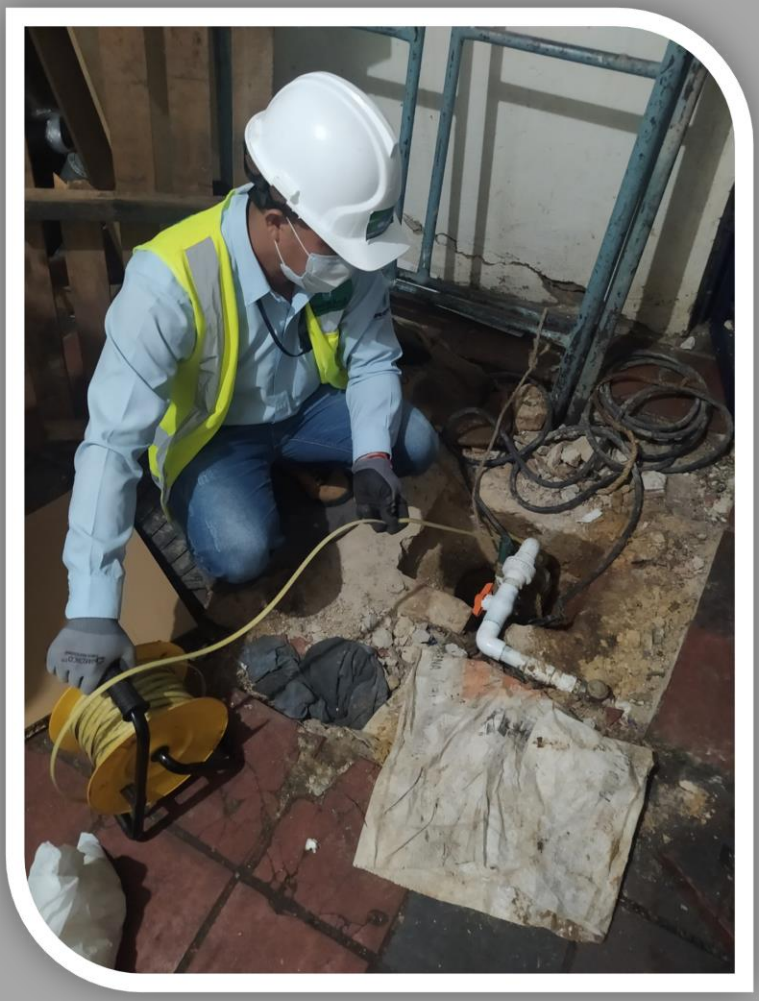
INFORME TÉCNICO EJECUCIÓN E INTERPRETACIÓN DE PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE.

CAR WASH 170 AUTOLAVADO EXPRESS.

BOGOTÁ – CUNDINAMARCA.



NATURAL PLANET FOUNDATION.

INGENIERÍA Y PROCESOS AMBIENTALES DE COLOMBIA S.A.S

VILLAVICENCIO – META
DICIEMBRE 2021.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN. 5

1. MARCO CONCEPTUAL 6

1. MARCO GEOGRÁFICO.....9

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO.....10

3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO 11

4. MARCO METODOLÓGICO 13

4.1. Descripción de actividades 13

4.2. Equipos, materiales y herramientas 15

4.3. Elementos de protección personal 16

5. ANÁLISIS DE DATOS PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE 16

Cálculo de caudal (Q).....18

5.2. Sistematización de la información.....19

6. PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS 20

6.1. Transmisividad 23

6.2. Coeficiente de almacenamiento 24

6.3. Conductividad hidráulica.....24

6.4. Radio de influencia.....25

6.5. Capacidad específica 26

7. ANÁLISIS DE DATOS ETAPA DE RECUPERACIÓN PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE 28

7.1. Datos obtenidos en campo en la etapa de recuperación 28

8. CARACTERÍSTICAS FINALES DEL POZO PROFUNDO EN LA PRUEBA DE BOMBEO Y RECUPERACIÓN A CAUDAL CONSTANTE.....34

9. CAUDAL RECOMENDADO PARA EXPLOTACIÓN 35

10. RECOMENDACIONES 36

11. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....37

12. aNEXOS.....42

12.1. Formato del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos Prueba de Bombeo y Recuperación a Caudal Constante. 42

12.2. Especificaciones sonda piezométrica prueba de bombeo a caudal constante. 46

13. Bibliografía 47

LISTA DE IMÁGENES.

Imagen 1: Ubicación geográfica pozo profundo Car wash 170 Autolavado Express. 9

Imagen 2: Curvas características del sistema de bombeo. 12

Imagen 3: Datos de entrada durante el bombeo a caudal constante. 19

Imagen 4: Curva de datos y generación grafica de bombeo 20

Imagen 5: Transmisividad, Conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento y radio de influencia del Pozo profundo. 21

Imagen 6: Duración de etapa de bombeo a caudal constante del pozo profundo. 22

Imagen 7: Clases de conductividad hidráulica. 25

Imagen 8: Representación gráfica del pozo profundo generada por el software Aquifert Test Pro- Prueba de bombeo Constante 27

Imagen 9: Gráfica representativa de la etapa de recuperación de la prueba de bombeo. 30

Imagen 10: Tiempo de recuperación del pozo profundo. 31

Imagen 11: Datos de salida durante la fase de recuperación del pozo profundo. 32

Imagen 12: Curva de abatimiento vs tiempo de etapa de recuperación del pozo profundo. 33

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1: Ubicación geográfica del pozo profundo. 9

Tabla 2: Características del pozo profundo. 10

Tabla 3: Características del sistema de bombeo del pozo profundo. 11

Tabla 5: Equipos, materiales y herramientas 15

Tabla 6: Elementos de protección personal. 16

Tabla 7: Datos de prueba de bombeo a caudal constante recolectados en campo. 17

Tabla 8: Cálculo de caudal tubería de 1". 18

Tabla 9: Valores de transmisividad 23

Tabla 10: Datos de campo en la etapa de recuperación. (Prueba de bombeo). 28

Tabla 11: Características finales del pozo profundo. 34

Tabla 12: Especificaciones técnicas sonda piezométrica. 46

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Registro de la ubicación del pozo profundo por medio del GPS 37

Fotografía 2: Adecuación de tubería eléctrica para realizar las mediciones por medio de la sonda piezométrica. 38

Fotografía 3: Toma de medidas de los niveles de profundidad por medio de la sonda piezométrica. 39

Fotografía 4: Registro de datos en los formatos del Banco Nacional de datos hidrogeológicos para prueba de bombeo a caudal constante. 40

INTRODUCCIÓN.

Las pruebas de bombeo son utilizadas para determinar los parámetros hidrogeológicos de un acuífero como: Conductividad hidráulica (K), transmisividad (T), el coeficiente de almacenamiento (S), el comportamiento del acuífero frente a un bombeo y fronteras como flujo impuesto o potencial constante. Por otra parte, la permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento son necesarios para el diseño de pozos o pozo profundos, cálculo de abatimientos, e interferencias para tener un manejo óptimo del recurso.

De acuerdo con lo anterior, el presente documento contiene información detallada acerca de la prueba de bombeo a caudal constante ejecutada por la empresa Ingeniería y Procesos Ambientales de Colombia S.A.S (IPRACOL S.A.S) al pozo profundo perteneciente al CAR WASH 170 AUTOLAVADO EXPRESS, ubicado en la Calle 170 #55ª - 77, en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca. Para el análisis de los datos medidos en campo se utiliza el Software de consulta para Windows AQUIFER TEST PRO VERSIÓN 2015.1, con el cual se realiza el cálculo de las constantes hidráulicas de los pozos o pozo profundos tanto para prueba de bombeo como para prueba de recuperación. Apoyados en el programa mencionado anteriormente se aplican los métodos de Tiempo vs descarga para analizar el descenso del nivel durante la prueba de acuerdo con un caudal de referencia.

Los métodos de Cooper & Jacob y Theis se utilizan para calcular la Transmisividad, Conductividad hidráulica y el coeficiente de almacenamiento del pozo profundo. Finalmente, para los datos obtenidos durante la recuperación se aplicó el método de Theis & Jacob para calcular la Transmisividad, y Conductividad hidráulica de los Pozo profundo. Teniendo en cuenta lo anterior, es preciso resaltar que el presente informe no presenta memorias de cálculo para los parámetros de Transmisividad, Coeficiente de Almacenamiento y Conductividad Hidráulica dado que estos serán arrojados de manera directa por el software mencionado, por

otra parte, los datos referentes a Capacidad Especifica y Radio de Influencia, son calculados a través de fórmulas numéricas, las cuales son presentadas en sus respectivos capítulos.

1. MARCO CONCEPTUAL

- **PRUEBAS DE BOMBEO:** El "comportamiento hidráulico" de una captación debe conocerse para planificar su aprovechamiento como fuente de captación de agua subterránea. El "comportamiento" de la captación puede representarse mediante fórmulas que requieren conocer el valor de los parámetros asociados al medio acuífero. Los parámetros de un medio acuífero se refieren principalmente a la capacidad de transmitir agua (permeabilidad o transmisividad) y a la capacidad de almacenarla (almacenamiento o rendimiento específico). (Carlos Espinoza C., 2009)

- **PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE:** Es la variación de los niveles de agua en el pozo profundo o pozo profundo durante la etapa de bombeo hasta llegar a la estabilidad del acuífero, posteriormente se inicia a la etapa de recuperación hasta obtener un 90% del nivel estático inicial. (Universidad Antioquia. U, Pontificia Bolivariana. U, Medellín . U, Nacional., 2011).

- **ACUÍFERO:** acuífero (latín aqua = agua y fero = llevar) es una unidad geológica que puede almacenar y transmitir agua a tasas suficientes para satisfacer la extracción desde un pozo profundo de bombeo. La permeabilidad intrínseca de un acuífero es en general igual o superior a 10-2 darcy. Arenas y gravas no consolidadas, arenillas, limos y dolomitas, basaltos, así como rocas metamórficas y plutónicas fracturadas son algunos ejemplos de unidades geológicas consideradas acuíferos. (Carlos Espinoza Z., 2006). Existen tres tipos de acuíferos: libre, confinado y semiconfinado.

- **ABATIMIENTO (s):** es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando fluye naturalmente. El abatimiento es la diferencia en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico. (Mario Valencia Cuesta, 2010).
- **AFORO VOLUMETRICO:** Según (Ramiro Marbello Pérez); El aforo volumétrico consiste en medir el tiempo que gasta el agua en llenar un recipiente de volumen conocido, para lo cual el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación:

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

Volumen = V

Tiempo = T

- **PERMEABILIDAD (K):** Facilidad con que un material deja pasar el agua a través del mismo. (Angel Luis Cortes, 2006).

- **CAPACIDAD ESPECÍFICA:** Es igual a la descarga por unidad de abatimiento, la cual se expresa comúnmente en m3 o litros por hora por metro de abatimiento. (Norberto O. Bellino, 2012).

- **TRANSMISIVIDAD (T):** Es la cantidad de agua que transmite un acuífero a través de todo el espesor saturado, en una unidad de superficie por unidad de tiempo (t). (Mario Valencia Cuesta, 2010).

Depende de la permeabilidad.

$$T = k * (t)$$

Depende del Espesor del Acuífero (h).

$$T = k * h$$

- **COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S):** Es la cantidad de agua que puede ser extraída del almacenamiento en un acuífero, con un descenso unitario de la carga hidráulica. Depende de la porosidad efectiva. (Mario Valencia Cuesta, 2010).

