	0,0000	0,000487
120	0,5	47,5	0,0000	0,000487
k			1,36E-04	0,00289



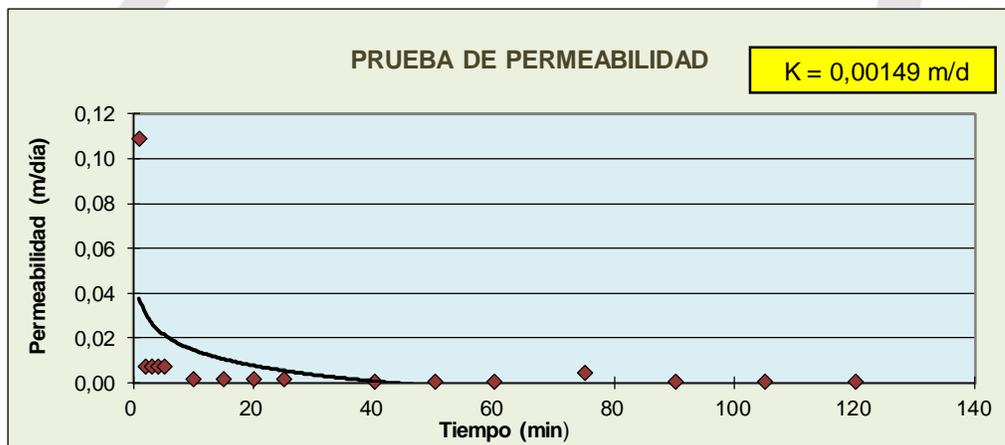
Tipo de permeabilidad: Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°13
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 62 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,1	48,0		
1	0,2	47,8	0,0076	0,108825
2	0,2	47,8	0,0005	0,007267
3	0,2	47,8	0,0005	0,007268
4	0,2	47,8	0,0005	0,007269
5	0,2	47,8	0,0005	0,007271
10	0,2	47,8	0,0001	0,001454
15	0,2	47,7	0,0001	0,001455
20	0,2	47,7	0,0001	0,001455
25	0,2	47,7	0,0001	0,001455
30	0,2	47,8	-0,0003	-0,004801
40	0,2	47,7	0,0001	0,000727
50	0,2	47,7	0,0001	0,000727
60	0,2	47,7	0,0001	0,000728
75	0,3	47,6	0,0003	0,004516
90	0,3	47,6	0,0000	0,000486
105	0,3	47,6	0,0000	0,000486
120	0,4	47,6	0,0000	0,000486
k			8,09E-05	0,00149



Tipo de permeabilidad:

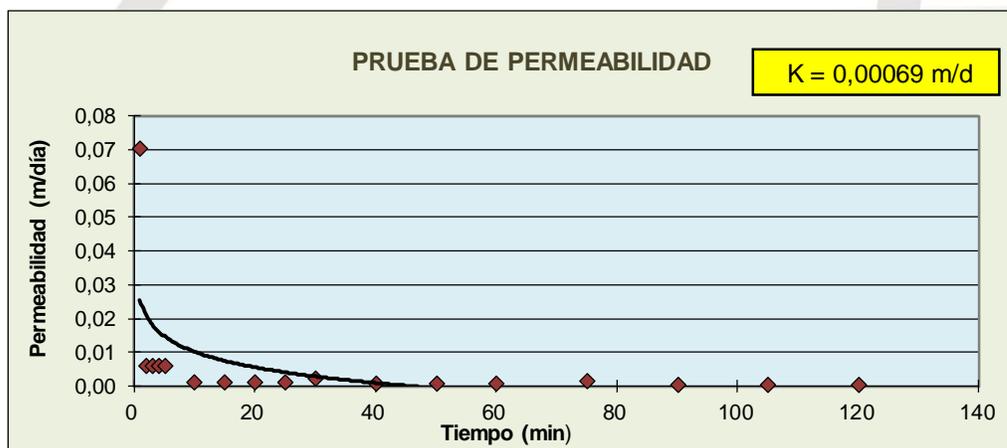
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°14
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 50 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	60,0		
1	0,1	59,9	0,0049	0,070271
2	0,1	59,9	0,0004	0,005862
3	0,1	59,8	0,0004	0,005863
4	0,2	59,8	0,0004	0,005864
5	0,2	59,8	0,0004	0,005865
10	0,2	59,8	0,0001	0,001173
15	0,2	59,8	0,0001	0,001173
20	0,2	59,8	0,0001	0,001174
25	0,2	59,8	0,0001	0,001174
30	0,2	59,8	0,0002	0,002348
40	0,2	59,8	0,0000	0,000587
50	0,2	59,7	0,0000	0,000587
60	0,3	59,7	0,0000	0,000587
75	0,3	59,7	0,0001	0,001567
90	0,3	59,7	0,0000	0,000392
105	0,3	59,7	0,0000	0,000392
120	0,3	59,7	0,0000	0,000392
k			4,47E-05	0,00069



