

**PRUEBAS Y ANÁLISIS DE DATOS PARA LA OBTENCIÓN DEL PERMISO
CONCESION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN POZO PROFUNDO UBICADO
EN EL HOTEL O.L CASTILLA, MUNICIPIO DE CASTILLA LA NUEVA – META.**

JUAN CAMILO RINCON GAMBA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

ACACIAS

2019

**PRUEBAS Y ANÁLISIS DE DATOS LA OBTENCIÓN DEL PERMISO
CONCESION DE AGUAS SUBTERRANEAS EN POZO PROFUNDO UBICADO
EN EL HOTEL O.L CASTILLA, MUNICIPIO DE CASTILLA LA NUEVA – META.**

JUAN CAMILO RINCON GAMBA

PROYECTO APLICADO

DIRECTORA: ANGELA ALVAREZ R.

ING. AMBIENTAL, MSc ENERGIAS RENOVABLES

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE**

ACACIAS

2019

DEDICATORIA

Primordialmente quiero dedicar este proyecto aplicado a Dios, a mi madre por su apoyo incondicional durante todo este proceso académico, a mis hermanos por la motivación que me brindaron para continuar estudiando, a mis compañeros de carrera quienes me enseñaron a trabajar en equipo, y a los tutores de la institución por enseñarme y orientarme hacia la adquisición de nuevos conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza y la sabiduría para afrontar los grandes desafíos que fueron apareciendo en el desarrollo del proyecto, también a la Ingeniera Ángela Patricia Alvares por ser la tutora que me asistió en los diferentes temas que abarco la ejecución y desarrollo de este proyecto. A mi familia, amistades y compañeros que creyeron en mí y permanecieron en los momentos difíciles.

RESUMEN

El Hotel O.L Castilla se encuentra ubicado en la calle 8 N° 3-54 Av. nuevo milenio, Manzana F jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva, departamento Meta. Cuenta con un total de 40 habitaciones distribuidas en tres pisos, (PRIMER PISO: cuenta con (3) habitaciones cada una cuenta con baño privado, se destinan para las personas que presenten discapacidad. SEGUNDO PISO: cuenta con (35) habitaciones cada una cuenta con baño privado. TERCER PISO: cuenta con (2) suite con su respectivo baño privado); está capacitado para hospedar a un total de 80 personas por día, cada uno hace uso del recurso hídrico empleado en diferentes actividades como el uso de sanitarios, ducha y lavamanos. Se realiza limpieza diaria de cada cuarto donde se ha hospedado el turista, incluyendo actividades como aseo de habitaciones, lavado de toallas y tendidos de camas.

El hotel (OL HOTEL CASTILLA) cuenta con un pozo profundo destinado para el suministro de agua potable de los empleados y Huéspedes, dando cumplimiento al alcance en la exploración de aguas subterráneas emitido por la Corporación y siguiendo cada una de las pautas especificadas para no generar una sobreexplotación del recurso hídrico; actualmente este hotel no cuenta con servicio de acueducto, su única alternativa se basa en la implementación de pozo profundo, pero su aprovechamiento está restringido debido a que no posee permiso de concesión de agua.

Para proceder a solicitar el permiso de concesión de aguas subterráneas se hizo necesario el desarrollo de una serie de actividades en campo como, la ejecución de la prueba de bombeo, toma de coordenadas, análisis del sistema de distribución y drenaje de agua, recolección de las muestras de agua, esto con el propósito de obtener los datos necesarios para elaborar la documentación necesaria que exige la corporación para otorgar este permiso, logrando dar cumplimiento a la normatividad legal vigente.

Palabras claves: **Pozo profundo, análisis, coordenadas, recurso hídrico.**

ABSTRACT

The Hotel O.L Castilla is located at 8 N ° 3-54 Av. Nuevo Milenio, Manzana F, jurisdiction of the municipality of Castilla La Nueva, Meta department. It has a total of 40 rooms distributed on three floors, (FIRST FLOOR: it has (3) rooms each has a private bathroom, they are intended for people with disabilities. SECOND FLOOR: has (35) rooms each account with private bathroom THIRD FLOOR: it has (2) suite with its respective private bathroom); It is trained to accommodate a total of 80 people per day, each one makes use of the water resource used in different activities such as the use of toilets, showers and sinks. Daily cleaning of each room where the tourist has stayed is carried out, including activities such as cleaning of rooms, washing of towels and laying of beds.

The hotel (OL HOTEL CASTILLA) has a deep well intended for the supply of drinking water for employees and guests, complying with the scope of groundwater exploration issued by the Corporation and following each of the guidelines specified to not generate an overexploitation of the water resource; Currently this hotel does not have an aqueduct service, its only alternative is based on the implementation of a deep well, but its use is restricted because it does not have a water concession permit.

In order to apply for the groundwater concession permit, it was necessary to develop a series of activities in the field, such as the execution of the pumping test, coordinate collection, analysis of the water distribution and drainage system, collection of water samples, this with the purpose of obtaining the necessary data to prepare the necessary documentation required by the corporation to grant this permit, achieving compliance with the legal regulations.

Keywords: Deep well, analysis, coordinates, water resource.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES	2
2.1. Planteamiento del Problema.	2
2.2. Justificación	2
2.3. OBJETIVOS	3
2.3.1. Objetivo General.	3
2.3.2. Objetivos Específicos.....	3
CAPITULO 3. MARCO DE REFERENCIA.....	4
3.1. Marco teórico y conceptual	4
3.1.1. Sistema de captación de agua subterránea.	4
3.1.2. Derivación	4
3.1.3. Conducción.....	4
3.1.4. Restitución de sobrantes.....	5
3.1.5. Distribución	5
3.1.6. Drenaje.....	5
3.1.7. Inversiones y términos en las que se van a realizar	5
3.2 marco geográfico	5
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	1
4.1. Pruebas de bombeo a caudal escalonado	1
4.1.1. Metodología.	1
4.1.2. Equipos, materiales y herramientas.....	3
4.1.3. Análisis de datos.....	3
4.1.4. Calculo de caudal	7
4.1.5. Sistematización de la información	10
4.1.6. Parámetros Hidrogeológicos.....	11
4.1.7. Transmisividad	13
4.1.8. Coeficiente de almacenamiento	13
4.1.9. Conductividad hidráulica.....	14
4.1.10. Radio de influencia.....	15

4.1.11. Capacidad especifica	15
4.1.12. Etapa de Recuperación Prueba de Bombeo Escalonada.....	16
Datos obtenidos para la prueba de recuperación.....	16
4.1.13. Características Finales del Pozo Profundo	21
4.2. PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE.....	22
4.2.1. Características del Pozo.....	22
4.2.2. Metodología	22
4.2.3. Análisis de datos.....	23
4.2.4. Datos obtenidos en campo en prueba de bombeo a caudal constante	24
4.2.5. Cálculo del caudal.....	25
4.2.6. Sistematización de la información	26
4.2.7. Cálculos de Parámetros Hidrogeológicos.....	28
4.2.8. Transmisividad	29
4.2.9. Coeficiente de almacenamiento	29
4.2.10. Conductividad hidráulica.....	31
4.2.11. Radio de influencia.....	31
4.2.12. Capacidad especifica	31
4.2.13. Etapa de Recuperación Prueba de Bombeo Caudal Constante.....	32
Datos obtenidos en campo para etapa de recuperación	32
4.2.14. Características Finales del Pozo en la Prueba de Bombeo y Recuperación a Caudal Constante	35
4.2.15. Caudal Recomendado en Explotación.....	35
4.3. NECESIDAD DE CONSUMO	36
4.3.1. Información General del Área de Estudio	36
4.3.2. Descripción Fuente Hídrica	38
4.3.3. Número de Usuarios del Sistema	39
4.3.4. Demanda de agua por población	40
4.3.5. Caudal medio diario	40
4.3.6. Caudal máximo diario.....	41
4.3.7. Caudal máximo horario	42
4.3.8. Aseo general del establecimiento y lavandería.....	43
4.3.9. Oficios varios (Cocina, riego de jardín).....	44

4.3.10. Consumo total.....	44
4.4. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA	45
4.5. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.	47
4.5.1. Sistemas de captación.....	47
4.5.2. Conducción.....	48
4.5.3. Derivación	48
4.5.4. Restitución de sobrantes.....	48
4.5.5. Distribución	48
4.5.6. Drenaje.....	48
CAPITULO 5. RESULTADOS	50
5.1. Resultados de laboratorio.....	50
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas del Pozo Profundo.....	6
Tabla 2. Datos Prueba de Bombeo Escalonada, Tubo de 1 ¼ “	4
Tabla 3. Datos prueba de bombeo Escalonada, Tubo de 1 ½ “	5
Tabla 4 .Datos Prueba de bombeo Escalonada, Tubo de 2”	6
Tabla 5. Cálculo de caudal tubería 1 ¼”	7
Tabla 6 .Cálculo de caudal tubería de 1 ½”	8
Tabla 7 .Calculo de caudal tubería de 2”	9
Tabla 8 .Valores de transmisividad.....	13
Tabla 9 .Datos de campo prueba de recuperación Escalonada.	16
Tabla 10 .Características finales del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).	21
Tabla 11 . Características del pozo profundo (Prueba de Bombeo Constante).	22
Tabla 12 .Datos de prueba de bombeo a caudal constante.....	24
Tabla 13 .Cálculo del Caudal en prueba a caudal constante	26
Tabla 14. Valores de transmisividad	29
Tabla 15. Datos de campo etapa de recuperación (Prueba de Bombeo Constante)	32
Tabla 16 .Características finales del pozo profundo (Prueba de Bombeo Constante).....	35
Tabla 17. <i>Información general OL HOTEL CASTILLA</i>	<i>36</i>
Tabla 18. <i>Descripción fuente hídrica</i>	<i>38</i>
Tabla 19. <i>Usuarios del sistema.....</i>	<i>39</i>
Tabla 20. <i>Dotación Neta por habitante.....</i>	<i>40</i>
Tabla 21. <i>Coeficiente de consumo máximo diario, k1, según el Nivel de Complejidad del Sistema. 41</i>	<i>41</i>
Tabla 22. <i>Coeficiente de consumo máximo horario, k2, según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución</i>	<i>42</i>

Tabla 23 .Demanda Hídrica	42
Tabla 24. Consumo de agua diario de aseo del hotel y lavandería.....	43
Tabla 25. Consumo de agua diario de (Cocina, riego de jardín)	44
Tabla 26. Identificación de Predios Aledaños	46

TABLA DE IMAGENES

Imagen 1. Ubicación Geográfica.....	6
Imagen 2. Plano del predio.....	1
Imagen 3. Curva de nivel según tiempo de bombeo.....	10
Imagen 4. Datos de prueba de bombeo.....	11
Imagen 5. Transmisividad, Conductividad hidráulica y Coeficiente de almacenamiento del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).....	12
Imagen 6 .Representación Gráfica del pozo Profundo.....	14
Imagen 7 .Tiempo de etapa de recuperación del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).	18
Imagen 8 .Datos arrojados por el software Aquifert Test Pro etapa de recuperación (Prueba de Bombeo Escalonada).....	19
Imagen 9 . Curva de abatimiento Vs. Tiempo en etapa de recuperación del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).....	20
Imagen 10 .Datos de entrada durante el bombeo a caudal constante.....	27
Imagen 11 .Curva de datos y generación de gráfica de bombeo	27
Imagen 12 .Transmisividad, Conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento y radio de influencia del pozo profundo	28
Imagen 13 .Representación Gráfica del pozo Profundo (Prueba de Bombeo a Caudal Constante) generada por el software Aquifert Test Pro.....	30
Imagen 14 .Datos arrojados por el software Aquifert Test Pro etapa de Recuperación Constante.....	34
Imagen 15. Ubicación Geográfica de Pozos profundos y aljibes entre un radio de 200 Metros alrededor del punto de estudio	45
Imagen 16. Resultado de laboratorio.....	50
Imagen 17. Formulario único nacional.....	52
Imagen 18. Diseño del pozo	53

TABLA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Medición de nivel dinámico con sonda piezométrica.....	56
Fotografía 2. Toma de coordenadas geográficas.....	56
Fotografía 3. Toma de datos, prueba de bombeo a caudal Escalonada.	57
Fotografía 4. Toma de datos, Prueba de bombeo a caudal constante	57
Fotografía 5. Aforo Volumétrico	58

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto aplicado presenta la documentación requerida que se debe adjuntar para solicitar el permiso de concesión de aguas subterráneas, una vez se obtenga visto bueno para su captación, de acuerdo a informe presentado según lo establecido en el artículo 152 del Decreto 1541 de 1978.