1. MARCO GEOGRÁFICO.

El pozo profundo se encuentra ubicado en la calle 170 #55ª - 77, en las instalaciones del Car wash 170 Autolavado Express, en la ciudad de Bogotá - Cundinamarca; para su ubicación geográfica se presentan las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 1: *Ubicación geográfica del pozo profundo.*

UBICACIÓN GEOGRÁFICA POZO PROFUNDO CASA FISCAL			
TIPO DE CAPTACIÓN	**COORDENADAS GEOGRÁFICAS**		**ALTURA (m.s.n.m.)**
	N	**W**	
Pozo profundo	04°45'10,26"	74°03'22.69"	2.561

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Imagen 1: *Ubicación geográfica pozo profundo Car wash 170 Autolavado Express.*



Fuente: (Google Earth, 2021)

2. CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO

En la siguiente tabla se pueden observar los datos correspondientes a las características del pozo profundo ubicado en el Car wash 170 Autolavado Express, en la ciudad de Bogotá - Cundinamarca, identificados por el personal encargado de la ejecución de la prueba de bombeo a caudal constante.

Tabla 2: *Características del pozo profundo.*

CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO	
Profundidad del Pozo profundo:	80 metros Aprox.
Profundidad de la bomba:	64 metros
Revestimiento del Pozo profundo:	PVC de 4"
Tubería de Succión:	PVC de 1"
Bomba utilizada:	Bomba centrifuga,Serie 4RS Marca Pedrollo.
Acuífero:	Semiconfinado
Profundidad del nivel estático:	19,43 metros
Duración de la fase de bombeo:	2 Horas 20 Min.
Profundidad de nivel dinámico:	65,30 metros
Duración de la fase de recuperación	240 minutos – 4 horas
Nivel de abatimiento:	45,87 metros

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO

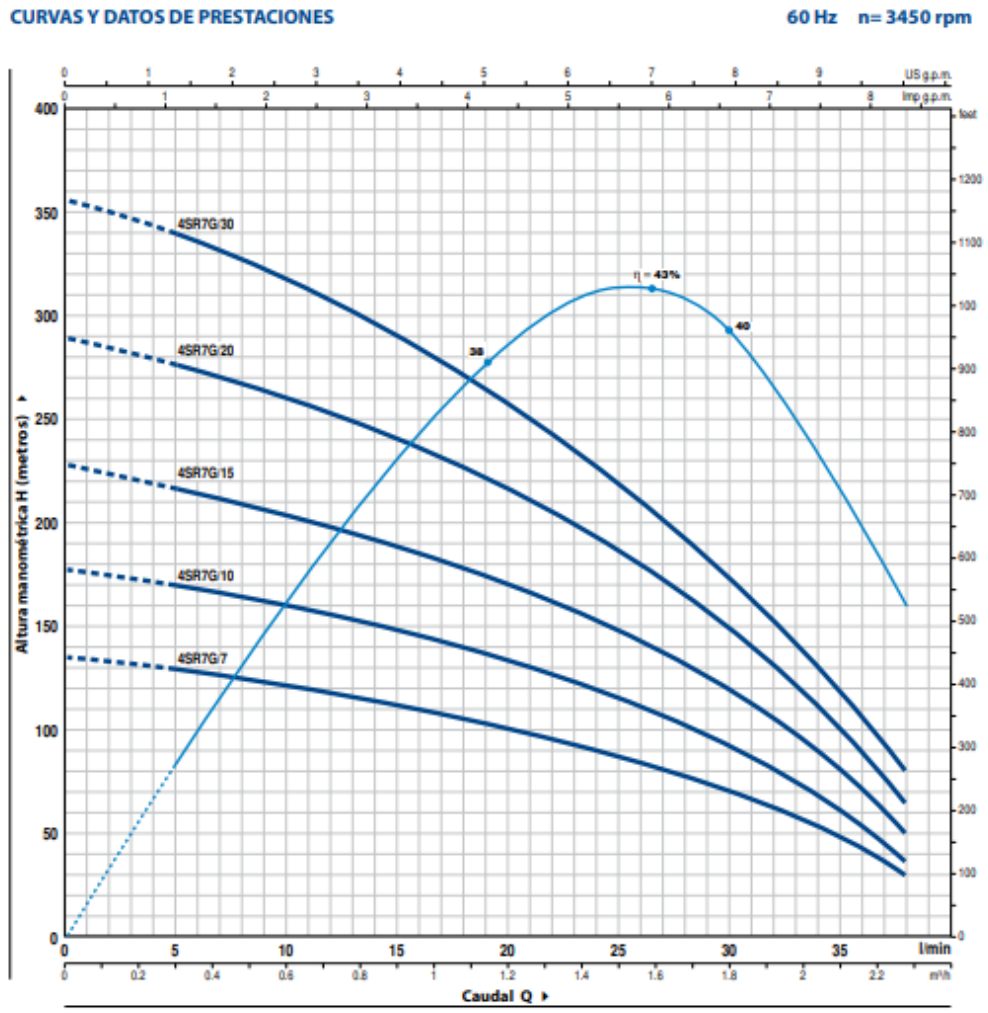
Para realizar la extracción de agua cruda proveniente del pozo profundo, el Car wash 170 Autolavado Express, cuenta con una bomba centrifuga monofásica con las siguientes características:

Tabla 3: *Características del sistema de bombeo del pozo profundo.*

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE BOMBEO DEL POZO PROFUNDO	
	• **MARCA:** PEDROLLO • **REFERENCIA:** 4SR • **VOLTAJE:** 220 V • **HP: 1** • **BUJE DE EJE:** Acero Inoxidable AISI 316. • **MOTOR:** Eléctrico, monofásica de 220V, 154 PSI, 8,1 AMP, Impulsores flotantes en Lexan multi etapas, Motor en baño de aceite y trabajo continuo por 24 horas. **APLICACIONES:** Abastecimiento de agua, sistemas anti incendio, sistemas de lavado, sistemas de presión, irrigación.

Fuente: (PEDROLLO, 2021)

Imagen 2: *Curvas características del sistema de bombeo.*



MODELO		POTENCIA (P2)		Q m³/h	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3
Monofásica	Trifásica	kW	HP	Q l/min	0	5	10	15	20	25	30	35	38
4SR7Gm/7	4SR7G/7	0.55	0.75		134	129	120	111	101	87	71.5	48.5	30
4SR7Gm/10	4SR7G/10	0.75	1		176	170	158.5	147.5	134	115.5	93	61	36
4SR7Gm/15	4SR7G/15	1.1	1.5	H metros	228	216	202.5	189	170.5	149	120	80	50
4SR7Gm/20	4SR7G/20	1.5	2		289	277	260.5	240.5	216	185.5	149	100.5	64
4SR7Gm/30	4SR7G/30	2.2	3		355	340	320	290	257	220	172	120	80

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Fuente: (PEDROLLO, 2021)

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1.Descripción de actividades

La ejecución e interpretación de la prueba de bombeo a caudal constante realizada al pozo profundo ubicado en el *Car wash 170 Autolavado Express,* en la ciudad de Bogotá, el día 30 de noviembre del 2021, fue desarrollada por profesionales competentes y equipos idóneos para esta labor de la siguiente manera:

- Se realiza una inspección previa al sitio de trabajo, en la cual se revisa el sistema de bombeo y se identifica el pozo profundo para determinar cuáles son los equipos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

- Se despeja el área de trabajo, retirando cualquier elemento que pueda obstruir el desarrollo de la prueba de bombeo.

- El personal encargado de esta labor procede a usar los elementos de protección pertinentes para la ejecución de las actividades como casco de seguridad, botas de seguridad, gorro tipo chavo, tapabocas y guantes.

- Por medio de una cinta métrica se procede a medir la altura de la placa de nivelación. (10 centímetros).

- Utilizando el GPS, se identifica la ubicación geográfica del pozo profundo, el cual presenta las siguientes coordenadas geográficas: N: 04°45'10.26" y W: 73°03'22.69"; cota 2.561 m.s.n.m.

- Se instaló tubería eléctrica de ½ ", para facilitar el descenso de la sonda piezométrica y de esta manera registrar las mediciones.

- Se realiza la medición del nivel de profundidad estático del pozo profundo por medio de la sonda piezométrica antes de iniciar la prueba de bombeo dando como resultado 19,43 metros.

- Se procede a iniciar la prueba de bombeo a caudal constante en diferentes intervalos de tiempo sin parar el bombeo hasta llegar a los 127 minutos, tiempo en el cual se completó la prueba de bombeo. La prueba de bombeo se realiza hasta dicho tiempo debido a que no se puede continuar bombeando con el pozo desocupado.

- Antes de finalizar la prueba de bombeo se realiza el aforo volumétrico con intervalos de tiempo, utilizando para ello un recipiente de 12 litros y un cronómetro, para determinar el caudal de bombeo.

- Al terminar la etapa de bombeo, se inicia con la etapa o prueba de recuperación con la electrobomba apagada, es decir, que el pozo vuelve a recuperar su nivel inicial o estático estando en reposo durante 240 minutos (4 horas).

- Una vez terminada la prueba de bombeo a caudal constante en su etapa de bombeo como su etapa de recuperación, se procede a retirar los equipos dejando el lugar de trabajo limpio y en orden.

- Por último, se procede incluir una llave que permitirá la toma de muestras de agua directamente del pozo.

- Una vez recolectados los datos de campo, se procede a digitalizar y procesar la información en la oficina por medio del software Aquifert Test Pro e interpretados por el personal encargado.

4.2.Equipos, materiales y herramientas

Durante la ejecución de la prueba de bombeo realizada al pozo profundo ubicado en Car wash 170 Autolavado Express, se utilizaron los siguientes equipos, materiales y herramientas:

Tabla 4: *Equipos, materiales y herramientas*

EQUIPOS, MATERIALES Y HERRAMIENTAS	
Sonda piezométrica	Llaves para tubo
Caja de herramientas	Sillas
Balde de 12 Litros	Carpas
GPS	Tubería eléctrica de ½ "
Accesorios en PVC	Cinta métrica
Cronómetro	Formatos del Banco Nacional de datos hidrogeológicos

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

4.3.Elementos de protección personal

Durante la ejecución de la prueba de bombeo realizada al pozo profundo ubicado en la Calle 170 #55ª - 77 Car wash 170 Autolavado Express, el personal encargado de la actividad utilizó los siguientes elementos de protección personal:

Tabla 5: *Elementos de protección personal.*

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Casco de seguridad	Botas de seguridad
Guantes	Gorro tipo chavo
Tapabocas	

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

5. ANÁLISIS DE DATOS PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

Por medio del software Aquifert Test Pro versión 2015.1, especializado para el procesamiento de estos, se realizó el análisis de la información recolectada en campo para determinar el comportamiento hidrológico del pozo profundo.

5.1.Datos obtenidos en campo durante la etapa de bombeo

En la etapa de bombeo se realizaron treinta y cuatro (34) mediciones del nivel de profundidad y descensos a un caudal (Q) constante, en la siguiente tabla se describen los intervalos de tiempo utilizados, la hora en que se realizó la medición y el descenso que presentó el pozo profundo.