Tipo de permeabilidad:

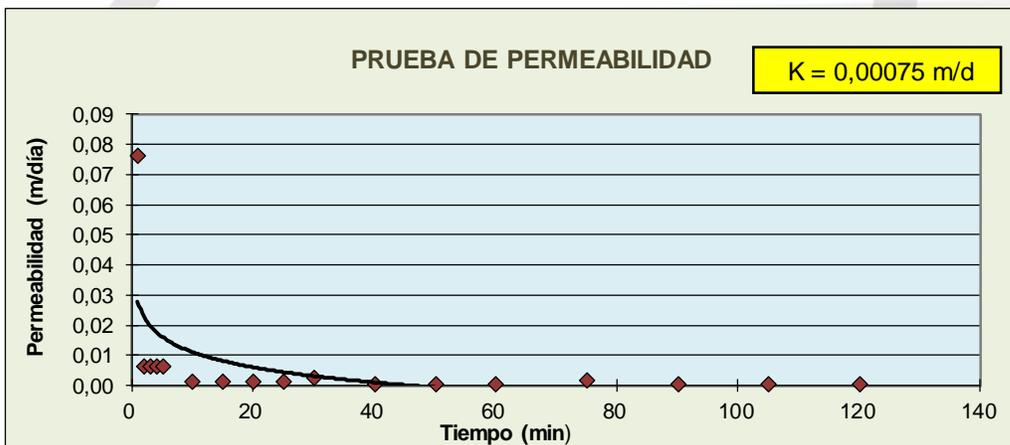
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°15
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 55 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,0	55,0		
1	0,1	54,9	0,0053	0,076386
2	0,1	54,9	0,0004	0,006373
3	0,1	54,8	0,0004	0,006374
4	0,2	54,8	0,0004	0,006375
5	0,2	54,8	0,0004	0,006376
10	0,2	54,8	0,0001	0,001275
15	0,2	54,8	0,0001	0,001276
20	0,2	54,8	0,0001	0,001276
25	0,2	54,8	0,0001	0,001276
30	0,2	54,8	0,0002	0,002553
40	0,2	54,8	0,0000	0,000638
50	0,2	54,7	0,0000	0,000638
60	0,3	54,7	0,0000	0,000639
75	0,3	54,7	0,0001	0,001704
90	0,3	54,7	0,0000	0,000426
105	0,3	54,7	0,0000	0,000426
120	0,3	54,7	0,0000	0,000426
k			4,86E-05	0,00075