La concesión de aguas subterráneas es el modo de adquirir el derecho a usar o aprovechar las aguas subterráneas tanto en predios privados como ajenos; con la obtención de este trámite se asegura el derecho al uso, la distribución, calidad y aprovechamiento equitativo de las aguas subterráneas.

La necesidad de consumo, la identificación de puntos de agua subterránea, las consideraciones técnicas del sistema de abastecimiento, los resultados y análisis de pruebas de bombeo sumado con algunos requisitos legales, además de la presentación de formularios obligatorios; son requeridos para llevar a cabo la solicitud de un permiso de concesión de aguas subterráneas, por tanto este informe contiene en su interior estos ítem específicos para el establecimiento HOTEL O.L CASTILLA, ubicado en el municipio de Castilla la Nueva, departamento del Meta.

CAPÍTULO 2. GENERALIDADES

2.1. Planteamiento del Problema.

Actualmente el establecimiento O.L Hotel Castilla no cuenta con servicio de acueducto, su única alternativa se basa en la implementación de pozo profundo, pero su aprovechamiento está restringido debido a que no posee permiso de concesión de agua.

2.2. Justificación.

El presente proyecto expone la necesidad que tiene el Hotel O.L Castilla del municipio de castilla la nueva de regular el aprovechamiento de agua subterránea a través de pozo profundo, por lo tanto es necesario obtener un permiso de concesión de agua subterránea ante CORMACARENA, mediante el diligenciamiento de los requisitos exigidos por la corporación, como son, pruebas de bombeo a caudal constante y escalonado, necesidad de consumo, ubicación geográfica del pozo y el inventario de pozos que están en un radio de 200 metros, diseño definitivo del pozo, sistemas de (captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución, drenaje e inversiones y términos en las que se van a realizar), resultados de laboratorio (gua cruda) por parte de un laboratorio certificado por el IDEAM y el formulario único nacional de solicitud de concesión de aguas subterráneas.

2.3. OBJETIVOS.

2.3.1. Objetivo General.

Presentar la documentación necesaria para obtener permiso de concesión de aguas subterráneas ante la autoridad ambiental, por medio del procesamiento de datos y pruebas realizadas en campo, permitiendo obtener información necesaria para el registro de este trámite en la CAR.

2.3.2. Objetivos Específicos.

- Realizar estudios fisicoquímicos y microbiológicos del agua cruda extraída del pozo para verificar su calidad, en un laboratorio certificado por el IDEAM.
- Describir las características hidrogeológicas del acuífero y planimetría del pozo, empleando los programas AutoCAD y Aquifert Test Pro.
- Ejecutar tareas para realización de pruebas de bombeo, necesidad de consumo e inventario de pozos, empleando instrumentos adecuados para esta labor.

CAPITULO 3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco teórico y conceptual

En la concepción de agua subterránea la corporación autónoma regional CORMACARENA, solicita información verídica del pozo profundo, para tener una base de este y verificar el cumplimiento de los requerimientos ambientales, dentro de esta información se solicita la prueba de bombeo, análisis de los sistemas de conducción, tipo de tubería, sistema de bombeo y demás accesorios que sirven para conducir el agua del pozo a su tanque de almacenamiento, estos parámetros exigidos se clasifican así:

3.1.1. Sistema de captación de agua subterránea.

El sistema de captación de agua subterránea visa atender principalmente regiones con deficiencia en el abastecimiento hídrico y las áreas de expansión urbana que todavía no tienen fornecimiento por red pública. De esta manera, se debe prestar atención para las innumerables variantes existentes en el proceso de perforación y operación de pozos, una vez que la instalación de un pozo tubular, establece una comunicación directa entre la superficie del terreno y el agua subterránea. (Agua para el futuro, s.f)

3.1.2. Derivación

Es aquel conducto secundario que conecta el flujo de agua que va del tubo principal a un tubo secundario, el cual puede reducir su dimensión para aumentar presión o trasportar el agua hasta el sitio donde será distribuida (sagarpas, s.f p. 25)

3.1.3. Conducción

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua, se le llama línea de conducción, al conjunto integrado por tuberías, y dispositivos de control, que permiten el transporte del agua, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión- desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida (sagarpas, s.f p. 30)

3.1.4. Restitución de sobrantes.

Hace referencia a la cantidad de agua que pueda ser redirigida a su lugar de origen.

3.1.5. Distribución

La distribución está compuesta por un conjunto de obras e instalaciones que transportan el agua desde el punto de captación hasta los diferentes lugares de distribución

3.1.6. Drenaje

“Sistema de tuberías, sumideros o trampas y todas sus conexiones, que se utilizan para el desalojo de líquidos” (Agroforestal, s.f)

3.1.7. Inversiones y términos en las que se van a realizar

Cantidad de recursos económicos destinados a la actividad.

3.2 marco geográfico

El pozo profundo se encuentra ubicado en el establecimiento O.L. Hotel Castilla del municipio de Castilla la Nueva, con la dirección: b, Manzana F; siendo este una establecimiento privado con instalaciones propias que no cuentan con servicio de acueducto, el predio tiene una extensión de 7.823 m², con una jornada laboral de 7 días (lunes a domingo), veintisiete (27) personas laboran actualmente en el Hotel.

El pozo profundo presenta las siguientes características: profundidad de 92 metros, diámetro del revestimiento 6” pulgadas, tubería de succión de 2”, bomba sumergible tipo lapicero de 3Hp; nivel freático 2.50 metros. El pozo profundo se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 1. Coordenadas geográficas del Pozo Profundo.

TIPO DE CAPTACIÓN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
POZO PROFUNDO	N	W	COTA
	03°49'40.3"	073°41'15.3"	420 m.s.n.m.

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

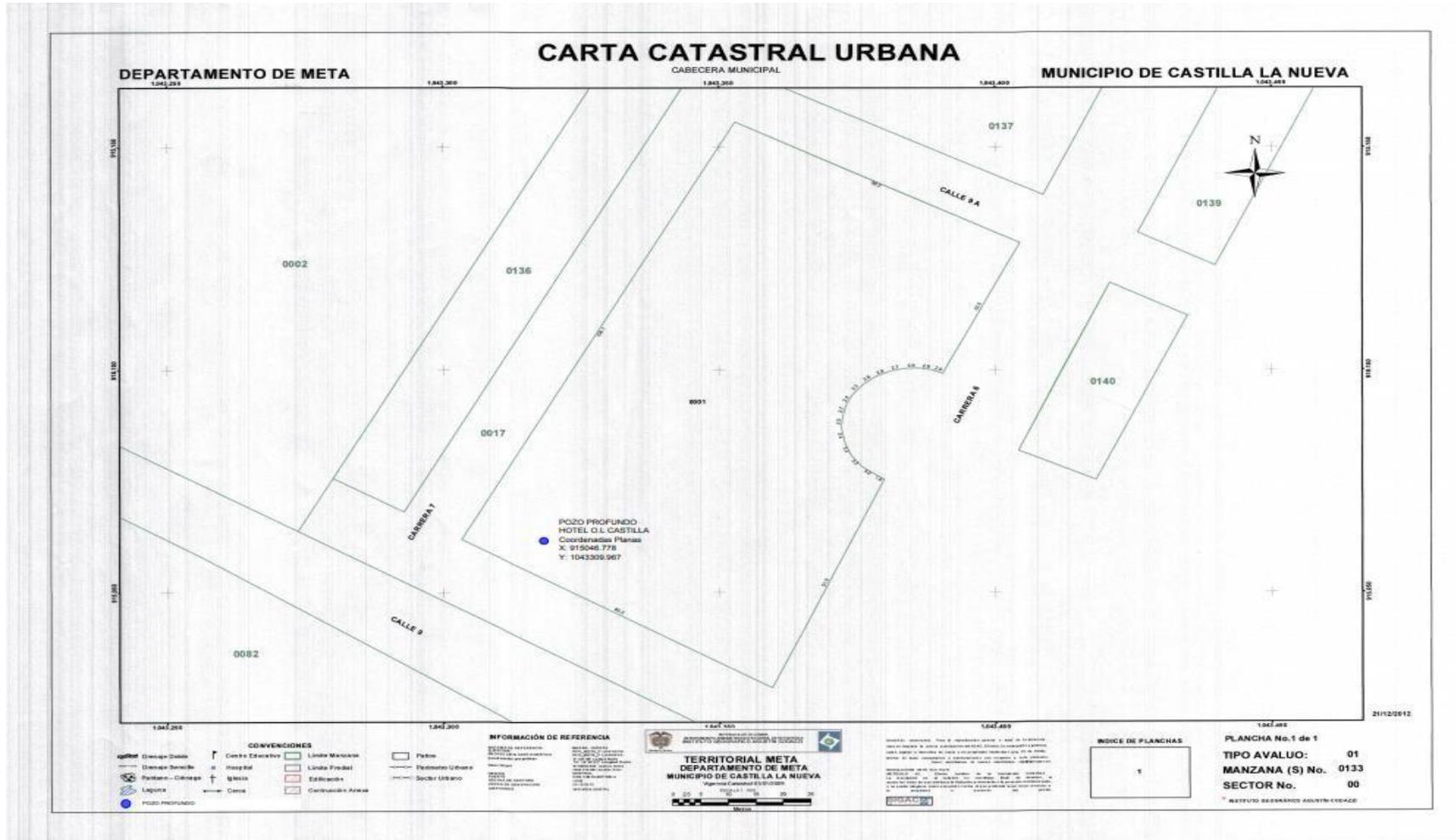
Imagen 1. Ubicación Geográfica



Fuente: (Google Earth, 2019)

3.3 georreferenciación

Imagen 2. Plano del predio



CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a lo objetivos, se desarrollaron actividades específicas, con apoyo de instrumentos acordes a cada una de las fases en el proceso y cumplir con las condiciones que exige la Corporación para tener una información e identificación del pozo profundo y así verificar que se están cumpliendo los lineamientos en la protección del medio ambiente como la no sobre explotación del acuífero y su comportamiento hidráulico.

La concesión se realizó de la siguiente manera:

4.1. Pruebas de bombeo a caudal escalonado

4.1.1. Metodología.

Inicialmente, se realiza una inspección al sitio de trabajo (Visita Técnica). En dicha visita se revisa el sistema de bombeo, se ubica el pozo profundo para determinar cuáles son los equipos necesarios para el desarrollo de esta actividad.