Tabla 6: *Datos de prueba de bombeo a caudal constante recolectados en campo.*

DATOS DE BOMBEO CAUDAL CONSTANTE		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0,0	8:00:00 AM	19,43
0,5	8:00:30 a. m.	23,99
1,0	8:01:00 a. m.	26,40
1,5	8:01:30 a. m.	28,76
2,0	8:02:00 a. m.	30,40
2,5	8:02:30 a. m.	32,34
3,0	8:03:00 a. m.	33,60
3,5	8:03:30 a. m.	35,10
4,0	8:04:00 a. m.	37,00
4,5	8:04:30 a. m.	37,70
5,0	8:05:00 a. m.	38,25
6,0	8:06:00 a. m.	39,05
7,0	8:07:00 a. m.	40,02
8,0	8:08:00 a. m.	42,15
9,0	8:09:00 a. m.	44,10
10,0	8:10:00 a. m.	46,18
12,0	8:12:00 a. m.	48,20
14,0	8:14:00 a. m.	52,30
16,0	8:16:00 a. m.	54,10
18,0	8:18:00 a. m.	55,20
20,0	8:20:00 a. m.	56,12
25,0	8:25:00 a. m.	57,15
30,0	8:30:00 a. m.	58,20
35,0	8:35:00 a. m.	59,12
40,0	8:40:00 a. m.	60,20
45,0	8:45:00 a. m.	60,81
50,0	8:50:00 a. m.	61,20

60,0	9:00:00 a. m.	61,90
70,0	9:10:00 a. m.	62,40
80,0	9:20:00 a. m.	63,10
90,0	9:30:00 a. m.	63,95
100,0	9:40:00 a. m.	64,12
120,0	10:00:00 a. m.	64,90
140,0	10:20:00 a. m.	65,30

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el pozo profundo descendió 65,30 metros (m) durante un total de 140 minutos de bombeo de agua con un caudal constante 0.87 l/s, por una tubería de succión en PVC de 1".

Cálculo de caudal (Q)

Para la determinación del caudal (Q) de salida durante la prueba de bombeo constante, se aplicó el método de aforo volumétrico realizado directamente desde la fuente, mediante el uso de un recipiente de 12 litros, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7: *Cálculo de caudal tubería de 1".*

N° AFORO	TUBERÍA SALIDA	TIEMPO DE LLENADO (S)
1	**1" PVC**	13.67
2		13.57
3		13.84
Promedio:		**13.67 Segundos**

Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Formula caudal: $Q = \frac{V}{T}$

$$Q = \frac{12\ Litros}{13{,}67\ segundos}$$

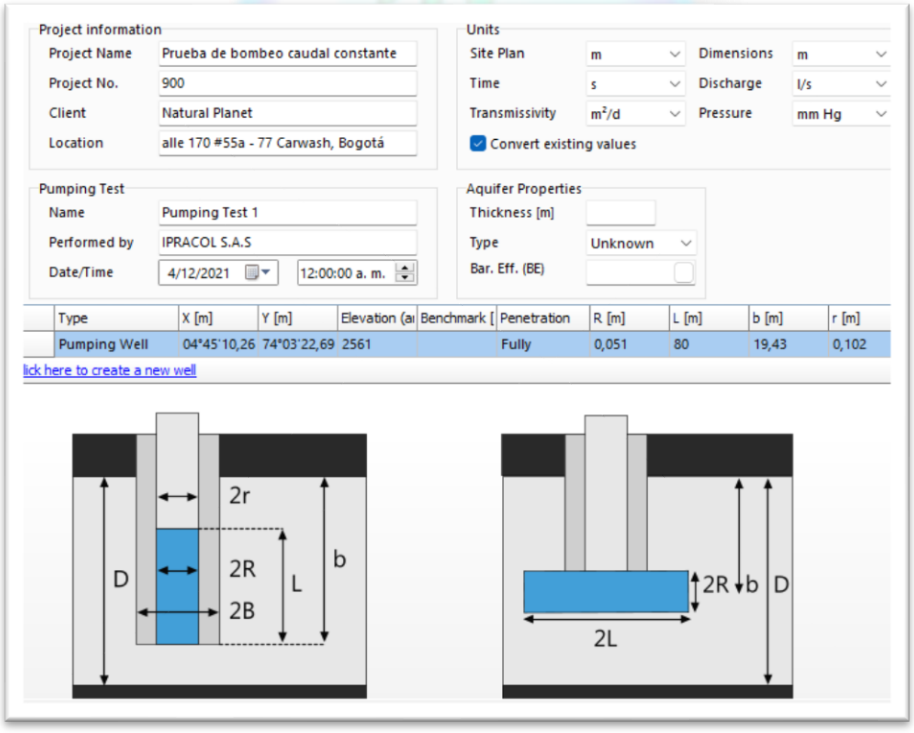
$$Q = 0{,}87\ L/s.$$

5.2.Sistematización de la información

A continuación, se presenta la digitalización y el procesamiento de los datos obtenidos en campo que son necesarios para adelantar el cálculo e interpretación de las variables hidráulicas mediante el software Aquifer Test Pro versión 2015.1.

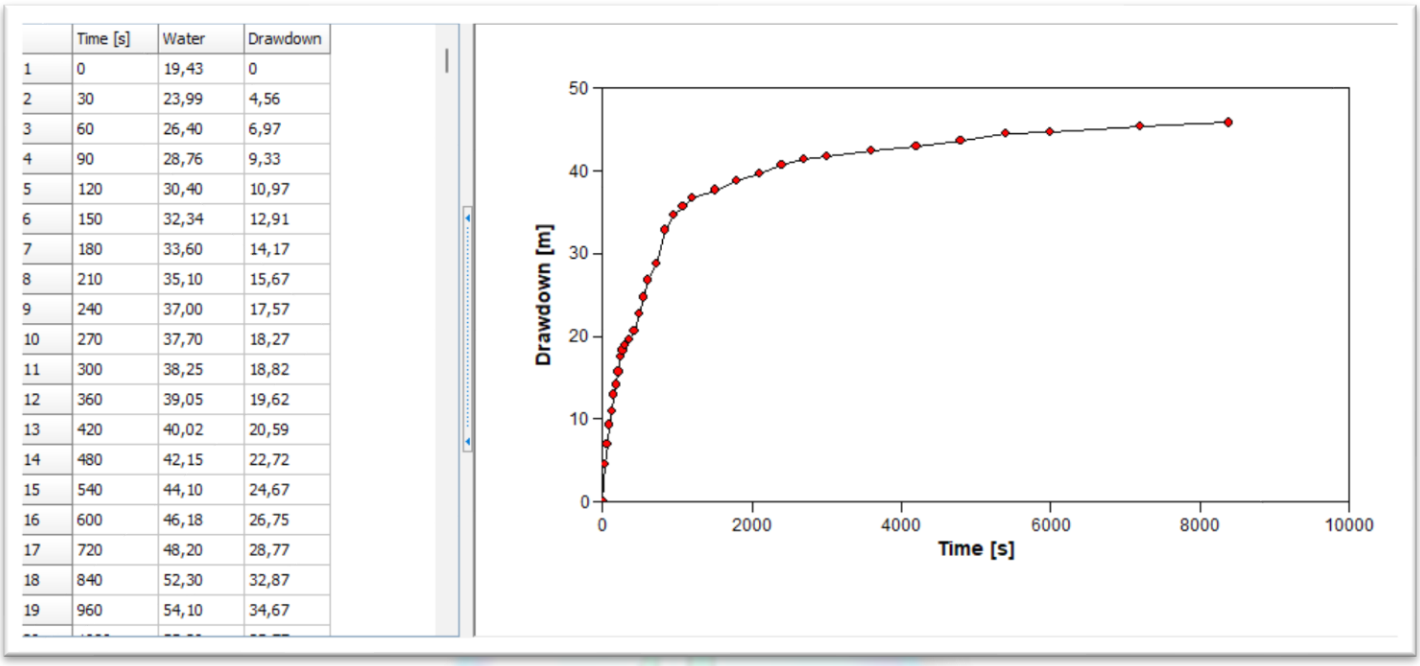
Imagen 3: *Datos de entrada durante el bombeo a caudal constante.*

}



Fuente: (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Imagen 4: *Curva de datos y generación grafica de bombeo*



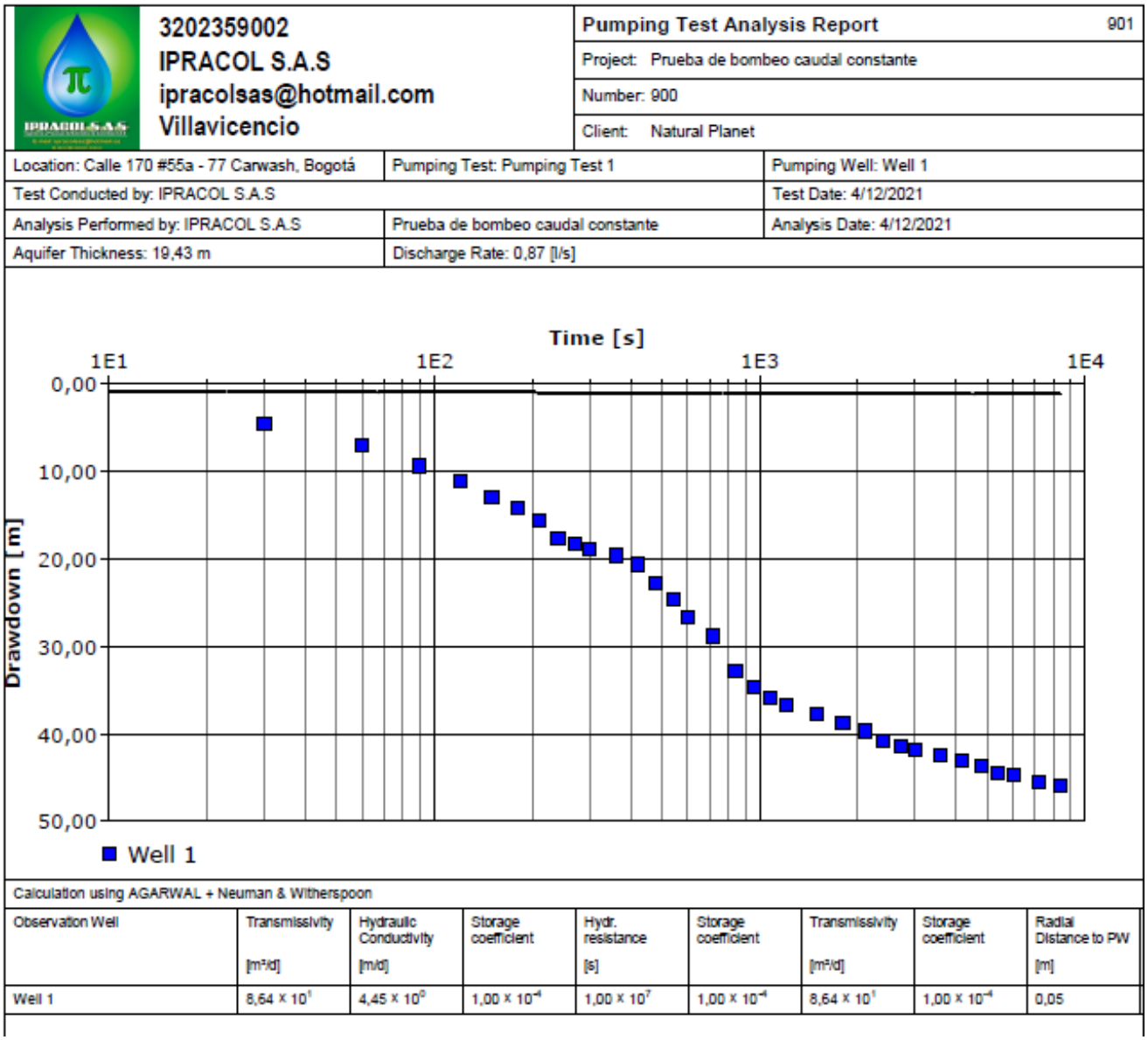
	Time [s]	Water	Drawdown
1	0	19,43	0
2	30	23,99	4,56
3	60	26,40	6,97
4	90	28,76	9,33
5	120	30,40	10,97
6	150	32,34	12,91
7	180	33,60	14,17
8	210	35,10	15,67
9	240	37,00	17,57
10	270	37,70	18,27
11	300	38,25	18,82
12	360	39,05	19,62
13	420	40,02	20,59
14	480	42,15	22,72
15	540	44,10	24,67
16	600	46,18	26,75
17	720	48,20	28,77
18	840	52,30	32,87
19	960	54,10	34,67

Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

6. PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

Mediante la aplicación del software Aquifer Test Pro versión 2015.1 y los datos recolectados en campo se pueden determinar los parámetros hidrogeológicos correspondientes a: Transmisividad (T), Conductividad hidráulica y Coeficiente de almacenamiento del acuífero (S); de igual manera brindar una mayor comprensión de los cálculos generados referentes al comportamiento del pozo profundo obteniendo los siguientes resultados:

Imagen 5: *Transmisividad, Conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento y radio de influencia del Pozo profundo.*



3202359002
IPRACOL S.A.S
ipracolsas@hotmail.com
Villavicencio

Pumping Test Analysis Report 901

Project: Prueba de bombeo caudal constante
Number: 900
Client: Natural Planet

Location: Calle 170 #55a - 77 Carwash, Bogotá	Pumping Test: Pumping Test 1	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by: IPRACOL S.A.S		Test Date: 4/12/2021
Analysis Performed by: IPRACOL S.A.S	Prueba de bombeo caudal constante	Analysis Date: 4/12/2021
Aquifer Thickness: 19,43 m	Discharge Rate: 0,87 [l/s]	

Calculation using AGARWAL + Neuman & Witherspoon

Observation Well	Transmissivity [m²/d]	Hydraulic Conductivity [m/d]	Storage coefficient	Hydr. resistance [s]	Storage coefficient	Transmissivity [m²/d]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]
Well 1	$8{,}64 \times 10^{1}$	$4{,}45 \times 10^{0}$	$1{,}00 \times 10^{-4}$	$1{,}00 \times 10^{7}$	$1{,}00 \times 10^{-4}$	$8{,}64 \times 10^{1}$	$1{,}00 \times 10^{-4}$	0,05

Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Como se puede observar en la gráfica anterior, la tendencia de la curva es descendente hasta alcanzar el punto de estabilización, con una pendiente media, con un cambio notable en los primeros minutos ya que se está liberando el agua almacenada en el pozo profundo.

Imagen 6: *Duración de etapa de bombeo a caudal constante del pozo profundo.*

3202359002
IPRACOL S.A.S
ipracolsas@hotmail.com
Villavicencio

Pumping Test - Water Level Data Page 1 of 1

Project: Prueba de bombeo caudal constante
Number: 900
Client: Natural Planet

Location: Calle 170 #55a - 77 Carwash, Bogotá	Pumping Test: Pumping Test 1	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by: IPRACOL S.A.S	Test Date: 4/12/2021	Discharge Rate: 0,87 [l/s]
Observation Well: Well 1	Static Water Level [m]: 19,43	Radial Distance to PW [m]: -

	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	19,43	0,00
2	30	23,99	4,56
3	60	26,40	6,97
4	90	28,76	9,33
5	120	30,40	10,97
6	150	32,34	12,91
7	180	33,60	14,17
8	210	35,10	15,67
9	240	37,00	17,57
10	270	37,70	18,27
11	300	38,25	18,82
12	360	39,05	19,62
13	420	40,02	20,59
14	480	42,15	22,72
15	540	44,10	24,67
16	600	46,18	26,75
17	720	48,20	28,77
18	840	52,30	32,87
19	960	54,10	34,67
20	1080	55,20	35,77
21	1200	56,12	36,69
22	1500	57,15	37,72
23	1800	58,20	38,77
24	2100	59,12	39,69
25	2400	60,20	40,77
26	2700	60,81	41,38
27	3000	61,20	41,77
28	3600	61,90	42,47
29	4200	62,40	42,97
30	4800	63,10	43,67
31	5400	63,95	44,52
32	6000	64,12	44,69
33	7200	64,90	45,47
34	8400	65,30	45,87

Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

6.1.Transmisividad

La transmisividad es el volumen de agua que atraviesa una banda de ancho unitario del pozo profundo en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro, es representativa de la capacidad que tiene el aljibe o pozo profundo para ceder agua. A continuación, se presentan los valores típicos de transmisividad.

Transmisividad (T) calculada es de **8,64 X 10^1 m^2/día.** (ver imagen 5)

Tabla 8: *Valores de transmisividad*

T (M^2/DÍA)	CALIFICACIÓN ESTIMADA	POSIBILIDADES DEL ACUÍFERO
T < 10	Muy baja	Menos de 1 L/s con 10 metros de depresión
10 < T < 100	Baja	Entre 1 y 10 L/s con 10 metros de depresión
100 < T < 500	Media a alta	Entre 10 y 50 L/s con 10 metros de depresión
500 < T < 1000	Alta	Entre 50 y 100 L/s con 10 metros de depresión
T < 1000	Muy alta	Mas de 100 L/s con 10 metros de depresión

Fuente: (Villarroya, 2009)

Según el dato obtenido dado por el software especializado con valor de *T:* **8,64 X 10^1 m^2/día**, y al compararlo con la tabla de clasificación de los valores de Transmisividad el pozo profundo en estudio tiene una calificación estimada baja ya que se encuentra entre el rango de 10 < T < 100 lo que corresponde a aljibes o pozos profundos entre 1 y 10 l/s con 10 metros de depresión, lo que nos indica que no es recomendable extraer más de 10 l/s de este.

6.2.Coeficiente de almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento es el volumen de agua que es capaz de liberar un acuífero de acuerdo con la base unitaria y la altura del espesor saturado, cuando el potencial hidráulico varia la unidad. Es un parámetro adimensional. Los valores que presenta los acuíferos confinados perfectos son mucho más bajos que en los semiconfinados.

Los valores típicos serían éstos:

Acuíferos libres= 0,3 a 0,01 (3×10^{-1} a 1×10^{-2})

Acuíferos semiconfinados= 1×10^{-3} a 1×10^{-4}

Acuíferos confinados= 1×10^{-4} a 1×10^{-5}

Con base a lo anterior y de acuerdo con los resultados obtenidos del pozo profundo del Car wash 170 Autolavado Express, cuyo coeficiente de almacenamiento (S) corresponde a **1,00 X 10^{-4} m/d.** (ver imagen 5), se puede determinar que el pozo profundo muestreado pertenece a un ACUÍFERO SEMICONFINADO.

6.3.Conductividad hidráulica

La conductividad hidráulica es la facilidad con la que el agua se mueve a través de espacios y fracturas porosos en el suelo o rocas, sujeta a un gradiente hidráulico, condicionado por el nivel de saturación y la permeabilidad del material.

Imagen 7*: Clases de conductividad hidráulica.*

CLASE	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA	
	cm/h	m/día
Muy lenta	0.1	0.03
Lenta	0.1-0.5	0.03-0.12
Moderadamente lenta	0.5-2	0.12-0.50
Moderada	2.0-6.0	0.50-1.50
Moderadamente rápida	6.0-12.0	1.50-3.00
Rápida	12.0-18.0	3.00-4.50
Muy rápida	>18.0	>4.50

Fuente: (Ortiz., 2012)

De acuerdo con los resultados encontrados y analizados por el software Aquifer Test Pro versión 2015.1, la conductividad hidráulica del pozo profundo es **4,45 x 10^0 m/d.** (Ver imagen 5) lo que nos indica según la imagen anterior, que es un pozo profundo de clase muy rápida, aunque su recarga en su totalidad es un poco lenta, puesto que debido a la profundidad del pozo profundo (80 metros aprox).

6.4.Radio de influencia

El radio de influencia corresponde a la distancia que hay desde el centro del pozo profundo hasta el límite del cono de abatimiento. Este radio depende de los parámetros hidráulicos de los acuíferos (T y S), del caudal y del tiempo de bombeo del pozo profundo.

Este radio es mayor en los conos de abatimiento que rodean al pozo profundo que captan acuíferos confinados y menor en los que captan acuíferos libres.

De acuerdo con los resultados analizados, el radio de influencia del pozo profundo es de **0,05 metros.** (Ver imagen 5).

6.5.Capacidad específica

La capacidad especifica es la relación que existe entre el caudal que se obtiene de un aljibe o pozo profundo y el abatimiento producido, se expresa en unidades de caudal por longitud, [L3/T/L]. Este valor es constante para acuíferos confinados y variables para los acuíferos libres; es un término que representa el grado de eficiencia de un aljibe o pozo profundo ya que, de dos pozos profundos o pozos perforados en una misma formación acuífera, el de menor capacidad específica tendrá menos eficiencia.

Se tienen los siguientes valores para determinar capacidad específica del pozo profundo

- **Caudal promedio de la prueba (Q):** 0,87 L/s.
- **Abatimiento**: 45,87 metros

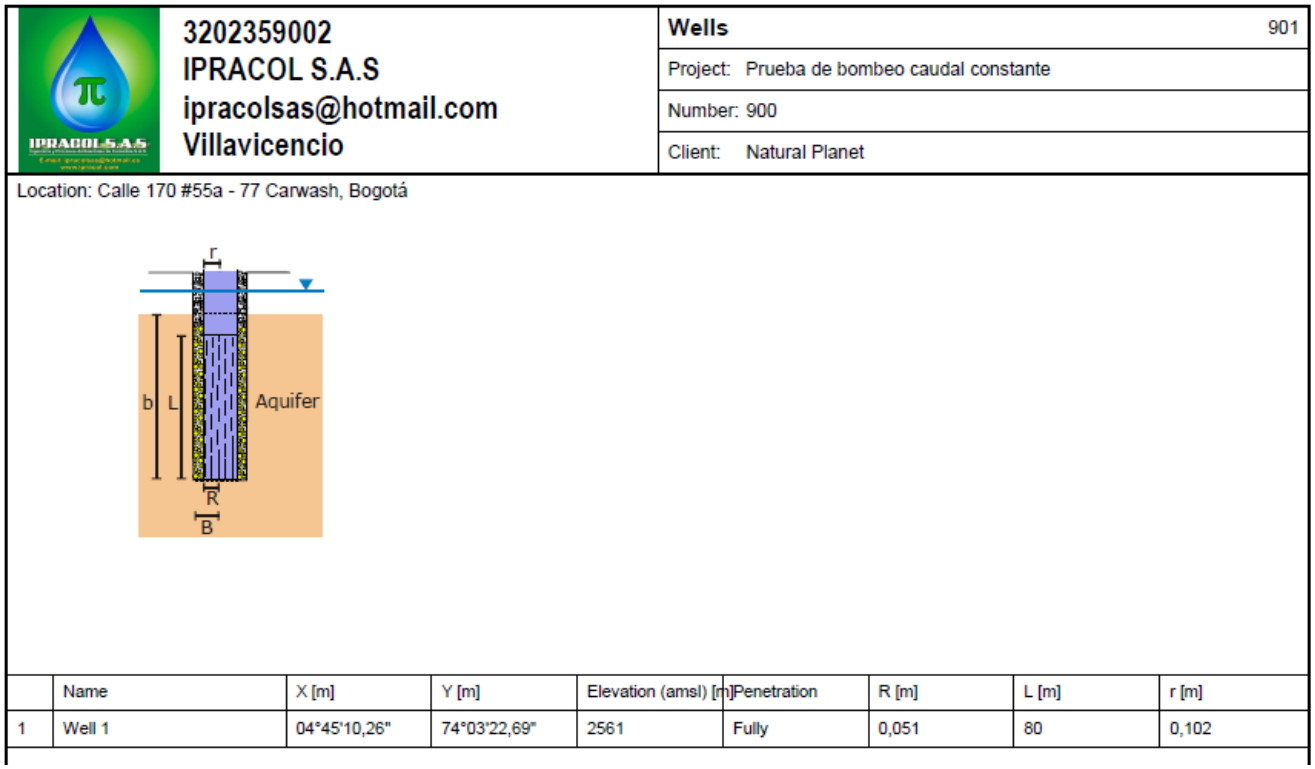
Formula capacidad especifica: $\boldsymbol{\frac{Q}{S}}$

Capacidad especifica:

$$\frac{Q}{S} = \frac{0.87\ l/s}{45{,}87\ \ metros} = 0{,}019\ {}^{L/s}/_{m}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos la capacidad específica del pozo profundo es de **0,019** $^{L/s}/_{m}$.