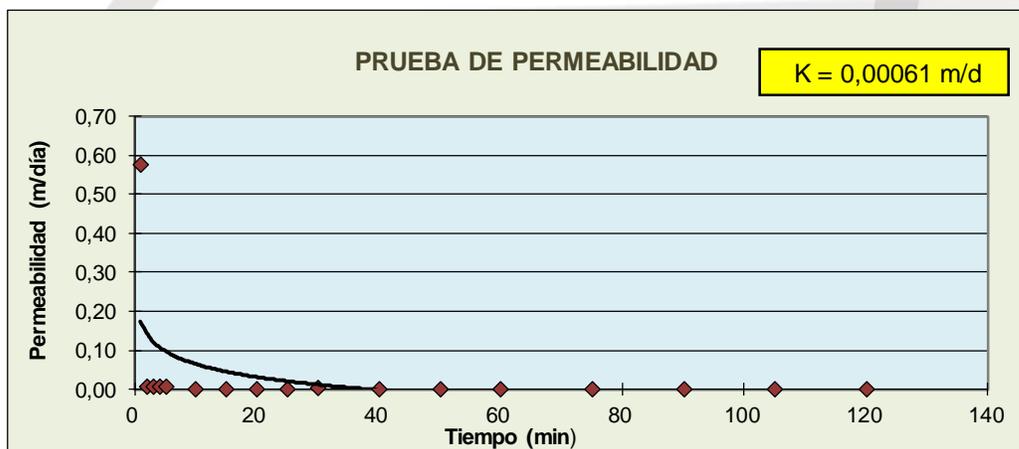
Tipo de permeabilidad: Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
Litología: Arcilla
Prueba : Porchet N°16
Prof. agujero : 110 cm
Prof. Prueba : 40 cm
Diám. agujero: 10,16 cm
Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	1,0	69,0		
1	1,1	67,9	0,0401	0,577311
2	1,1	67,9	0,0004	0,005196
3	1,1	67,8	0,0004	0,005197
4	1,2	67,8	0,0004	0,005197
5	1,2	67,8	0,0004	0,005198
10	1,2	67,8	0,0001	0,001040
15	1,2	67,8	0,0001	0,001040
20	1,2	67,8	0,0001	0,001040
25	1,2	67,8	0,0001	0,001040
30	1,2	67,8	0,0001	0,002081
40	1,2	67,8	0,0000	0,000520
50	1,2	67,7	0,0000	0,000520
60	1,3	67,7	0,0000	0,000520
75	1,3	67,7	0,0001	0,001388
90	1,3	67,7	0,0000	0,000347
105	1,3	67,7	0,0000	0,000347
120	1,3	67,7	0,0000	0,000347
k			3,96E-05	0,00061



Tipo de permeabilidad:

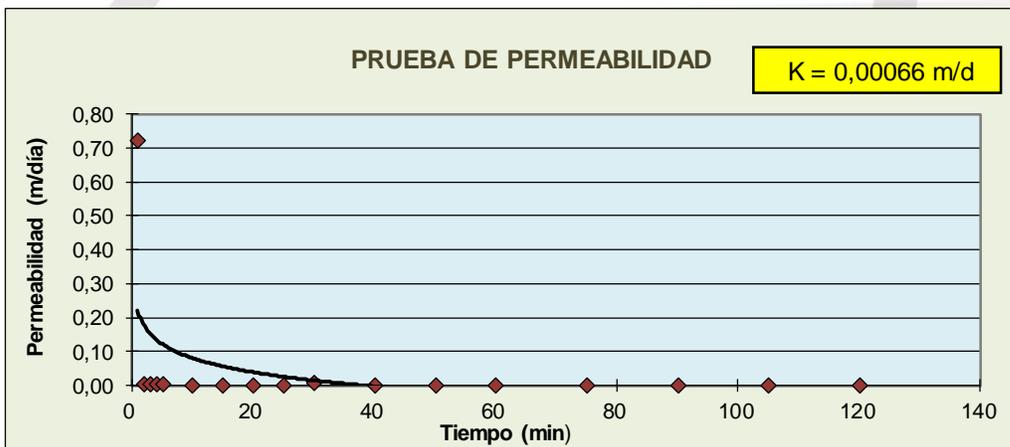
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°17
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 45 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	1,2	63,8		
1	1,3	62,5	0,0503	0,723860
2	1,3	62,5	0,0004	0,005624
3	1,3	62,5	0,0004	0,005625
4	1,3	62,5	0,0004	0,005626
5	1,3	62,5	0,0004	0,005627
10	1,4	62,5	0,0001	0,001126
15	1,4	62,4	0,0001	0,001126
20	1,4	62,4	0,0001	0,001126
25	1,4	62,4	0,0001	0,001126
30	1,4	62,4	0,0005	0,006760
40	1,5	62,4	0,0000	0,000564
50	1,5	62,3	0,0000	0,000564
60	1,5	62,3	0,0000	0,000564
75	1,5	62,3	0,0001	0,001504
90	1,5	62,3	0,0000	0,000376
105	1,5	62,3	0,0000	0,000376
120	1,5	62,3	0,0000	0,000376
k			4,29E-05	0,00066