- Se detiene el bombeo del pozo durante un tiempo de 12 horas continuas antes de la prueba de bombeo escalonada para que el pozo profundo este en su nivel estático, no puede estar en recuperación, es por ello, que se indica apagar la bomba el día anterior.
- Se acondiciona la tubería del pozo profundo dejando 3 salidas de diferentes diámetros, en este caso se usaran tubos de diámetro de (1 ¼", 1 ½", 2").
- Se toma la medida de la altura de la placa de nivelación al suelo (0,30 m).
- Se toman las coordenadas y la altura sobre el nivel del mar en donde se encuentra ubicado el pozo profundo (N: 03°49'40.03" W:073°41'15.03" y una cota 420 m.s.n.m)

- Se mide la profundidad del pozo (Nivel Estático) con la sonda Piezométrica, equipo que permite medir de manera puntual el nivel de agua.
- Se verifica el nivel del agua que indica la sonda piezométrica y se registran los datos en los formatos de Pruebas de Bombeo Escalonada del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos.
- Se procede a iniciar la prueba de bombeo escalonada, se tomaran como referencia tres escalones con tiempo continuo pero con intervalos de tiempo diferentes, los tres se realizan continuamente sin apagar la bomba eléctrica ni dejar pasar el tiempo para la toma de datos, es decir una tras otra, para así mismo no alterar los resultados. Los datos obtenidos deben ser plasmados en los Formatos de campo del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos.
- Al terminar la prueba de bombeo escalonada, se inicia con la etapa o prueba de recuperación, en esta prueba se indica apagar la bomba eléctrica para que el pozo profundo empiece a recuperarse después del bombeo y así llegar nuevamente a su nivel inicial o estático. A partir del momento preciso cuando se apague la bomba, se inicia a tomar los datos de tiempo en los diferentes intervalos según Formatos de campo del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos para así estudiar la reacción del pozo .
- Se procede a digitalizar los datos y procesar la información en la oficina.
- Estos datos son analizados en el software Aquifert Test Pro e interpretados por el personal encargado.

4.1.2. Equipos, materiales y herramientas.

➤ Sonda Piezométrica	➤ Accesorios en PVC	➤ Sillas
➤ Formatos de campo del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos.	➤ Cinta métrica	➤ Carpa
➤ Caja de Herramientas	➤ Cronometro	➤ Nevera de Hidratación
➤ Balde 42 Litros	➤ Llaves de tubo	➤ Lazos
➤ GPS (Global Positioning System)	➤ Cámara fotográfica	➤ EPP (Elementos de Protección personal)

4.1.3. Análisis de datos

A continuación, se muestra el análisis de los datos obtenidos en campo con la ayuda de distintas herramientas como el software Aquifert Test Pro versión 2015.1, especializado para el procesamiento de estos.

Datos obtenidos en campo en prueba de bombeo a caudal escalonado

En la prueba de bombeo escalonada se utilizaron tres tuberías diferentes (1 ¼ “, 1 ½ “, 2”), de acuerdo al formato del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos, el tiempo requerido para cada escalón es de 100 minutos.

PRIMER ESCALÓN:

Tabla 2. Datos Prueba de Bombeo Escalonada, Tubo de 1 ¼ “.

PRIMER ESCALÓN		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0.0	7:20:00 a. m.	2.40
0.5	7:20:30 a. m.	3.83
1.0	7:21:00 a. m.	4.58
1.5	7:21:30 a. m.	6.40
2.0	7:22:00 a. m.	7.13
2.5	7:22:30 a. m.	9.30
3.0	7:23:00 a. m.	9.40
3.5	7:23:30 a. m.	9.50
4.0	7:24:00 a. m.	9.62
4.5	7:24:30 a. m.	9.73
5.0	7:25:00 a. m.	9.83
6.0	7:26:00 a. m.	10.00
7.0	7:27:00 a. m.	10.12
8.0	7:28:00 a. m.	10.25
9.0	7:29:00 a. m.	10.37
10.0	7:30:00 a. m.	10.45
12.0	7:32:00 a. m.	10.63
14.0	7:34:00 a. m.	10.78
16.0	7:36:00 a. m.	10.83
18.0	7:38:00 a. m.	10.92
20.0	7:40:00 a. m.	11.08
25.0	7:45:00 a. m.	11.18
30.0	7:50:00 a. m.	11.50
35.0	7:55:00 a. m.	11.60
40.0	8:00:00 a. m.	11.72
45.0	8:05:00 a. m.	11.84
50.0	8:10:00 a. m.	11.95
60.0	8:20:00 a. m.	12.05
70.0	8:30:00 a. m.	12.18
80.0	8:40:00 a. m.	12.35
90.0	8:50:00 a. m.	12.50
100.0	9:00:00 a. m.	12.58

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

SEGUNDO ESCALÓN

Tabla 3. Datos prueba de bombeo Escalonada, Tubo de 1 ½ “

SEGUNDO ESCALÓN		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
100.0	9:00:00 a.m.	12.58
100.5	9:00:30 a.m.	12.60
101.0	9:01:00 a.m.	12.60
101.5	9:01:30 a.m.	12.60
102.0	9:02:00 a.m.	12.60
102.5	9:02:30 a.m.	12.61
103.0	9:03:00 a.m.	12.62
103.5	9:03:30 a.m.	12.63
104.0	9:04:00 a. m.	12.64
104.5	9:04:30 a.m.	12.64
105.0	9:05:00 a. m.	12.64
106.0	9:06:00 a.m.	12.67
107.0	9:07:00 a.m.	12.67
108.0	9:08:00 a.m.	12.68
109.0	9:09:00 a.m.	12.68
110.0	9:10:00 a.m.	12.69
112.0	9:12:00 a. m.	12.70
114.0	9:14:00 a. m.	12.72
116.0	9:16:00 a. m.	12.73
118.0	9:18:00 a. m.	12.78
120.0	9:20:00 a. m.	12.79
125.0	9:25:00 a. m.	12.82
130.0	9:30:00 a. m.	12.85
135.0	9:35:00 a. m.	12.89
140.0	9:40:00 a. m.	12.92
145.0	9:45:00 a. m.	12.96
150.0	9:50:00 a. m.	13.00
160.0	10:00:00 a.m.	13.07
170.0	10:10:00 a. m.	13.13
180.0	10:20:00 a. m.	13.20
190.0	10:30:00 a. m.	13.25
200.0	10:40:00 a. m.	13.30

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

TERCER ESCALÓN:

Tabla 4 .Datos Prueba de bombeo Escalonada, Tubo de 2"

TERCER ESCALÓN		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
200.0	10:40:00 a. m.	13.30
200.5	10:40:30 a. m.	13.35
201.0	10:41:00 a. m.	13.35
201.5	10:41:30 a. m.	13.36
202.0	10:42:00 a. m.	13.37
202.5	10:42:30 a. m.	13.37
203.0	10:43:00 a. m.	13.38
203.5	10:43:30 a. m.	13.38
204.0	10:44:00 a. m.	13.38
204.5	10:44:30 a. m.	13.38
205.0	10:45:00 a. m.	13.38
206.0	10:46:00 a. m.	13.38
207.0	10:47:00 a. m.	13.39
208.0	10:48:00 a. m.	13.39
209.0	10:49:00 a. m.	13.39
210.0	10:50:00 a. m.	13.40
212.0	10:52:00 a. m.	13.40
214.0	10:54:00 a. m.	13.41
216.0	10:56:00 a. m.	13.43
218.0	10:58:00 a. m.	13.45
220.0	11:00:00 a. m.	13.45
225.0	11:05:00 a. m.	13.47
230.0	11:10:00 a. m.	13.49
235.0	11:15:00 a. m.	13.50
240.0	11:20:00 a. m.	13.53
245.0	11:25:00 a. m.	13.54
250.0	11:30:00 a. m.	13.58
260.0	11:40:00 a. m.	13.60
270.0	11:50:00 a. m.	13.65
280.0	12:00:00 p. m.	13.68
290.0	12:10:00 p. m.	13.71
300.0	12:20:00 p. m.	13.75

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

4.1.4. Cálculo de caudal

Para la determinación del caudal (Q) de salida durante la prueba de bombeo escalonada, se aplicó el método de aforo volumétrico realizado directamente desde la fuente, mediante el uso de un recipiente de 42 litros, obteniendo los siguientes resultados descritos en las anteriores tablas con diferentes diámetros de tubería (1 ¼”, 1 ½”, 2).

Volumen recipiente de aforo: 42 Litros

Tabla 5. Cálculo de caudal tubería 1 ¼”.

N° Aforo	Tubería salida	Tiempo de llenado (s)
1	(1 ¼”) PVC	9.29
2		9.67
3		9.74
Promedio:		9.06 S

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

$$\text{Formula de Caudal } Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{42 L}{9.06 S}$$

$$Q = 4.63 L/s$$

Tabla 6 .Cálculo de caudal tubería de 1 ½”.

N° Aforo	Tubería salida	Tiempo de llenado (s)
1	(1 ½”) PVC	8.15
2		8.24
3		8.05
Promedio:		8.15 S

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

$$\text{Formula de Caudal } Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{42 L}{8.15 S}$$

$$Q = 5.15 L/s$$

Tabla 7 .Calculo de caudal tubería de 2”.

N° Aforo	Tubería salida	Tiempo de llenado (s)
1	(2") PVC	6.87
2		6.53
3		6.34
Promedio:		6.58 S

Datos obtenidos en campo (elaboración propia)

$$\text{Formula de Caudal } Q = \frac{V}{T}$$

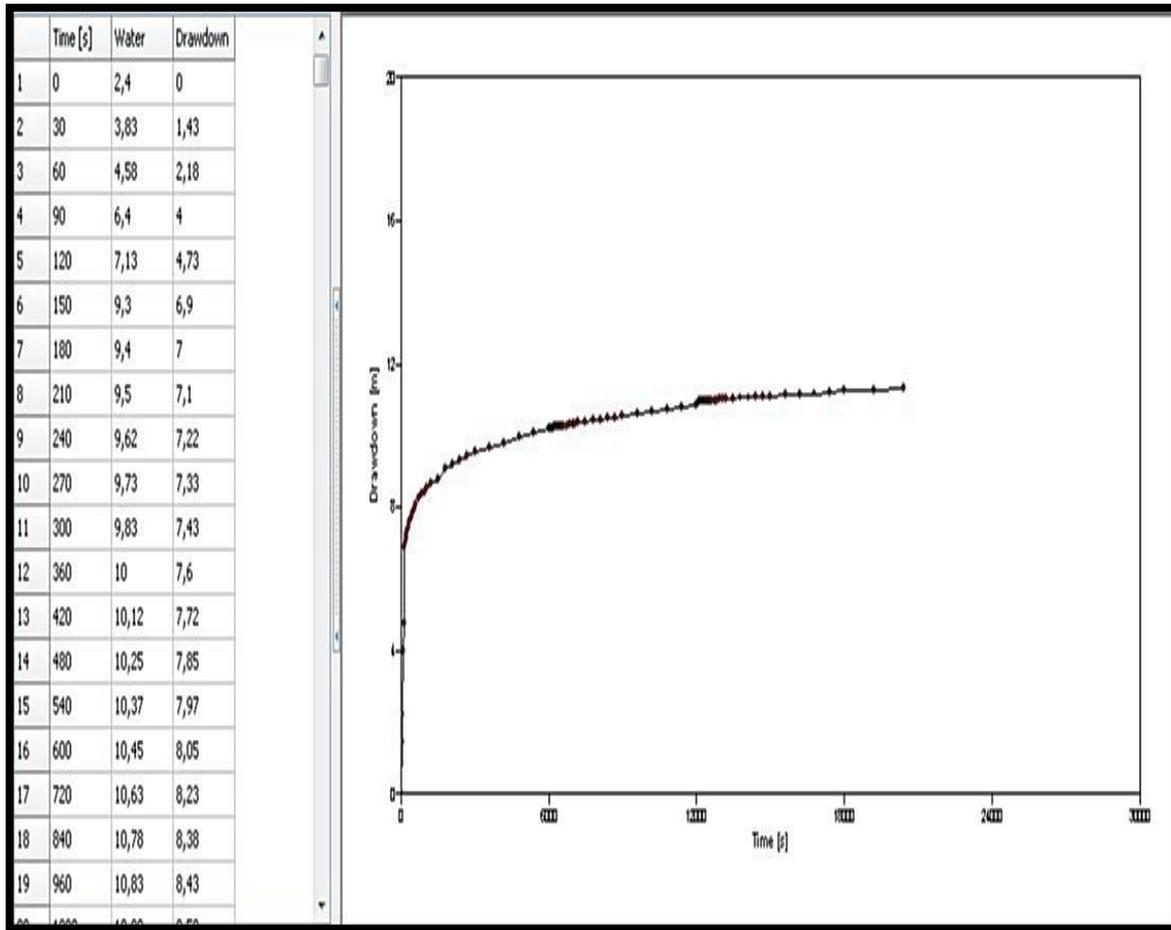
$$Q = \frac{42 L}{6.58 S}$$

$$Q = 6.38 L/s$$

4.1.5. Sistematización de la información

A continuación, se presenta la digitalización y el procesamiento de los datos obtenidos en campo que es necesaria para adelantar el cálculo e interpretación de variables hidráulicas mediante el software Aquifert Test Pro.