Imagen 8: *Representación gráfica del pozo profundo generada por el software Aquifert Test Pro-Prueba de bombeo Constante*



	Name	X [m]	Y [m]	Elevation (amsl) [m]	Penetration	R [m]	L [m]	r [m]
1	Well 1	04°45'10,26"	74°03'22,69"	2561	Fully	0,051	80	0,102

Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

7. ANÁLISIS DE DATOS ETAPA DE RECUPERACIÓN PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

7.1.Datos obtenidos en campo en la etapa de recuperación

Posteriormente de la etapa de bombeo se continua con la etapa de recuperación en la cual se monitoreo el pozo profundo durante cuatro (4) horas, tiempo que tardo el pozo profundo en recuperar el 98% del nivel estático inicial del acuífero. En la siguiente tabla se describen los intervalos de tiempo utilizados, la hora en que se realizó la medida y la recuperación que presentó el pozo profundo.

Tabla 9: *Datos de campo en la etapa de recuperación. (Prueba de bombeo).*

DATOS DE RECUPERACION		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0,0	10:20:00 AM	65,30
0,5	10:20:30 AM	63,50
1,0	10:21:00 AM	62,90
1,5	10:21:30 AM	62,10
2,0	10:22:00 AM	61,40
2,5	10:22:30 AM	60,70
3,0	10:23:00 AM	60,30
3,5	10:23:30 AM	59,10
4,0	10:24:00 AM	58,40
4,5	10:24:30 AM	57,97
5,0	10:25:00 AM	57,40
6,0	10:26:00 AM	56,15
7,0	10:27:00 AM	55,13
8,0	10:28:00 AM	53,92

9,0	10:29:00 AM	52,92
10,0	10:30:00 AM	52,01
12,0	10:32:00 AM	50,30
14,0	10:34:00 AM	48,93
16,0	10:36:00 AM	47,70
18,0	10:38:00 AM	46,43
20,0	10:40:00 AM	45,50
25,0	10:45:00 AM	43,50
30,0	10:50:00 AM	41,71
35,0	10:55:00 AM	39,90
40,0	11:00:00 AM	38,50
45,0	11:05:00 AM	36,67
50,0	11:10:00 AM	35,73
60,0	11:20:00 AM	34,64
70,0	11:30:00 AM	33,55
80,0	11:40:00 AM	32,42
90,0	11:50:00 AM	31,66
100,0	12:00:00 PM	30,70
120,0	12:20:00 PM	29,43
140,0	12:40:00 PM	28,23
160,0	1:00:00 PM	27,15
180,0	1:20:00 PM	26,45
210,0	1:50:00 PM	25,88
240,0	2:20:00 PM	24,62

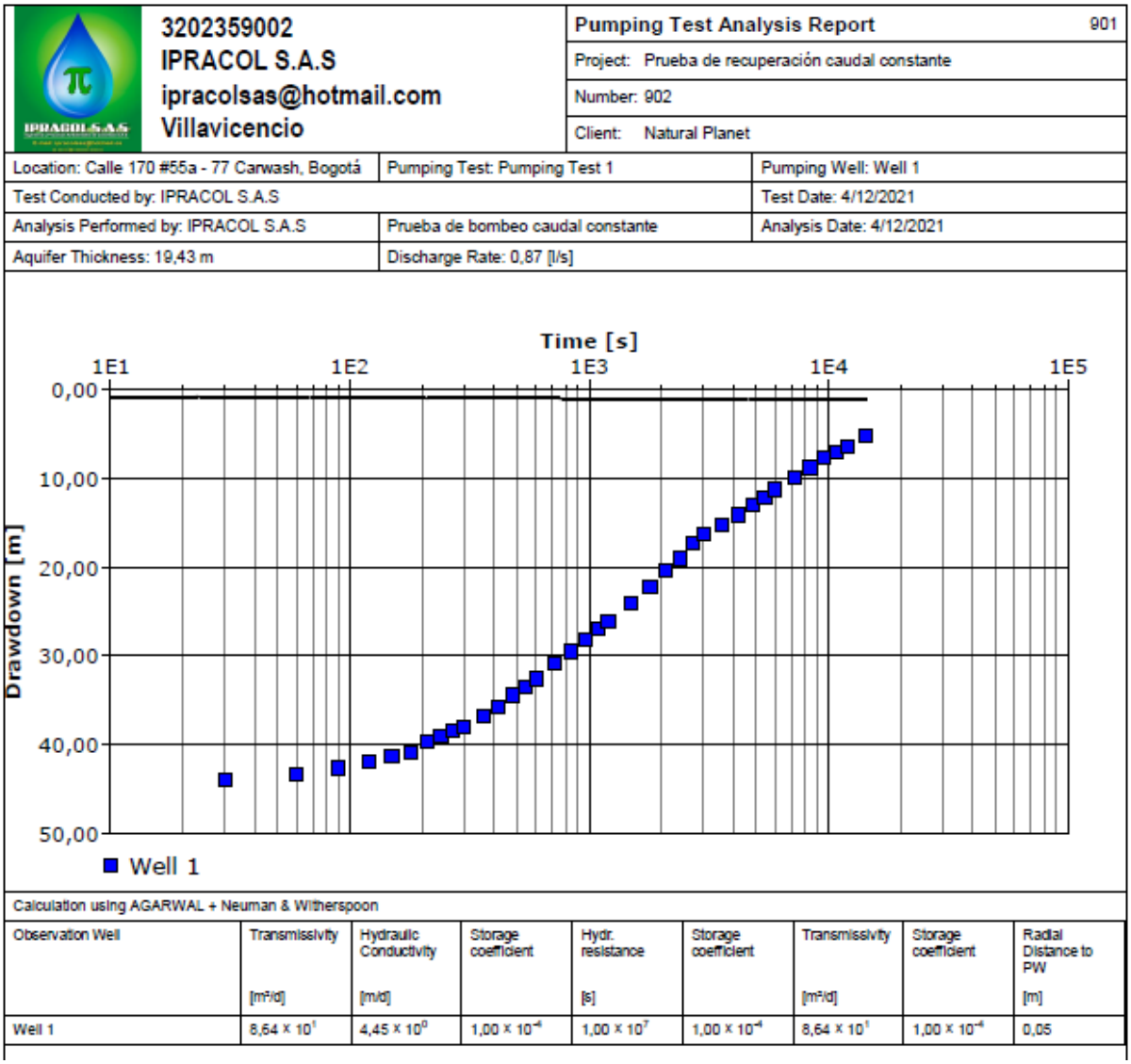
Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Como se puede verificar en la tabla anterior el tiempo total de recuperación y el tiempo que tardo el pozo profundo en llegar al 98% del nivel de estabilidad del agua dentro del pozo profundo fue de 1200 minutos equivalentes a veinte horas.

Para la prueba de recuperación los datos analizados corresponden a los datos obtenidos en campo, e ingresados al software Aquifert Test Pro versión 2015.1 especializado para

determinar parámetros hidrológicos de una fuente de agua subterránea, como se puede observar en los siguientes gráficos:

Imagen 9: *Gráfica representativa de la etapa de recuperación de la prueba de bombeo.*



Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Imagen 10: *Tiempo de recuperación del pozo profundo.*

3202359002
IPRACOL S.A.S
ipracolsas@hotmail.com
Villavicencio

Pumping Test - Water Level Data Page 1 of 1

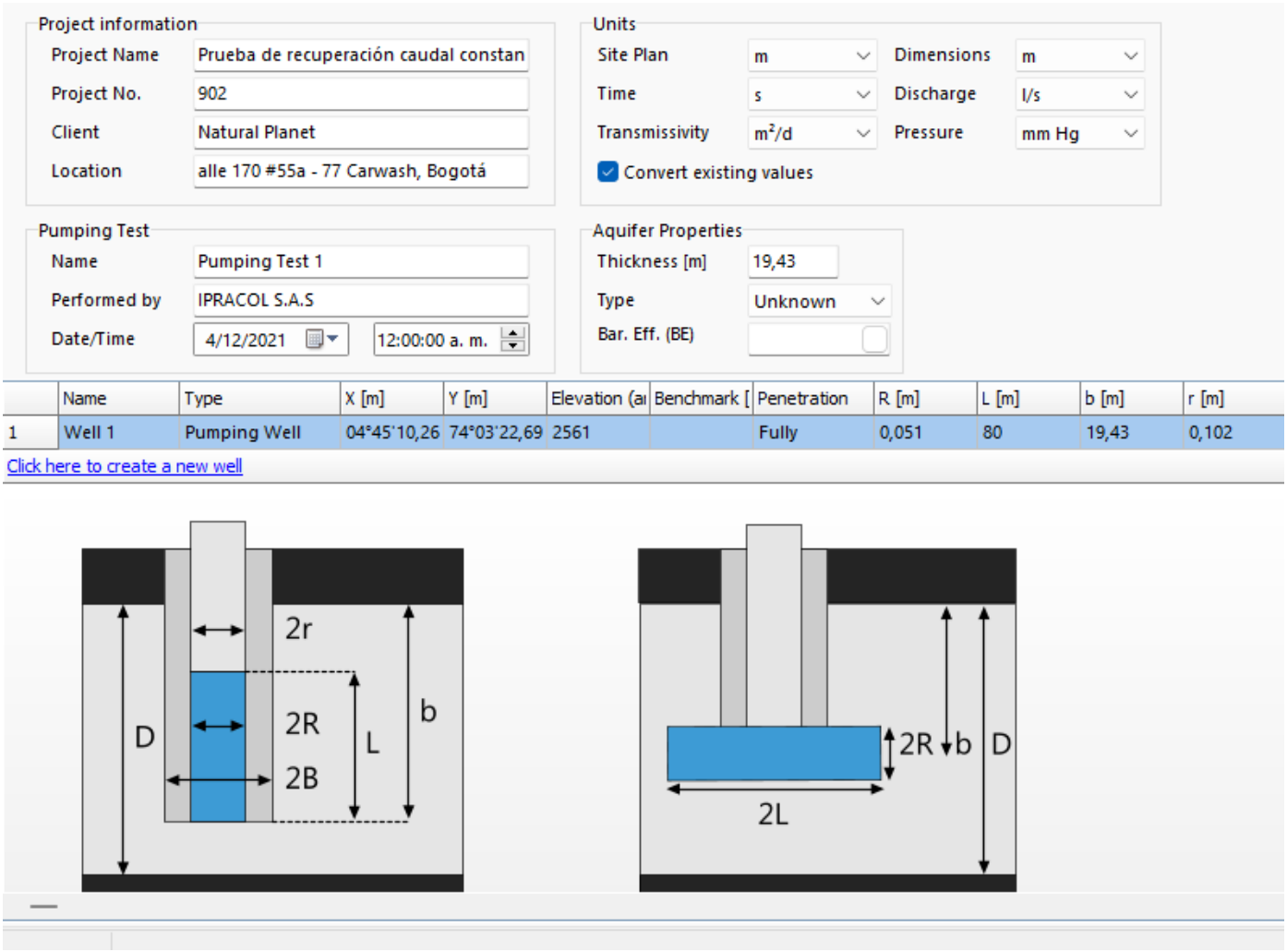
Project: Prueba de recuperación caudal constante
Number: 902
Client: Natural Planet