Tipo de permeabilidad:

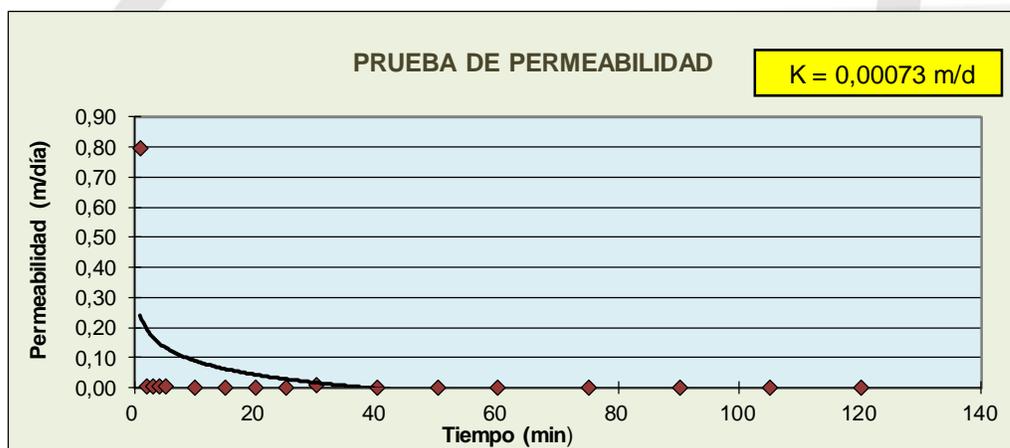
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°18
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 51 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	1,2	57,8		
1	1,3	56,5	0,0553	0,796627
2	1,3	56,5	0,0004	0,006196
3	1,3	56,5	0,0004	0,006197
4	1,3	56,5	0,0004	0,006198
5	1,3	56,5	0,0004	0,006199
10	1,4	56,5	0,0001	0,001240
15	1,4	56,4	0,0001	0,001240
20	1,4	56,4	0,0001	0,001240
25	1,4	56,4	0,0001	0,001241
30	1,4	56,4	0,0005	0,007448
40	1,5	56,4	0,0000	0,000621
50	1,5	56,3	0,0000	0,000621
60	1,5	56,3	0,0000	0,000621
75	1,5	56,3	0,0001	0,001657
90	1,5	56,3	0,0000	0,000415
105	1,5	56,3	0,0000	0,000415
120	1,5	56,3	0,0000	0,000415
k			4,73E-05	0,00073



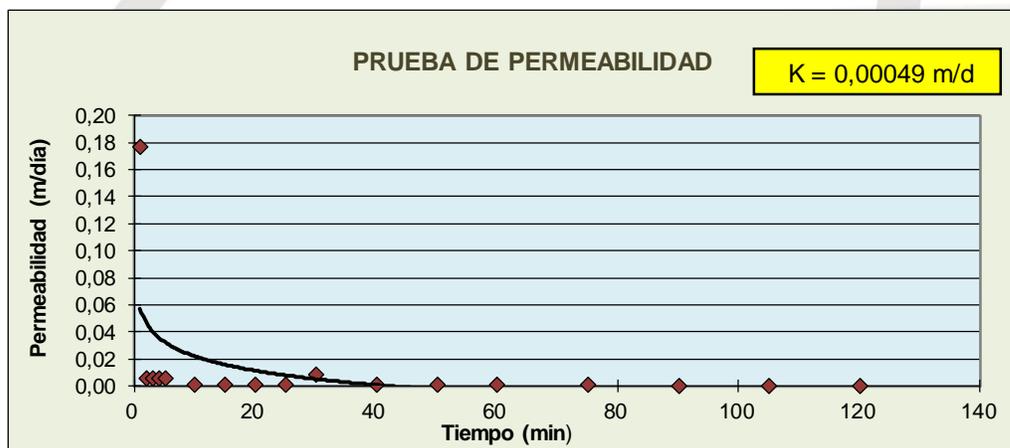
Tipo de permeabilidad: Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°19
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 50 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,2	59,8		
1	0,3	59,5	0,0123	0,176440
2	0,3	59,5	0,0004	0,005896
3	0,3	59,5	0,0004	0,005897
4	0,3	59,5	0,0004	0,005898
5	0,3	59,5	0,0004	0,005899
10	0,4	59,5	0,0001	0,001180
15	0,4	59,4	0,0001	0,001180
20	0,4	59,4	0,0001	0,001180
25	0,4	59,4	0,0001	0,001181
30	0,5	59,4	0,0006	0,008269
40	0,5	59,3	0,0000	0,000591
50	0,5	59,3	0,0000	0,000591
60	0,5	59,3	0,0000	0,000591
75	0,5	59,3	0,0001	0,000788
90	0,5	59,3	0,0000	0,000394
105	0,5	59,3	0,0000	0,000394
120	0,5	59,3	0,0000	0,000394
k			3,72E-05	0,00049