Imagen 3. Curva de nivel según tiempo de bombeo



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

Imagen 4. Datos de prueba de bombeo.

Project information

Project Name: Prueba de bombeo a caudal escalonado

Project No.: 304

Client: OL Hotel Castilla

Location: Castilla la Nueva, Meta

Units

Site Plan: m Dimensions: m

Time: s Discharge: l/s

Transmissivity: m²/d Pressure: mm Hg

Convert existing values

Pumping Test

Name: Pumping Test 1

Performed by: IPRACOL S.A.S

Date/Time: 02/02/2019 12:00:00 a.m.

Aquifer Properties

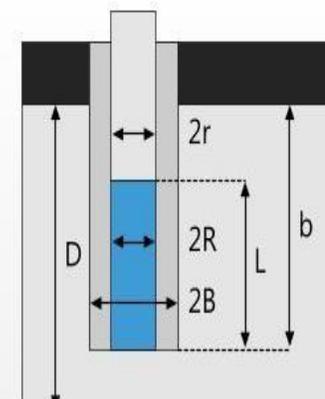
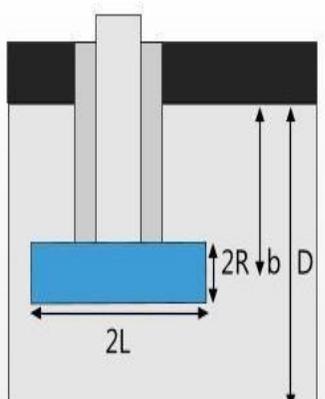
Thickness [m]: 0,1524

Type: Unknown

Bar. Eff. (BE):

	Name	Type	X [m]	Y [m]	Elevation (a) Benchmark [m]	Penetration	R [m]	L [m]	b [m]	r [m]
1	Well 1	Pumping Well	03 49 40,3	073 41 15,3	420	Fully	0.0762	92	2,50	0,1524

[Click here to create a new well](#)

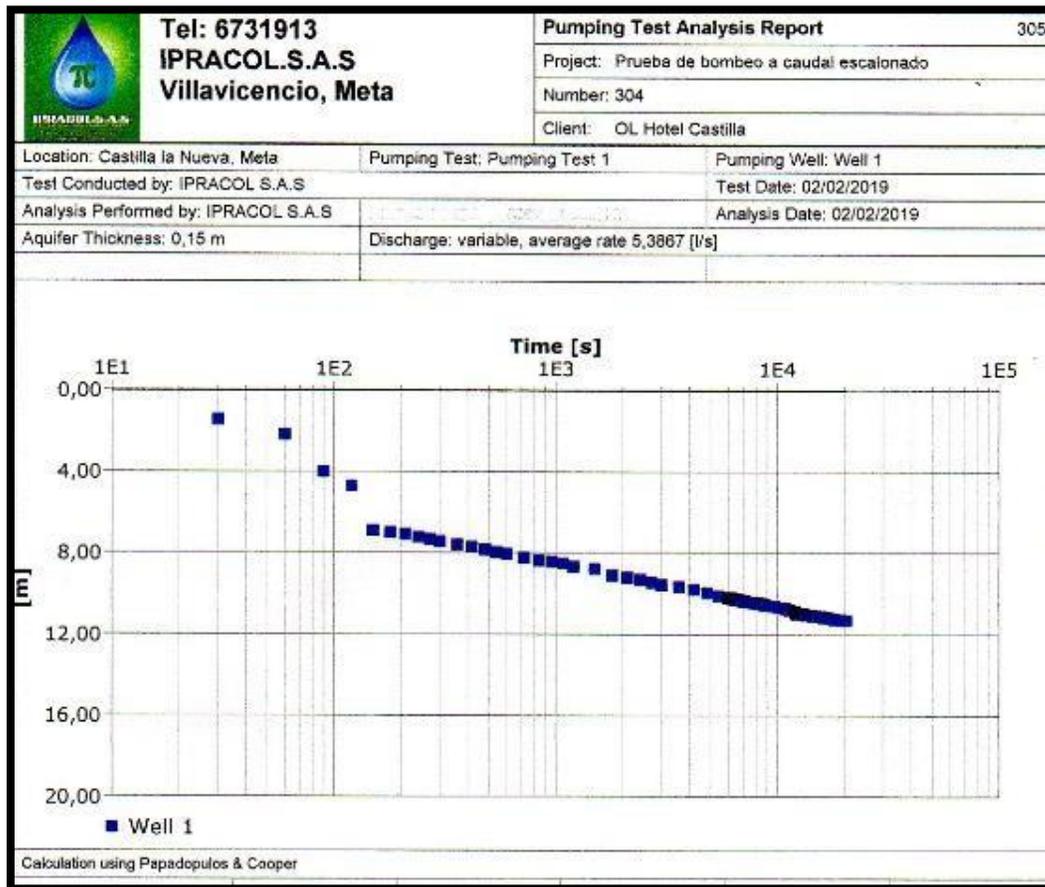



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

4.1.6. Parámetros Hidrogeológicos

Los métodos mencionados al inicio del documento basado en los ajustes gráficos de los datos tomados en campo a curvas establecidas, arrojaron los resultados que a continuación citaremos tales como Transmisividad (T) y Coeficiente de almacenamiento del acuífero (S); al igual el programa para mayor comprensión de los cálculos generados, nos ofrece una gráfica de los parámetros hidrológicos obtenidos.

Imagen 5. Transmisividad, Conductividad hidráulica y Coeficiente de almacenamiento del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).



Observation Well	Transmissivity (m ² /d)	Hydraulic Conductivity (m/d)	Storage coefficient	Radial Distance to PW (m)
Well 1	$8,64 \times 10^1$	$5,67 \times 10^2$	$1,00 \times 10^{-4}$	0,08

Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

Como se puede observar en la anterior gráfica, la tendencia de la curva es descendente con una pendiente media, lo que indica que en los primeros minutos el nivel del agua desciende notablemente, y luego su descenso en los dos siguientes escalones es más pausado.

4.1.7. Transmisividad

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

La transmisividad calculada es de $8,64 \times 10^1 \text{ m}^2/\text{d}$. (Ver imagen 5)

Tabla 8 .Valores de transmisividad.

T (m²/día)	Calificación estimada	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Pozos de menos de 1 l/s
10 < T < 100	Baja	Pozos entre 1 y 10 l/s
100 < T < 500	Media a alta	Pozos entre 10 y 50 l/s
500 < T < 1000	Alta	Pozos entre 50 y 100 l/s
T > 1000	Muy alta	Pozos superiores a 100 l/s

Fuente: (Universidad Jaime I, 2016).

Según el dato obtenido dado por el software especializado con valor de **T**: $8,64 \times 10^1 \text{ m}^2/\text{d}$, y al compararlo con la tabla de clasificación de los valores de Transmisividad el pozo en estudio tiene una calificación estimada Baja ya que se encuentra en el rango de $10 < T < 100$ lo que corresponde pozos entre Pozos entre 1 y 10 l/s lo que nos indica que no es recomendable extraer más de 10 l/s de él.

4.1.8. Coeficiente de almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento es la porosidad eficaz, adimensional (volumen/volumen), y los valores que presenta son mucho más bajos en los confinados perfectos que en los semiconfinados. Los valores típicos serían éstos:

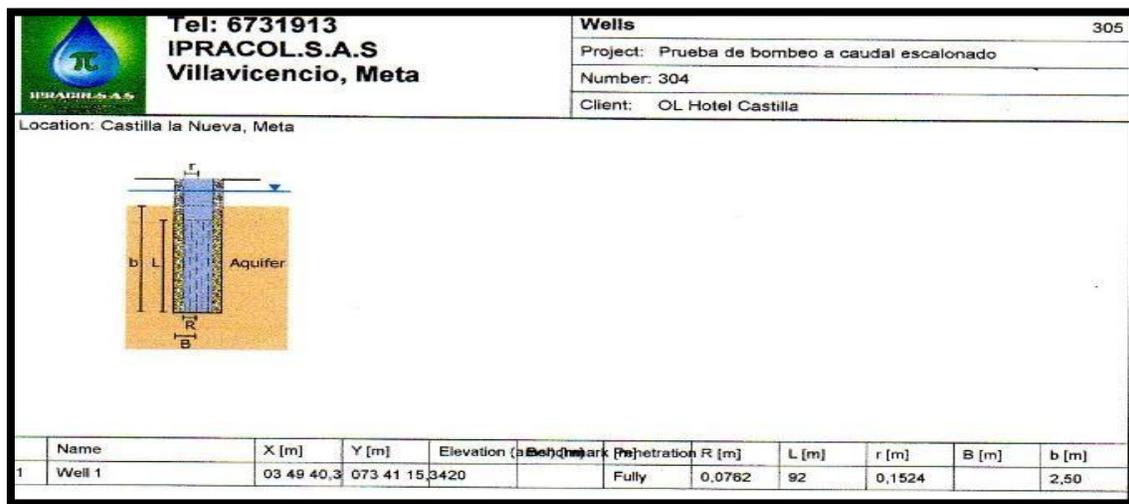
A continuación, se realiza una comparación entre el valor obtenido y los estándares siguientes, para determinar qué tipo de acuífero pertenece el pozo de estudiado.

- **Acuíferos libres**= 0,3 a 0,01 (3×10^{-1} a 1×10^{-2})
- **Acuíferos semiconfinado**= 1×10^{-3} a 1×10^{-4}
- **Acuíferos confinados**= 1×10^{-4} a 1×10^{-5}

Con base a lo anterior se puede determinar que el comportamiento del pozo muestreado presenta características de pertenecer a un **ACUÍFERO SEMICONFINADO**.

El coeficiente de almacenamiento es (S) 1.00×10^{-4} (Ver imagen 5)

Imagen 6 .Representación Gráfica del pozo Profundo



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

4.1.9. Conductividad hidráulica

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

La conductividad hidráulica es $5.67 \cdot 10^2$ m/d. (Ver imagen 5)

4.1.10. Radio de influencia

Es la distancia que hay desde el centro del pozo hasta el límite del cono de abatimiento.