Location: Calle 170 #55a - 77 Carwash, Bogota	Pumping Test: Pumping Test 1	Pumping Well: Well 1
Test Conducted by: IPRACOL S.A.S	Test Date: 4/12/2021	Discharge Rate: 0,87 [l/s]
Observation Well: Well 1	Static Water Level [m]: 19,43	Radial Distance to PW [m]: -

	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	65,30	45,87
2	30	63,50	44,07
3	60	62,90	43,47
4	90	62,10	42,67
5	120	61,40	41,97
6	150	60,70	41,27
7	180	60,30	40,87
8	210	59,10	39,67
9	240	58,40	38,97
10	270	57,97	38,54
11	300	57,40	37,97
12	360	56,15	36,72
13	420	55,13	35,70
14	480	53,92	34,49
15	540	52,92	33,49
16	600	52,01	32,58
17	720	50,30	30,87
18	840	48,93	29,50
19	960	47,70	28,27
20	1080	46,43	27,00
21	1200	45,50	26,07
22	1500	43,50	24,07
23	1800	41,71	22,28
24	2100	39,90	20,47
25	2400	38,50	19,07
26	2700	36,67	17,24
27	3000	35,73	16,30
28	3600	34,64	15,21
29	4200	33,55	14,12
30	4800	32,42	12,99
31	5400	31,66	12,23
32	6000	30,70	11,27
33	7200	29,43	10,00
34	8400	28,23	8,80
35	9600	27,15	7,72
36	10800	26,45	7,02
37	12000	25,88	6,45
38	14400	24,62	5,19

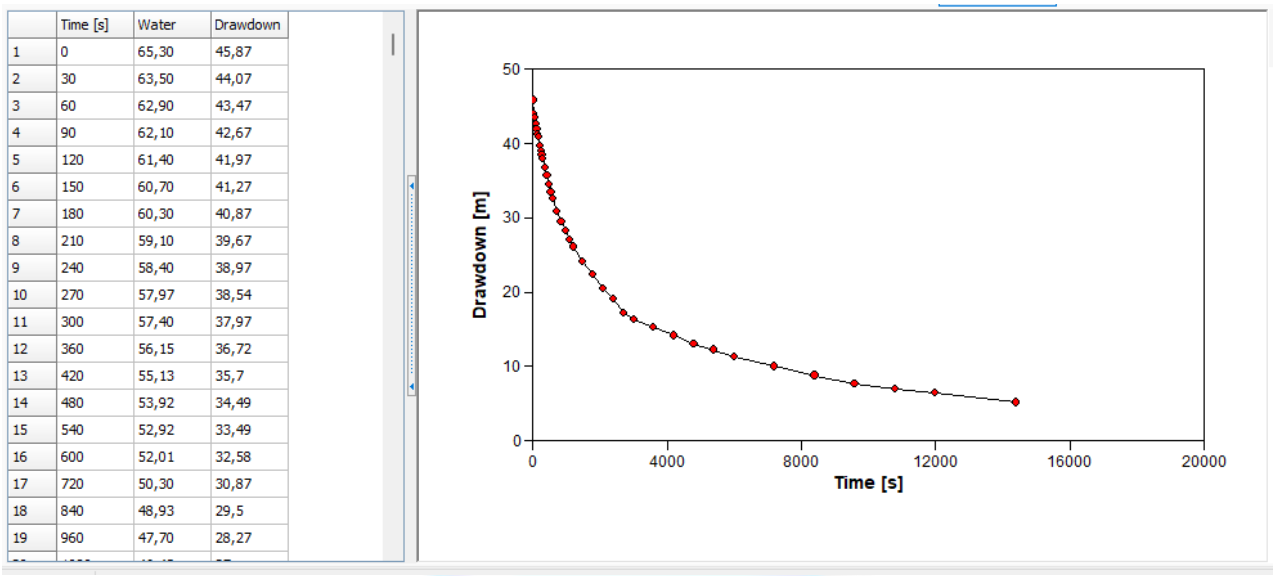
Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Imagen 11: *Datos de salida durante la fase de recuperación del pozo profundo.*



Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Imagen 12: *Curva de abatimiento vs tiempo de etapa de recuperación del pozo profundo.*



	Time [s]	Water	Drawdown
1	0	65,30	45,87
2	30	63,50	44,07
3	60	62,90	43,47
4	90	62,10	42,67
5	120	61,40	41,97
6	150	60,70	41,27
7	180	60,30	40,87
8	210	59,10	39,67
9	240	58,40	38,97
10	270	57,97	38,54
11	300	57,40	37,97
12	360	56,15	36,72
13	420	55,13	35,7
14	480	53,92	34,49
15	540	52,92	33,49
16	600	52,01	32,58
17	720	50,30	30,87
18	840	48,93	29,5
19	960	47,70	28,27

Fuente*:* (AQUIFER TEST PRO versión 2015.1, 2021)

Cuando se apaga la bomba el efecto sobre el acuífero es comparable con un segundo bombeo que inyecta agua sobre el acuífero. Como se observa en la gráfica representativa de recuperación del pozo profundo (imagen 8), la tendencia es inversamente proporcional de la etapa de bombeo; lo que confirma las características del acuífero con condiciones hidráulicas de media recarga, debido al descenso medio de los niveles en la respectiva etapa de bombeo y el tiempo de recuperación de este.

8. CARACTERÍSTICAS FINALES DEL POZO PROFUNDO EN LA PRUEBA DE BOMBEO Y RECUPERACIÓN A CAUDAL CONSTANTE

En la siguiente tabla se observan los principales parámetros hidrológicos determinados en el acuífero, durante la etapa de bombeo y la etapa de recuperación del pozo profundo ubicado en las instalaciones del Car wash 170 Autolavado Express, en la ciudad de Bogotá – Cundinamarca.

Tabla 10: *Características finales del pozo profundo.*

Fuente:

CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO	
Nivel estático:	19.43 metros
Nivel dinámico:	65.30 metros
Abatimiento:	45.87 metros
Caudal:	0,87 L/s
Tipo de acuífero:	Semiconfinados

(IPRACOL S.A.S, 2021)

9. CAUDAL RECOMENDADO PARA EXPLOTACIÓN

Los datos obtenidos en campo y los análisis de estos efectuados en el software Aquifert Test Pro versión 2015.1, nos indican que es un acuífero semiconfinado que posee características muy particulares como la transmisividad constante, puesto que según la tabla de valores de transmisibilidad el pozo profundo presenta una clasificación, también poseen poca permeabilidad; por lo tanto las posibilidades de generación de agua del acuífero se encuentra en un rango de aljibes o pozos profundos con un caudal entre 1 y 10 L/s, a partir de estos resultados se recomienda no sobrexplotar el caudal actual del acuífero localizado en el Constante Pozo Profundo del Car Wash 170 Autolavado Express, ciudada de Bogotá – Cundinamarca.

10. RECOMENDACIONES

- Con el sistema de bombeo actual, se recomienda bombear máximo por 1 hora y 45min, para evitar que el pozo profundo se seque y provoque daños en el sistema.

- Dejar recuperar o descansar el pozo durante aproximadamente 2 a 3 horas luego de bombear.

- Construir sello sanitario con placa de seguridad alrededor, esto evita la contaminación de las aguas del acuífero, así también protege la salubridad del mismo.

- Efectuar el mantenimiento del pozo profundo como mínimo cada año. Es importante que la operación y mantenimiento de este sea adecuado y eficiente para garantizar un suministro de agua confiable en cantidad y calidad.

- Realizar las pruebas de bombeo en los tiempos estipulados por la corporación ambiental competente.

- Mantener el área del pozo despejada.

- Realizar una revisión periódica al sistema de bombeo, para identificar fallas que puedan generar daños en el cableado o en la electrobomba, además adecuar las instalaciones para proteger el sistema eléctrico.

11. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1: *Registro de la ubicación del pozo profundo por medio del GPS*



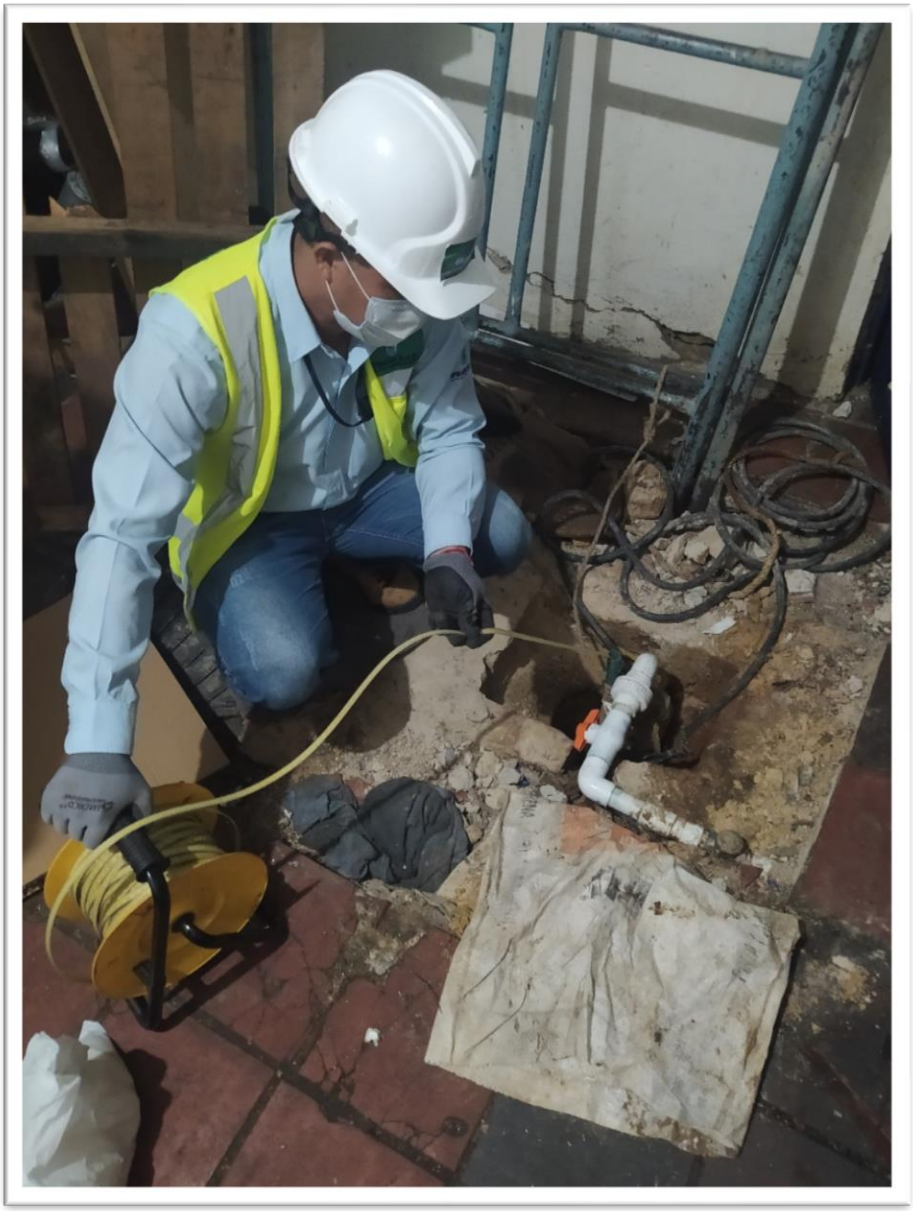
Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Fotografía 2: *Adecuación de tubería eléctrica para realizar las mediciones por medio de la sonda piezométrica.*