Tipo de permeabilidad:

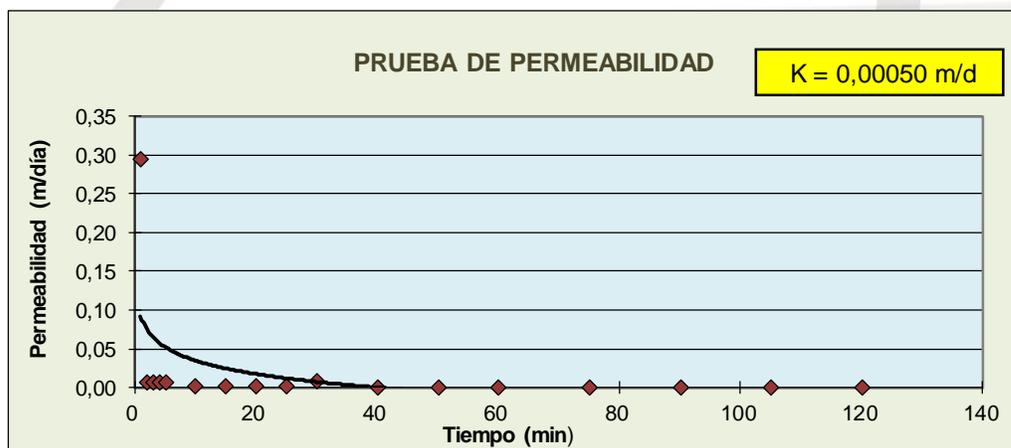
Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$

Proyecto: 2018CD-000013-4402 Nuevo Hospital de Cartago
 Litología: Arcilla
 Prueba : Porchet N°19
 Prof. agujero : 110 cm
 Prof. Prueba : 50 cm
 Diám. agujero: 10,16 cm
 Radio agujero: 5,08 cm



Tiempo (min)	Prof.agua (cm)	h (cm)	k(cm/min)	k(m/día)
0	0,4	59,6		
1	0,5	59,1	0,0205	0,295494
2	0,5	59,1	0,0004	0,005934
3	0,5	59,1	0,0004	0,005935
4	0,5	59,1	0,0004	0,005936
5	0,5	59,1	0,0004	0,005937
10	0,6	59,1	0,0001	0,001188
15	0,6	59,0	0,0001	0,001188
20	0,6	59,0	0,0001	0,001188
25	0,6	59,0	0,0001	0,001188
30	0,7	59,0	0,0006	0,008323
40	0,7	58,9	0,0000	0,000595
50	0,7	58,9	0,0000	0,000595
60	0,7	58,9	0,0000	0,000595
75	0,7	58,9	0,0001	0,000794
90	0,7	58,9	0,0000	0,000397
105	0,7	58,9	0,0000	0,000397
120	0,7	58,9	0,0000	0,000397
k			3,74E-05	0,00050



Tipo de permeabilidad: Muy baja

$$K = \left(\frac{r}{2(t_2 - t_1)} \right) \times \ln \left(\frac{2h_1 + r}{2h_2 + r} \right)$$