Este radio depende de los parámetros hidráulicos de los acuíferos (T y S), del caudal y el tiempo de bombeo del pozo.

Este radio es mayor en los conos de abatimiento que rodean a pozos que captan acuíferos confinados y menor en los que captan acuíferos libres.

El radio de influencia es 0.08 m. (Ver imagen 5)

4.1.11. Capacidad específica

Es la relación que existe entre el caudal que se obtiene de un pozo y el abatimiento producido y se expresa en unidades de caudal por longitud, $[L^3/T/L]$. Este valor es constante para acuíferos confinados y variables para los acuíferos libres; es un término que representa el grado de eficiencia de un pozo ya que, de dos 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.

Caudal promedio escalón 1: 4.63 L/s

Caudal promedio escalón 2: 5.15 L/s

Caudal promedio escalón 3: 6.38 L/s

Abatimiento (s) escalón 1: 10.18 m

Abatimiento (s) escalón 2: 10.9 m

Abatimiento (s) escalón 3: 11.35 m

Formula de Capacidad Específica: $\frac{Q}{S}$

Capacidad especifica escalón 1:

$$\frac{Q}{S} = \frac{4.63 \text{ L/s}}{10.18 \text{ m}} = 0.45 \frac{\text{L/s}}{\text{m}}$$

Capacidad especifica escalón 2:

$$\frac{Q}{S} = \frac{5.15 \text{ L/s}}{10.9 \text{ m}} = 0.47 \frac{\text{L/s}}{\text{m}}$$

Capacidad especifica escalón 3:

$$\frac{Q}{S} = \frac{6.38 \text{ L/s}}{11.35 \text{ m}} = 0.56 \frac{\text{L/s}}{\text{m}}$$

4.1.12. Etapa de Recuperación Prueba de Bombeo Escalonada

Datos obtenidos para la prueba de recuperación

Adicionalmente se consiguió el tiempo de recuperación del pozo en estudio, al monitorear durante nueve (9) horas, lapso que tardo el pozo en recuperar el nivel estático inicial en este caso más del 98 %.

En la siguiente Tabla se registran los datos de recuperación obtenidos en campo.

Tabla 9 .Datos de campo prueba de recuperación Escalonada.

PRUEBA DE RECUPERACIÓN		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0.0	12:20:00 p. m.	13.75
0.5	12:20:30 p. m.	8.70
1.0	12:21:00 p. m.	8.10

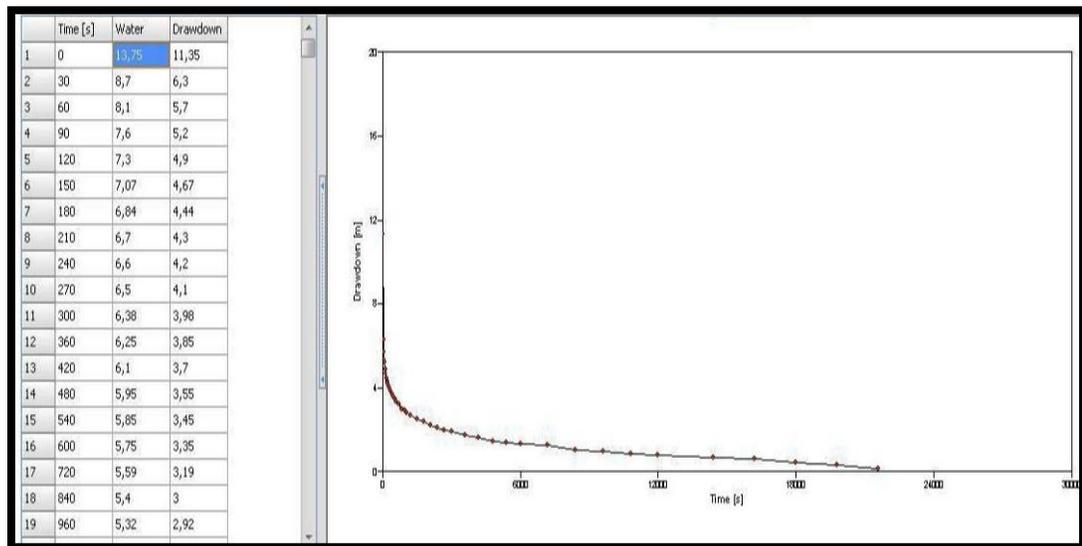
1.5	12:21:30 p. m.	7.60
2.0	12:22:00 p. m.	7.30
2.5	12:22:30 p. m.	7.07
3.0	12:23:00 p. m.	6.84
3.5	12:23:30 p. m.	6.70
4.0	12:24:00 p. m.	6.60
4.5	12:24:30 p. m.	6.50
5.0	12:25:00 p. m.	6.38
6.0	12:26:00 p. m.	6.25
7.0	12:27:00 p. m.	6.10
8.0	12:28:00 p. m.	5.95
9.0	12:29:00 p. m.	5.85
10.0	12:30:00 p. m.	5.75
12.0	12:32:00 p. m.	5.59
14.0	12:34:00 p. m.	5.40
16.0	12:36:00 p. m.	5.32
18.0	12:38:00 p. m.	5.21
20.0	12:40:00 p. m.	5.10
25.0	12:45:00 p. m.	4.92
30.0	12:50:00 p. m.	4.78
35.0	12:55:00 p. m.	4.62
40.0	1:00:00 p. m.	4.48
45.0	1:05:00 p. m.	4.38
50.0	1:10:00 p. m.	4.30
60.0	1:20:00 p. m.	4.13
70.0	1:30:00 p. m.	4.00
80.0	1:40:00 p. m.	3.86
90.0	1:50:00 p. m.	3.80
100.0	2:00:00 p. m.	3.71
120.0	2:20:00 p. m.	3.65
140.0	2:40:00 p. m.	3.44
160.0	3:00:00 p. m.	3.34
180.0	3:20:00 p. m.	3.26
210.0	3:50:00 p. m.	3.18
240.0	4:20:00 p. m.	3.09
270.0	4:50:00 p. m.	2.98
300.0	5:20:00 p. m.	2.85
330.0	5:50:00 p. m.	2.74
360.0	6:20:00 p. m.	2.51
390.0	6:50:00 p. m.	2.51
420.0	7:20:00 p. m.	2.51
480.0	8:20:00 p. m.	2.51
540.0	9:20:00 p. m.	2.51

Datos obtenidos en campo

Como se puede verificar en la tabla el tiempo total de la prueba de recuperación fue de 540 min.

Para la prueba de recuperación los datos utilizados corresponden a los datos obtenidos en campo e ingresados al software especializado como podemos observar en los siguientes gráficos:

Imagen 7 . Tiempo de etapa de recuperación del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

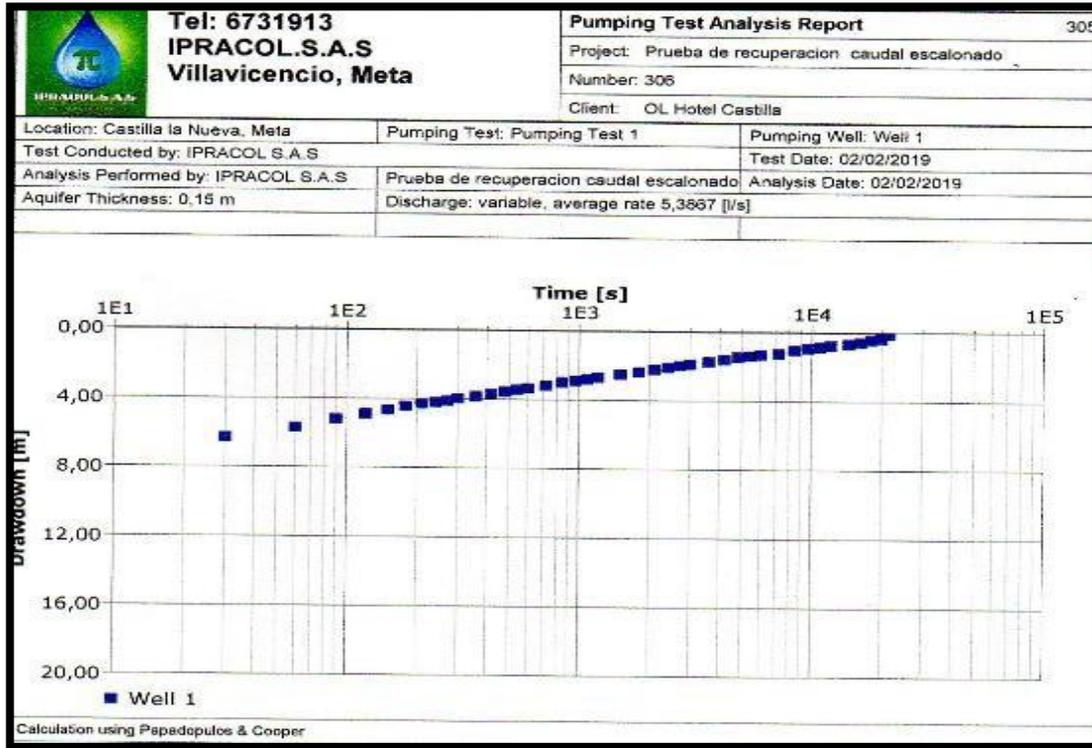
Cuando se apaga la bomba el efecto sobre el acuífero es comparable con un segundo bombeo que inyecta agua sobre el acuífero. Su tendencia es inversamente proporcional a la recta de la prueba de bombeo; lo que confirma las características del acuífero con características hidráulicas de media recarga, debido al descenso medio de los niveles en la respectiva prueba de bombeo y el tiempo de recuperación de la misma.

Imagen 8 .Datos arrojados por el software Aquifert Test Pro etapa de recuperación (Prueba de Bombeo Escalonada).

Tel: 6731913 IPRACOL.S.A.S Villavicencio, Meta		Pumping Test - Water Level Data Page 1 of 1	
Location: Castilla la Nueva, Meta		Project: Prueba de recuperacion caudal escalonado	
Test Conducted by: IPRACOL S.A.S		Number: 306	
Observation Well: Well 1		Client: OL Hotel Castilla	
Pumping Test: Pumping Test 1		Pumping Well: Well 1	
Test Date: 02/02/2019		Discharge: variable, average rate 5,3867 [m ³ /s]	
Static Water Level [m]: 2.40		Radial Distance to PW [m]: -	
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	13.75	11.35
2	30	9.70	6.30
3	60	8.10	5.70
4	90	7.60	5.20
5	120	7.30	4.90
6	150	7.07	4.67
7	180	6.84	4.44
8	210	6.70	4.30
9	240	6.60	4.20
10	270	6.50	4.10
11	300	6.38	3.98
12	360	6.25	3.85
13	420	6.10	3.70
14	480	5.95	3.55
15	540	5.85	3.45
16	600	5.75	3.35
17	720	5.59	3.19
18	840	5.40	3.00
19	960	5.32	2.92
20	1080	5.21	2.81
21	1200	5.10	2.70
22	1500	4.92	2.52
23	1800	4.78	2.38
24	2100	4.62	2.22
25	2400	4.48	2.08
26	2700	4.38	1.98
27	3000	4.30	1.90
28	3600	4.13	1.73
29	4200	4.00	1.60
30	4800	3.86	1.46
31	5400	3.80	1.40
32	6000	3.71	1.31
33	7200	3.65	1.25
34	8400	3.44	1.04
35	9600	3.34	0.94
36	10800	3.26	0.86
37	12000	3.18	0.78
38	14400	3.09	0.69
39	16200	2.98	0.58
40	18000	2.85	0.45
41	19800	2.74	0.34
42	21600	2.51	0.11

Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

Imagen 9 . Curva de abatimiento Vs. Tiempo en etapa de recuperación del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada)



Observation Well	Transmissivity [m ² /d]	Hydraulic Conductivity [m/d]	Storage coefficient	Radial Distance to PW [m]
Well 1	$8,84 \times 10^1$	$5,67 \times 10^2$	$1,00 \times 10^{-4}$	0,08

Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

4.1.13. Características Finales del Pozo Profundo

Se observan los principales parámetros hidrológicos determinados en el acuífero, durante el bombeo y recuperación del pozo profundo ubicado en OL HOTEL CASTILLA vereda Cacayal jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva departamento Meta.