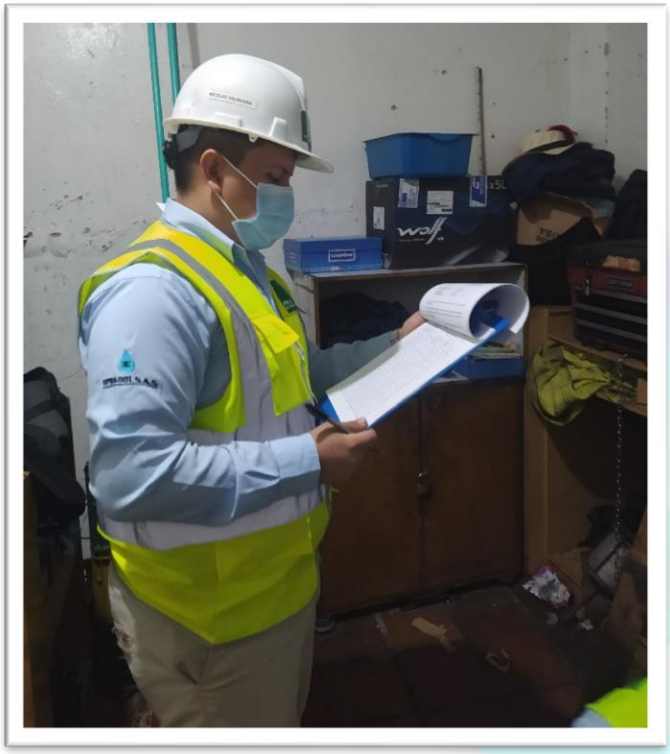
Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Fotografía 3: *Toma de medidas de los niveles de profundidad por medio de la sonda piezométrica.*



Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Fotografía 4: *Registro de datos en los formatos del Banco Nacional de datos hidrogeológicos para prueba de bombeo a caudal constante.*





Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

Fotografía 5: *Aforo volumétrico en recipiente de 12 litros.*



Fuente: (IPRACOL S.A.S, 2021)

12. ANEXOS

12.1. Formato del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos Prueba de Bombeo y Recuperación a Caudal Constante.

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C. Secretaría Distrital Ambiente

BANCO NACIONAL DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS

B.N.D.H.

PRUEBAS DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

INGEOMINAS

A. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1 FECHA (Año Mes Día): 2012 11 13

2 DILIGENCIADO POR: Miguel Angel (nombre) Marin (apellido)

3 FUENTE DE INFORMACION: [01] Constructor [02] Propietario [X] Recopilada en campo [04] Estudios anteriores [05] Reporte o Archivo

4 NOMBRE DEL INFORMANTE: _____ (nombre) _____ (apellido)

5 NOMBRE DEL PROYECTO: Prueba de Bombeo a Caudal Constante.

B. DATOS GENERALES

6 Número identificación del punto: N 04° 45' 10,26" W 74° 03' 22,69" 2.561 m.s.n.m

7 Nombre del sitio: Car Wash 170 Autolavado Express.

8 Otra identificación: _____

9 Asignada por: Natural Planet Foundation

10 Tipo de captación: [X] Pozo [02] Aljibe

C. INFORMACION DE LA PRUEBA

11 Fecha inicio prueba (Año Mes Día): 2012 11 13

12 Hora de inicio prueba (Hora Min): 08 10

13 Tipo prueba: [X] Caudal constante (Bombeo y recuperación)

Duración del bombeo (min): 127 min.

Duración recuperación (min): 240 min.

Caudal promedio (l/s): 0,87 l/s

14 Método de medida del caudal: [01] Baldeo [02] Reportado [03] Estimado [04] Venturímetro [05] Vertedero [06] Canaleta Parshall [X] Volumétrico [08] Cortador [09] Totalizador [10] Molinete [11] Trazador [12] Orificio [13] Tubo pitot

15 Equipo Utilizado: [01] Compresor [X] Bomba [03] Motobomba

16 Tipo de prueba (*): [01] Escalonada (Número de pasos) _____ [02] Caudal variable [03] Valvuleo [04] Slug Test [05] Otra _____

17 Compañía ejecutora: Ingeniería y Procesos Ambientales de Colombia S.A.S.

D. DATOS PRUEBA DE BOMBEO

18 Pozos de observación: [SI] [X]

19 Cuantos: _____

Nombre del punto o Número de identificación del punto	Distancia al pozo de bombeo

E. OBSERVACIONES

(*)Prueba de bombeo auditada por la SDA según el Formato AS-7 Requerimientos para adelantar las pruebas de bombeo sin la cual no es valida.

PRUEBA A CAUDAL CONSTANTE — **DATOS DEL BOMBEO**

POZO DE BOMBEO ☒ POZO DE OBSERVACION ☐

Número de identificación del punto N 4° 45' 10,26" W 74° 03' 22,69" Diferencia entre el punto de lectura y la placa de nivelación 10 cm

Profundidad del nivel estático 19,43 mts. Fecha medición nivel estático 30/11/2021.

Hora medición del nivel estático 08:00 a.m. Hoja No 1 de 1

Intervalo de tiempo sugerido	Intervalo actual	Fecha	Hora	Profundidad del nivel (m)	Abatimiento (m)	Caudal medido (l/seg)	Observaciones
0,0	0,0	30-11-2021	08:00:00am	19,43	0,0	0,87	Prueba de Bombeo
0,5	0,5	30-11-2021	08:00:30 a.m	23,99	4,56	0,87	Prueba de Bombeo
1,0	0,5	30-11-2021	08:01:00 a.m	26,40	6,97	0,87	Prueba de Bombeo
1,5	0,5	30-11-2021	08:01:30 a.m	28,76	9,33	0,87	Prueba de Bombeo
2,0	0,5	30-11-2021	08:02:00 a.m	30,40	10,97	0,87	Prueba de Bombeo
2,5	0,5	30-11-2021	08:02:30 a.m	32,34	12,91	0,87	Prueba de Bombeo
3,0	0,5	30-11-2021	08:03:00 a.m	33,60	14,17	0,87	Prueba de Bombeo
3,5	0,5	30-11-2021	08:03:30 a.m	35,10	15,67	0,87	Prueba de Bombeo
4,0	0,5	30-11-2021	08:04:00 a.m	37,00	17,7	0,87	Prueba de Bombeo
4,5	0,5	30-11-2021	08:04:30 a.m	37,70	18,27	0,87	Prueba de Bombeo
5,0	0,5	30-11-2021	08:05:00 a.m	38,25	18,82	0,87	Prueba de Bombeo
6,0	1	30-11-2021	08:06:00 a.m	39,05	19,62	0,87	Prueba de Bombeo
7,0	1	30-11-2021	08:07:00 a.m	40,02	20,59	0,87	Prueba de Bombeo
8,0	1	30-11-2021	08:08:00 a.m	42,15	22,72	0,87	Prueba de Bombeo
9,0	1	30-11-2021	08:09:00 a.m	44,10	24,67	0,87	Prueba de Bombeo
10,0	1	30-11-2021	08:10:00 a.m	46,18	26,75	0,87	Prueba de Bombeo
12,0	2	30-11-2021	08:12:00 a.m	48,20	28,77	0,87	Prueba de Bombeo
14,0	2	30-11-2021	08:14:00 a.m	52,30	32,87	0,87	Prueba de Bombeo
16,0	2	30-11-2021	08:16:00 a.m	54,10	34,67	0,87	Prueba de Bombeo
18,0	2	30-11-2021	08:18:00 a.m	55,20	35,77	0,87	Prueba de Bombeo
20,0	2	30-11-2021	08:20:00 a.m	56,12	36,69	0,87	Prueba de Bombeo
25,0	5	30-11-2021	08:25:00 a.m	57,15	37,72	0,87	Prueba de Bombeo
30,0	5	30-11-2021	08:30:00 a.m	58,20	38,77	0,87	Prueba de Bombeo.
35,0	5	30-11-2021	08:35:00 a.m	59,12	39,69	0,87	Prueba de Bombeo
40,0	5	30-11-2021	08:40:00 a.m	60,20	40,77	0,87	Prueba de Bombeo
45,0	5	30-11-2021	08:45:00 a.m	60,81	41,38	0,87	Prueba de Bombeo
50,0	5	30-11-2021	08:50:00 a.m	61,20	41,77	0,87	Prueba de Bombeo
60,0	10	30-11-2021	09:00:00 a.m	61,90	42,47	0,87	Prueba de Bombeo
70,0	10	30-11-2021	09:10:00 a.m	62,40	42,97	0,87	Prueba de Bombeo
80,0	10	30-11-2021	09:20:00 a.m	63,10	43,67	0,87	Prueba de Bombeo
90,0	10	30-11-2021	09:30:00 a.m	64,91	44,64	0,87	Prueba de Bombeo
100,0	10	30-11-2021	09:40:00 a.m	64,42	45,47	0,87	Prueba de Bombeo
120,0	20	30-11-2021	10:00:00 a.m	64,90	45,47	0,87	Prueba de Bombeo
140,0	20	30-11-2021	10:20:00 a.m	65,30	45,87	0,87	Prueba de Bombeo
160,0	20						
180,0	20						
210,0	30						

PRUEBA A CAUDAL CONSTANTE — **DATOS DE RECUPERACION**

POZO DE BOMBEO [X] POZO DE OBSERVACION [ ]

Número de identificación del punto: N 04°45'10,26" W 74°03'22,69" — Diferencia entre el punto de lectura y la placa de nivelación: 10 cm

Profundidad del nivel dinámico: 65.30 m/S. — Fecha medición nivel dinámico: 30/11/2021