Tabla 10 .Características finales del pozo profundo (Prueba de Bombeo Escalonada).

Características	N° Escalón		
	1	2	3
Nivel estático	2.40	12.58	13.30
Nivel dinámico	12.58	13.30	13.75
Abatimiento	10.18	10.9	11.35
Caudal	4.63 L/s	5.15 L/s	6.38 L/s
Caudal promedio de los tres escalones	5.39 L/s		
Tipo de acuífero	Semiconfinado		

Datos obtenidos en campo

4.2. PRUEBA DE BOMBEO A CAUDAL CONSTANTE

4.2.1. Características del Pozo

La identificación y verificación de estos datos se realizaron en el sitio de trabajo, con la ayuda de equipos especializados, en la siguiente Tabla se encontrará el resumen obtenido:

Tabla 11 . Características del pozo profundo (Prueba de Bombeo Constante).

CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO	
Profundidad del Pozo:	92 metros
Profundidad de la bomba:	34 metros
Revestimiento del pozo:	PVC RDE21 de 6"
Tubería de Succión:	PVC RDE21 de 2"
Bomba utilizada:	Franklin Electric sumergible tipo lapicero 3 HP
Acuífero:	Semiconfinado
Profundidad del nivel estático:	2.50 metros
Duración de la fase de bombeo:	600,0 minutos – (10 Horas)
Profundidad de nivel dinámico:	14.22 Metros
Duración de la fase de recuperación	420,0 minutos – (7 Horas)
Nivel de abatimiento:	11,72

Datos obtenidos en campo

4.2.2. Metodología

La metodología implementada en la ejecución de la prueba de bombeo a caudal constante, se detalla a continuación:

Se realiza una inspección previa al sitio de trabajo. En dicha visita se revisa el sistema de bombeo, se identifica el pozo profundo para determinar cuáles son los equipos necesarios para el desarrollo de esta.

- Se mide la altura de la placa de nivelación (0.30 m).
- Se toman las coordenadas y la altura sobre el nivel del mar donde se ubica el pozo profundo.
- Se mide el nivel de profundidad, estático o freático del pozo con la sonda piezométrica (2.50 m).
- Se verifica el nivel del agua que indica la sonda piezométrica y se registran los datos en los formatos para Prueba de Bombeo a caudal constante del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos-INGEOMINAS.
- Se procede a iniciar la prueba de bombeo a caudal constante en diferentes intervalos de tiempo sin parar el bombeo hasta llegar a los 600 minutos (10 horas) de tiempo completo para esta prueba.
- Al terminar la etapa de bombeo, se inicia con la etapa o prueba de recuperación con la bomba eléctrica apagada, es decir el pozo vuelve a recuperar su nivel inicial o estático estando en reposo.
- Se procede a digitalizar los datos y procesar la información en la oficina.
- Los datos son diligenciados en el software Aquifert Test Pro e interpretados por el personal encargado.

4.2.3. Análisis de datos

A continuación, se muestra el análisis de los datos obtenidos en campo con la ayuda de distintas herramientas como el software Aquifert Test Pro versión 2015.1, especializado para el procesamiento de estos.

4.2.4. Datos obtenidos en campo en prueba de bombeo a caudal constante

Se realizaron cuarenta y nueve (47) mediciones del nivel de profundidad y descensos durante el bombeo de agua a caudal (Q) constante, realizado en OL HOTEL CASTILLA municipio de Castilla La Nueva departamento del Meta, el día 25 de Enero del 2019 durante 10 horas, como se detalla a continuación:

Tabla 12. Datos de prueba de bombeo a caudal constante.

DATOS DE BOMBEO CAUDAL CONSTANTE		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0.0	7:15:00 a.m.	2.50
0.5	7:15:30 a.m.	8.02
1.0	7:16:00 a.m.	8.58
1.5	7:16:30 a.m.	8.99
2.0	7:17:00 a.m.	9.22
2.5	7:17:30 a.m.	9.42
3.0	7:18:00 a.m.	9.60
3.5	7:18:30 a.m.	9.74
4.0	7:19:00 a.m.	9.86
4.5	7:19:30 a.m.	9.99
5.0	7:20:00 a.m.	10.06
6.0	7:21:00 a.m.	10.24
7.0	7:22:00 a.m.	10.38
8.0	7:23:00 a.m.	10.50
9.0	7:24:00 a.m.	10.63
10.0	7:25:00 a.m.	10.72
12.0	7:27:00 a.m.	10.90
14.0	7:29:00 a.m.	11.05
16.0	7:31:00 a.m.	11.18
18.0	7:33:00 a.m.	11.32
20.0	7:35:00 a.m.	11.40
25.0	7:40:00 a.m.	11.76
30.0	7:45:00 a.m.	11.80
35.0	7:50:00 a.m.	11.95
40.0	7:55:00 a.m.	12.10
45.0	8:00:00 a.m.	12.19
50.0	8:05:00 a.m.	12.32
60.0	8:15:00 a.m.	12.45
70.0	8:25:00 a.m.	12.60

80.0	8:35:00 a.m.	12.74
90.0	8:45:00 a.m.	12.89
100.0	8:55:00 a.m.	13.07
120.0	9:15:00 a.m.	13.18
140.0	9:35:00 a.m.	13.32
160.0	9:55:00 a.m.	13.45
180.0	10:15:00 a.m.	13.60
210.0	10:45:00 a.m.	13.75
240.0	11:15:00 a.m.	13.84
270.0	11:45:00 a.m.	13.90
300.0	12:15:00 p.m.	13.99
330.0	12:45:00 p.m.	14.10
360.0	1:15:00 p.m.	14.20
390.0	1:45:00 p.m.	14.22
420.0	2:15:00 p.m.	14.22
480.0	3:15:00 p.m.	14.22
540.0	4:15:00 p.m.	14.22
600.0	5:15:00 p.m.	14.22

Datos obtenidos en campo

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el pozo profundo descendió 14.22 metros (m) durante un total de 10 horas de bombeo de agua con un caudal constante 6.40 L/s por tubería RDE 21 de 2”.

4.2.5. Cálculo del caudal

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 42 Litros, obteniendo los siguientes resultados.

Volumen del recipiente de aforo: 42 Litros

Tabla 13 .Cálculo del Caudal en prueba a caudal constante.

N° Aforo	Tubería salida	Tiempo de llenado (s)
1	(2") PVC	6.65
2		6.54
3		6.49
Promedio:		6.56 s

Datos obtenidos en campo

$$\text{Formula de Caudal } Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{42 L}{6.56 s}$$

$$Q = 6.40 L/s$$

4.2.6. Sistematización de la información

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

Imagen 10 .Datos de entrada durante el bombeo a caudal constante.

Project information

Project Name: Prueba de bombeo caudal constante

Project No.: 300

Client: OL Hotel Castilla

Location: Castilla la Nueva, Meta

Units

Site Plan: m Dimensions: m

Time: s Discharge: l/s

Transmissivity: m²/d Pressure: mm Hg

Convert existing values

Pumping Test

Name: Pumping Test 1

Performed by: IPRACOL S.A.S

Date/Time: 02/02/2019 12:00:00 a.m.

Aquifer Properties

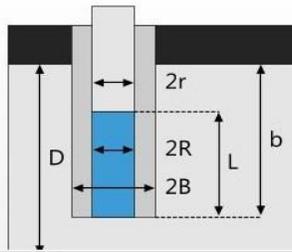
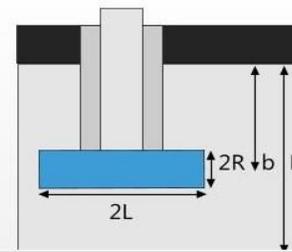
Thickness [m]: 0,1524

Type: Unknown

Bar. Eff. (BE):

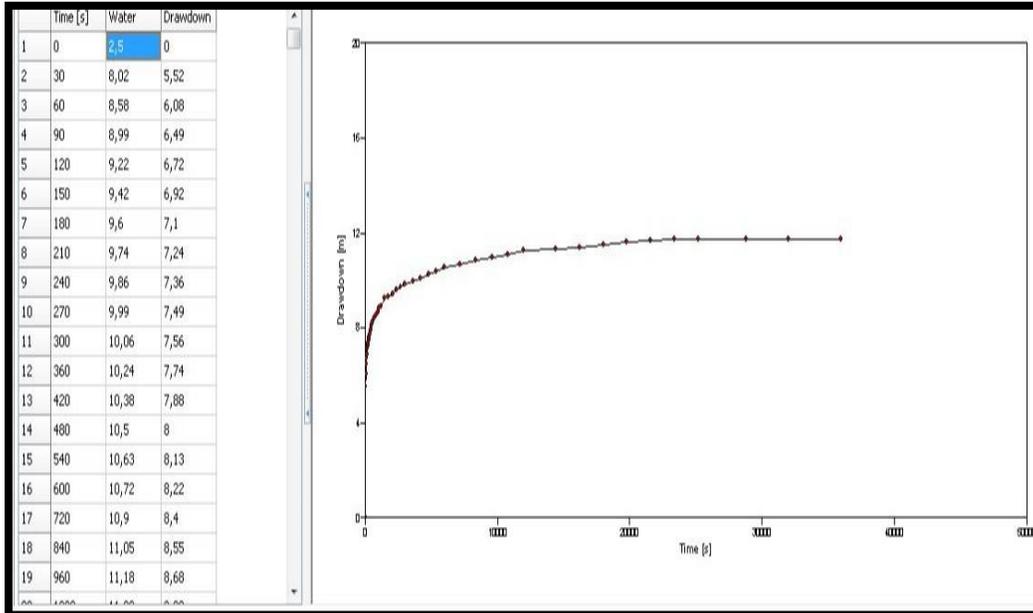
	Name	Type	X [m]	Y [m]	Elevation (a)	Benchmark [Penetration	R [m]	L [m]	b [m]	r [m]
1	Well 1	Pumping Well	03 49 40,3	073 41 15,3	420		Fully	0,0762	92	2,50	0,1524

[Click here to create a new well](#)

Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

Imagen 11 .Curva de datos y generación de gráfica de bombeo.

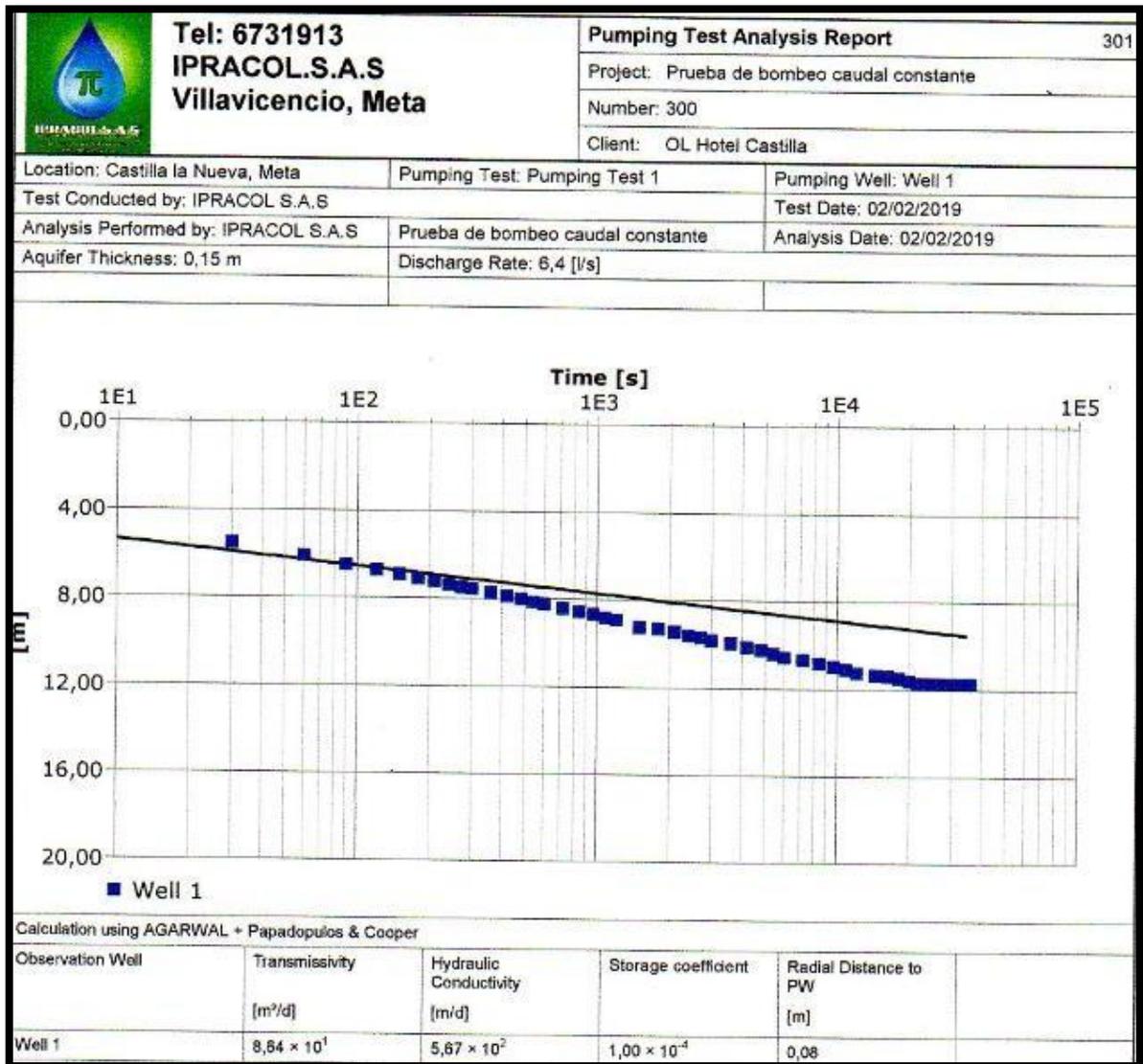


Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

4.2.7. Cálculos de Parámetros Hidrogeológicos

Basado en los ajustes gráficos de los datos tomados en campo a curvas establecidas, y mediante la aplicación del software Aquifert Test Pro versión 2015.1, obtuvimos los resultados que a continuación citaremos tales como: Transmisividad (T), Conductividad hidráulica y Coeficiente de almacenamiento del acuífero (S); al igual el programa para mayor comprensión de los cálculos generados, nos ofrece una gráfica de los parámetros hidrológicos obtenidos.

Imagen 12 .Transmisividad, Conductividad hidráulica, Coeficiente de almacenamiento y radio de influencia del pozo profundo.



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

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

4.2.8. Transmisividad

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

La transmisividad (T) calculada es de $8,64 \times 10^1 \text{ m}^2/\text{día}$. (Ver imagen 12).

Tabla 14. Valores de transmisividad.

T (m²/día)	Calificación estimada	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Pozos de menos de 1 l/s
10 < T < 100	Baja	Pozos entre 1 y 10 l/s
100 < T < 500	Media a alta	Pozos entre 10 y 50 l/s
500 < T < 1000	Alta	Pozos entre 50 y 100 l/s
T > 1000	Muy alta	Pozos superiores a 100 l/s

Fuente: (Universidad Jaime I, 2016)

Según el dato obtenido dado por el software especializado con valor de $T: 8,64 \times 10^1 \text{ m}^2/\text{día}$, 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 pozos entre 1 y 10 l/s lo que nos indica que no es recomendable extraer más de 10 l/s del mismo y que el pozo presenta una doble porosidad.

4.2.9. Coeficiente de almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento es la porosidad eficaz, adimensional (volumen/volumen), y los valores que presenta son mucho más bajos en los confinados perfectos que en los semiconfinados. Los valores típicos serían éstos:

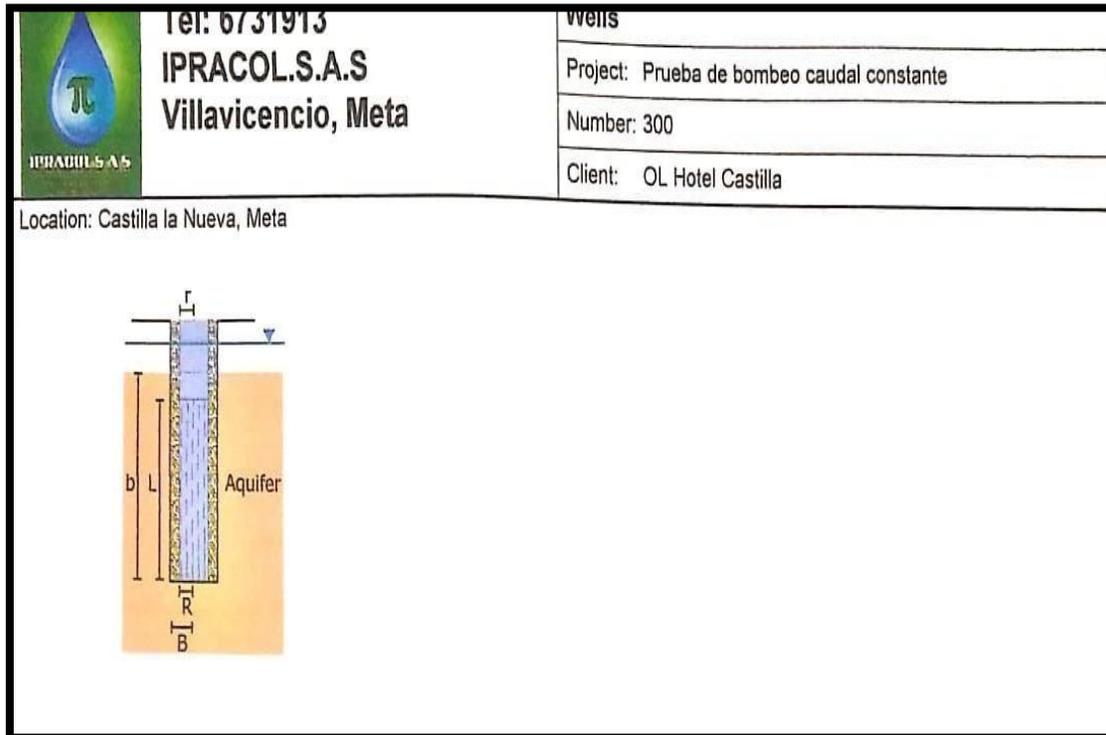
A continuación, se realiza una comparación entre el valor obtenido y los estándares siguientes, para determinar qué tipo de acuífero pertenece el pozo de estudiado.

- Acuíferos libres= 0,3 a 0,01 (3×10^{-1} a 1×10^{-2})
- Acuíferos semiconfinado= 1×10^{-3} a 1×10^{-4}
- Acuíferos confinados= 1×10^{-4} a 1×10^{-5}

Con base a lo anterior se puede determinar que el comportamiento del pozo muestreado presenta características de pertenecer a un **ACUÍFERO SEMICONFINADO**.

El coeficiente de almacenamiento (S) es 1.00×10^{-4} (ver imagen 14).

Imagen 13 .Representación Gráfica del pozo Profundo (Prueba de Bombeo a Caudal Constante) generada por el software Aquifert Test Pro.



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

4.2.10. Conductividad hidráulica

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

La conductividad hidráulica es 5.67×10^2 m/d. (Ver imagen 14).

4.2.11. Radio de influencia

Es la distancia que hay desde el centro del pozo hasta el límite del cono de abatimiento.

Este radio depende de los parámetros hidráulicos de los acuíferos (T y S), del caudal y el tiempo de bombeo del pozo.

Este radio es mayor en los conos de abatimiento que rodean a pozos que captan acuíferos confinados y menor en los que captan acuíferos libres.

El radio de influencia del pozo profundo es de 0.08 metros. (Ver imagen 12).

4.2.12. Capacidad específica

Es la relación que existe entre el caudal que se obtiene de un pozo y el abatimiento producido y 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 pozo ya que, de dos 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.

Caudal promedio de la prueba (Q): 6.40 L/s.

Abatimiento (s): 11.72 metros.

Formula de Capacidad Específica: $\frac{Q}{S}$

Capacidad especifica:

$$\frac{Q}{S} = \frac{6.40 \text{ L/s}}{11.72 \text{ m}} = 0.55 \frac{\text{L/s}}{\text{m}}$$

4.2.13. Etapa de Recuperación Prueba de Bombeo Caudal Constante

Datos obtenidos en campo para etapa de recuperación

Adicionalmente se consiguió el tiempo de recuperación del pozo en estudio, al monitorear durante siete (7) horas, lapso que tardó el pozo en recuperar el nivel estático inicial en este caso el 98% del nivel estático del acuífero, de este momento se obtuvieron los siguientes datos detallados en la siguiente tabla:

Tabla 15. Datos de campo etapa de recuperación (Prueba de Bombeo Constante).

DATOS DE RECUPERACIÓN		
Intervalo de tiempo sugerido	Hora	Profundidad del nivel (m)
0	5:15:00 p. m.	14.22
0.5	5:15:30 p. m.	10.20
1	5:16:00 p. m.	9.30
1.5	5:16:30 p. m.	8.72
2	5:17:00 p. m.	8.28
2.5	5:17:30 p. m.	8.00
3	5:18:00 p. m.	7.80
3.5	5:18:30 p. m.	7.56
4	5:19:00 p. m.	7.37
4.5	5:19:30 p. m.	7.28
5.0	5:20:00 p. m.	7.20
6.0	5:21:00 p. m.	7.00
7.0	5:22:00 p. m.	6.85
8.0	5:23:00 p. m.	6.69
9.0	5:24:00 p. m.	6.55

10.0	5:25:00 p. m.	6.45
12.0	5:27:00 p. m.	6.27
14.0	5:29:00 p. m.	6.12
16.0	5:31:00 p. m.	5.98
18.0	5:33:00 p. m.	5.81
20.0	5:35:00 p. m.	5.64
25.0	5:40:00 p. m.	5.49
30.0	5:45:00 p. m.	5.32
35.0	5:50:00 p. m.	5.15
40.0	5:55:00 p. m.	4.95
45.0	6:00:00 p. m.	4.75
50.0	6:05:00 p. m.	4.55
60.0	6:15:00 p. m.	4.35
70.0	6:25:00 p. m.	4.15
80.0	6:35:00 p. m.	3.95
90.0	6:45:00 p. m.	3.75
100.0	6:55:00 p. m.	3.55
120.0	7:15:00 p.m.	3.35
140.0	7:55:00 p. m.	3.15
160.0	8:15:00 p.m.	2.95
180.0	8:35:00 p. m.	2.83
210.0	9:05:00 p. m.	2.54
240.0	9:35:00 p. m.	2.54
270.0	10:05:00 p. m.	2.54
300.0	10:35:00 p. m.	2.54
330.0	11:05:00 p. m.	2.54
360.0	11:35:00 p. m.	2,54
390.0	12:05:00 a. m.	2,54
420.0	12:35:00 a. m.	2,54