Hora medición del nivel dinámico: 10:20 a.m. — Hoja No 1 de 2

Intervalo de tiempo sugerido	Intervalo actual	Fecha	Hora	t/t'	Profundidad del nivel (m)	Abatimiento residual	Observaciones
0,0	0,0	30-11-2021	10:20:00 a.m	0,0	65,30	45,87	Prueba de recuperación
0,5	0,5	30-11-2021	10:20:30 a.m	0,5	63,50	44,07	Prueba de recuperación
1,0	0,5	30-11-2021	10:21:00 a.m	1,0	62,90	43,47	Prueba de recuperación
1,5	0,5	30-11-2021	10:21:30 a.m	1,5	62,10	42,67	Prueba de recuperación
2,0	0,5	30-11-2021	10:22:00 a.m	1,0	61,40	41,97	Prueba de recuperación
2,5	0,5	30-11-2021	10:22:30 a.m	1,5	60,70	41,27	Prueba de recuperación
3,0	0,5	30-11-2021	10:23:00 a.m	3,0	60,30	40,87	Prueba de recuperación
3,5	0,5	30-11-2021	10:23:30 a.m	3,5	59,10	39,67	Prueba de recuperación
4,0	0,5	30-11-2021	10:24:00 a.m	4,0	58,40	38,97	Prueba de recuperación
4,5	0,5	30-11-2021	10:24:30 a.m	4,5	57,97	38,54	Prueba de recuperación
5,0	0,5	30-11-2021	10:25:00 a.m	5,0	57,40	37,97	Prueba de recuperación
6,0	1	30-11-2021	10:26:00 a.m	6,0	56,15	36,72	Prueba de recuperación
7,0	1	30-11-2021	10:27:00 a.m	7,0	55,13	35,70	Prueba de recuperación
8,0	1	30-11-2021	10:28:00 a.m	8,0	53,92	34,49	Prueba de recuperación
9,0	1	30-11-2021	10:29:00 a.m	9,0	52,92	33,49	Prueba de recuperación
10,0	1	30-11-2021	10:30:00 a.m	10,0	52,01	32,58	Prueba de recuperación
12,0	2	30-11-2021	10:32:00 a.m	12,0	50,30	30,87	Prueba de recuperación
14,0	2	30-11-2021	10:34:00 a.m	14,0	48,93	29,50	Prueba de recuperación
16,0	2	30-11-2021	10:36:00 a.m	16,0	47,70	28,27	Prueba de recuperación
18,0	2	30-11-2021	10:38:00 a.m	18,0	46,43	27,00	Prueba de recuperación
20,0	2	30-11-2021	10:40:00 a.m	20,0	45,50	26,07	Prueba de recuperación
25,0	5	30-11-2021	10:45:00 a.m	25,0	43,50	24,07	Prueba de recuperación
30,0	5	30-11-2021	10:50:00 a.m	30,0	41,71	22,28	Prueba de recuperación
35,0	5	30-11-2021	10:55:00 a.m	35,0	39,90	20,47	Prueba de recuperación
40,0	5	30-11-2021	11:00:00 a.m	40,0	38,50	19,07	Prueba de recuperación
45,0	5	30-11-2021	11:05:00 a.m	45,0	36,67	17,24	Prueba de recuperación
50,0	5	30-11-2021	11:10:00 a.m	50,0	35,73	16,30	Prueba de recuperación
60,0	10	30-11-2021	11:20:00 a.m	60,0	34,64	15,21	Prueba de recuperación
70,0	10	30-11-2021	11:30:00 a.m	70,0	33,55	14,12	Prueba de recuperación
80,0	10	30-11-2021	11:40:00 a.m	80,0	32,42	12,99	Prueba de recuperación
90,0	10	30-11-2021	11:50:00 a.m	90,0	31,66	12,23	Prueba de recuperación
100,0	10	30-11-2021	12:00:00 p.m	100,0	30,70	11,27	Prueba de recuperación
120,0	20	30-11-2021	12:20:00 p.m	120,0	29,43	10,00	Prueba de recuperación
140,0	20	30-11-2021	12:40:00 p.m	140,0	28,23	8,80	Prueba de recuperación
160,0	20	30-11-2021	01:00:00 p.m	160,0	27,15	7,72	Prueba de recuperación
180,0	20	30-11-2021	01:20:00 p.m	180,0	26,45	7,02	Prueba de recuperación
210,0	30	30-11-2021	01:50:00 p.m	210,0	25,88	6,45	Prueba de recuperación

PRUEBA A CAUDAL CONSTANTE — **DATOS DE RECUPERACION**

POZO DE BOMBEO ☒ POZO DE OBSERVACION ☐

Número de identificación del punto N 04° 45' 10,26" W 74° 03' 22,69" Hoja No 2 de 2

Intervalo de tiempo sugerido	Intervalo actual	Fecha	Hora	t/t'	Profundidad del nivel (m)	Abatimiento residual	Observaciones
240,0	30	30-11-2021	02:20:00 pm	240,0	24,62	5,19	Prueba de recuperación
270,0							
300,0							
330,0							
360,0							
390,0							
420,0							
480,0							
540,0							
600,0							
660,0							
720,0							
780,0							
840,0							
900,0							
960,0							
1020,0							
1080,0							
1140,0							
1200,0							
1260,0							
1320,0							
1380,0							
1440,0							
1500,0							
1560,0							
1620,0							
1680,0							
1800,0							
1920,0							
2040,0							
2160,0							
2280,0							
2400,0							
2520,0							
2640,0							
2760,0							
2880,0							

12.2. Especificaciones sonda piezométrica prueba de bombeo a caudal constante.

Tabla 11*: Especificaciones técnicas sonda piezométrica.*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SONDA PIEZOMÉTRICA.	
	✓ Electrodo en acero inoxidable o en bronce de 14mm diámetro exterior. ✓ Señal acústica y de luz, control de sens ibilidad y botón de prueba del circuito. ✓ Usa solo una batería 9V. ✓ Robusto, fácil de usar y leer con precisión cada milímetro. ✓ Fácil de reparar y sustituir componentes dañados. ✓ Sonda de 0.157" día. X 1.14" (3.5 mm x 29 mm) en acero inoxidable (pines del sensor x2). ✓ Cable coaxial plano, cubierta de polietileno, duraderas, marcadas permanente y precisas hechas con láser. ✓ Visual y Sonora al detectar agua. ✓ Tiempo de respuesta ≤ 1Ms. ✓ Resistente a componentes de corrosión. ✓ Largo total del sensor 280mm.

Fuente: (WELLTEP, 2021)

13. BIBLIOGRAFÍA

Angel Luis Cortes. (2006). Análisis de los contenidos sobre "permeabilidad" en los libros de texto de educacion primaria. *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 138.

AQUIFER TEST PRO versión 2015.1. (2021). Villavicencio.

Carlos Espinoza C. (2009). *Hidraulica de agua subterraneas y su aprovechamiento.* Universidad de Chile.

Carlos Espinoza Z. (2006). *Hidraulica de agua subterraneas y su aprovechamiento.*

Google Earth. (2021). *Google Earth*.

IPRACOL S.A.S. (2021).

Mario Valencia Cuesta. (2010). *Propiedades hidraulicas de los acuiferos.* AGUA SUBTERRANEAS.

Norberto O. Bellino. (2012). *Aguas Subterraneas.* Buenos Aires: Instituto de Ingenieria Sanitaria .

Ortiz., J. G. (Octubre de 2012). *CARACTERIZACION DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA DE LOS DE LA SUBCUENCA DEL RIO TARQUI.* Obtenido de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/771/1/ti897.pdf#page=25&zoom=100,109,357

PEDROLLO. (2021). *Catalogo*. Obtenido de https://www.pedrollo.com.co/public/allegati/4SR_ES_60Hz.pdf

Ramiro Marbello Pérez. (s.f.). *Hidrometria y aforo de corrientes naturales.* Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Universidad Antioquia. U, Pontificia Bolivariana. U, Medellín . U, Nacional. (2011). *Lineamientos para Exploración y perforación,realización de pruebas de bombeo y mantenimiento.* Medellín: Redrio Aburra-Medellín.

Villarroya, D. F. (Junio de 2009). *Tipos de acuiferos y parámetros hidrogeológicos.* Obtenido de http://chilorg.chil.me/download-doc/86199#:~:text=%2D%20Valores%20de%20permeabilidad%20o%20conductividad,seg%C3%BAn%20Custodio%20y%20Llamas%2C%201983.&text=La%20transmisividad%2C%20es%20el%20caudal,gradiente%20hidr%C3%A1ulico%20es%20la%20unidad.

WELLTEP. (2021).

INFORME TÉCNICO EJECUCIÓN E INTERPRETACIÓN PRUEBA DE BOMBEO Y RECUPERACIÓN A CAUDAL CONSTANTE DE POZO PROFUNDO

NATURAL PLANET FOUNDATION – BOGOTÁ D.C.

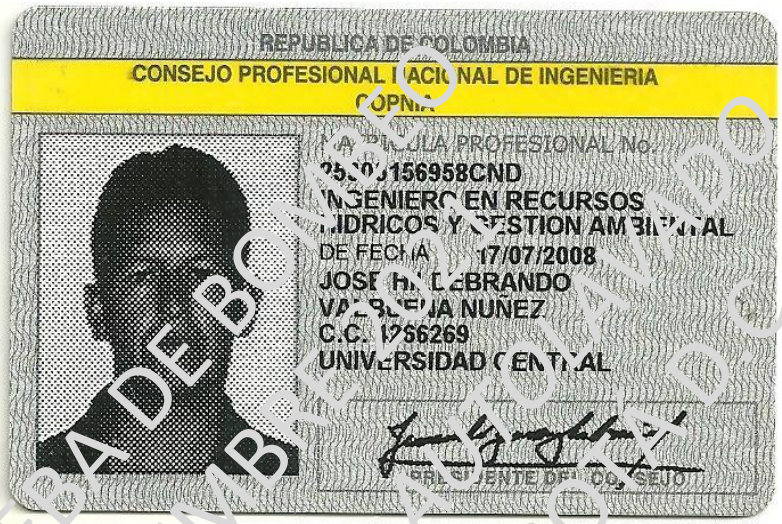
CAR WASH 170 AUTOLAVADO EXPRESS

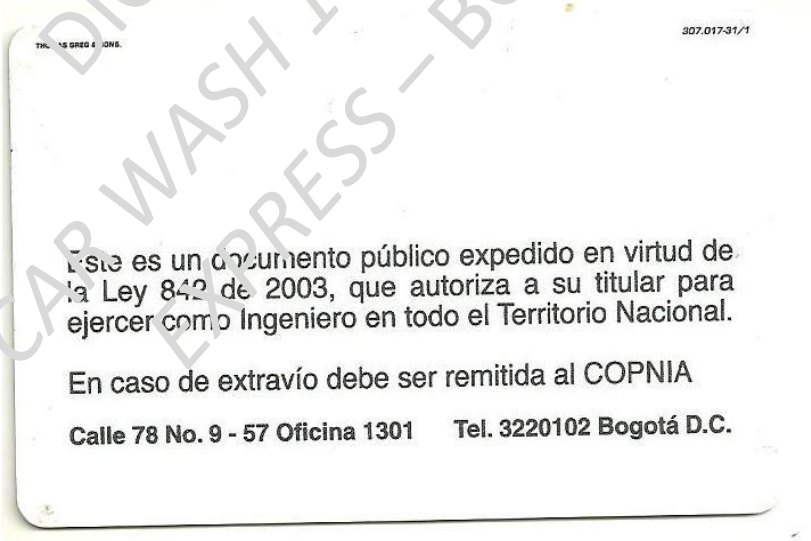
CALLE 170 #55ª – 77

BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

ELABORÓ:	REVISÓ:
MIGUEL ANGEL MARIN PICON INGENIERO AMBIENTAL M.P 091021-0546760 CND.	HILDEBRANDO VALBUENA NUÑEZ INGENIERO EN RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN AMBIENTAL M.P. 25305156958 CND

PRUEBA DE BOMBEO NOVIEMBRE 2021 CAR WASH 170 AUTOLAVADO EXPRESS – BOGOTÁ D.C.





PRUEBA DE BOMBEO
DICIEMBRE 2019
CAR WASH 170 AUTOLAVADO
EXPRESS – BOGOTÁ D.C.