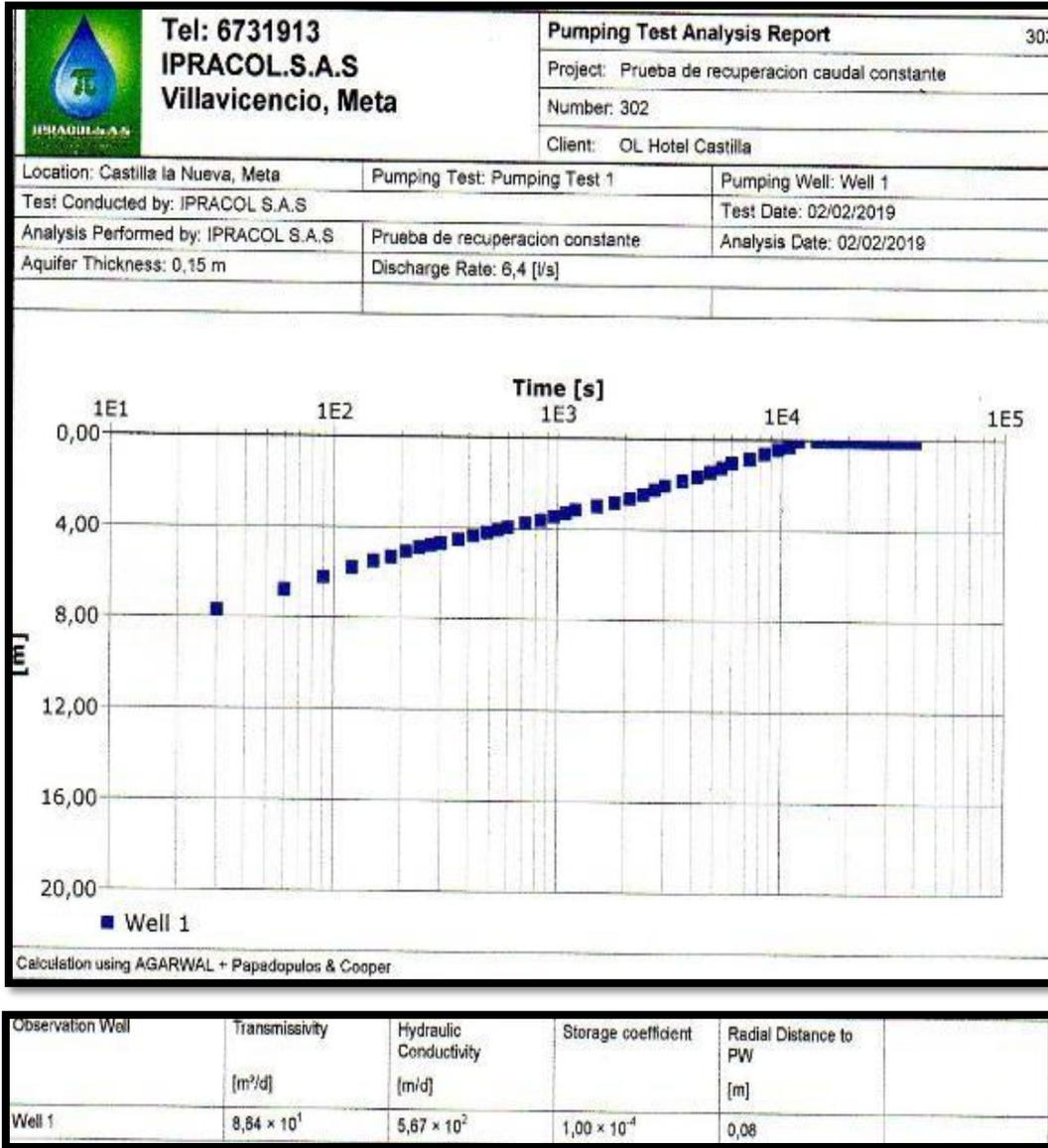
Datos obtenidos en campo

Como se puede verificar en la tabla anterior el tiempo total de recuperación y llegar al nivel de estabilidad del agua dentro del pozo profundo fue de 420 minutos equivalente a 7 horas.

Para la prueba de recuperación los datos utilizados 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 14 .Datos arrojados por el software Aquifert Test Pro etapa de Recuperación Constante.



Nota: Recuperado de software Aquifert Test Pro

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

Imagen 16, la tendencia es inversamente proporcional a la recta de la prueba 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 prueba de bombeo y el tiempo de recuperación de la misma.

4.2.14. Características Finales del Pozo 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 el bombeo y recuperación del pozo profundo ubicado en OL HOTEL CASTILLA.

Tabla 16 .Características finales del pozo profundo (Prueba de Bombeo Constante).

CARACTERÍSTICAS DEL POZO PROFUNDO	
Nivel estático:	2.50 metros
Nivel dinámico:	14.22 metros
Abatimiento:	11.72 metros
Caudal:	6.40 L/s
Tipo de acuífero:	semiconfinado

Datos obtenidos en campo

4.2.15. Caudal Recomendado en Explotación

Los datos obtenidos en campo y a los análisis de estos efectuados en el software Aquifert Test Pro versión 2015.1, nos indica que es un acuífero semiconfinado que posee características muy particulares como la transmisividad constante, también que poseen poca permeabilidad; de acuerdo con los valores de la Tabla 15 encontramos que la calificación estimada para este pozo profundo es baja ya que se encuentra entre el rango de $10 < T < 100$ lo que corresponde pozos entre 1 y 10 L/s, lo que nos indica que no es recomendable extraer más de 10 L/s del mismo. A partir de estos resultados se recomienda mantener el caudal actual con el fin de

no sobre explotar el recurso hídrico del pozo profundo ubicado en OL HOTEL CASTILLA municipio de Castilla La Nueva departamento Meta.

4.3. NECESIDAD DE CONSUMO

4.3.1. Información General del Área de Estudio

Tabla 17. Información general OL HOTEL CASTILLA

OL HOTEL CASTILLA	
Nombre del establecimiento	OL HOTEL CASTILLA
Nombre o razón social	Inversiones OLPER S.A.S
Nit	900465969-1
Localización geo referenciada	N: 03°49'42.23" W: 073°41'15.65"
Área	7.823 m ²
N° de Personas	27 personas laboran actualmente en el OL HOTEL CASTILLA. <ul style="list-style-type: none"> • 5 : Camareras • 5 : auxiliares de cocina • 5: meseras • 4: recepcionistas • 1: Hs • 1: Jardinería • 2: Mantenimiento

	<ul style="list-style-type: none"> • 1: Directora Financiera • 1: Gerente • 1: Administradora • 1: Director comercial
Jornada laboral	<p>En el OI HOTEL CASTILLA, se manejan los horarios por dependencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alojamiento: el Horario que los huéspedes más frecuentan es de (11:00 Am – 7:00) Pm. • Recepción: (6:00 Am - 2:00 p m) (2:00 Pm – 10:00 Pm) (10:00 Pm – 6:00 Am) • Área de cocina y Meseros: (12:00 Am- 9:00 Pm) • Mantenimiento: (7:00 Am – 4:00 Pm) • Oficina: (8:00 Am – 5:00 Pm)
Días de trabajo	7 días a la semana. De Lunes a Domingo

Datos obtenidos en campo

4.3.2. Descripción Fuente Hídrica

Tabla 18. *Descripción fuente hídrica.*

FUENTE HÍDRICA	Subterránea – Pozo profundo
DIMENSIONES	92 metros de profundidad
REVESTIMIENTO	PVC RDE 21 de 6”
USO	Domestico

Posee una bomba sumergible de referencia franklin Electric tipo lapicero de 3 HP, con una tubería de succión PVC RDE21 de 2”, para luego ser almacenada en un tanque de almacenamiento en donde se procede a la correspondiente distribución en las diferentes áreas del Hotel por medio de dos electrobombas de referencia siemens de 5 HP por medio de una tubería de 1”.

Datos obtenidos en campo

4.3.3. Número de Usuarios del Sistema

Tabla 19. Usuarios del sistema

SERVICIOS PRESTADOS
La siguiente información fue suministrada por la administración del HOTEL (OL HOTEL CASTILLA).
Alojamiento de los huéspedes
<p>El Hotel (OL HOTEL CASTILLA) cuentan actualmente con 40 Habitaciones distribuidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • PRIMER PISO: Cuenta con (3) habitaciones cada una cuenta con baño privado, se destinan para las personas que presenten discapacidad. • SEGUNDO PISO: Cuenta con (35) habitaciones cada una cuenta con baño privado. • TERCER PISO: cuenta con (2) suite con su respectivo baño privado. <p>El OL HOTEL CASTILLA está capacitado para hospedar a un total de 80 personas por día, cada uno hace uso del recurso hídrico empleado en diferentes actividades como el uso de sanitarios, ducha y lavamanos.</p>
Aseo general del establecimiento y Lavandería
Se realiza limpieza diaria de cada cuarto donde se ha hospedado el turista, incluyendo actividades como aseo de habitaciones, lavado de toallas y tendidos de camas.
Uso personal de agua de los trabajadores
27 personas laboran actualmente en el OL HOTEL CASTILLA, distribuidos anteriormente en la tabla 2. (Información general), los cuales cada uno utiliza el recurso hídrico durante su jornada laboral.

Datos obtenidos en campo

Teniendo en cuenta las actividades que se realizan en el OL HOTEL CASTILLA, se procede a realizar los cálculos de la demanda hídrica se establece con la siguiente información:

Tabla 20. Dotación Neta por habitante.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MAXIMA (L/HAB*DIA)
>2000 m. s. n. m	120
1000-2000 m. s. n. m.	130
<1000 m. s. n. m.	140

Fuente: (Resolucion 0330, 2017)

Tomando como base la Resolución se determina que la dotación neta por habitante del OL HOTEL CASTILLA es de 140 (L/hab-día)

4.3.4. Demanda de agua por población

Se toma como referencia un consumo de agua según la resolución 0330 del 2017 y el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000) de 140 (L/hab-día).

$$D_{bruta} = d_{neta}/(1 - \%p)$$

$$D_{bruta} = 140 (L/hab * dia)/(1 - 25\%)$$

$$D_{bruta} = 186.7 L/hab * dia$$

4.3.5. Caudal medio diario

Es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

Se especifica que el OL HOTEL CASTILLA, cuenta con una capacidad máxima para hospedar a un total de 80 personas por día, a su vez cuentan con 27

personas que desempeñan diferentes actividades en el Hotel. Para un total de 107 personas en total entre los empleados y los huéspedes

$$Q_{md} = \frac{D_{bruta}}{86400}$$

$$Q_{md} = 107 \text{ hab} * 186.7 / \text{hab. dia} / 86400$$

$$Q_{md} = 0.231 \text{ Litro/seg}$$

4.3.6. Caudal máximo diario:

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. (RAS2000).

Tabla 21. Coeficiente de consumo máximo diario, k_1 , según el Nivel de Complejidad del Sistema

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	COEFICIENTE DE CONSUMO MAXIMO DIARIO-K1
BAJO	1.30
MEDIO	1.30
MEDIO ALTO	1.20
ALTO	1.20

Fuente: (RAS2000)

$$QMD = Q_{md} \cdot k_1$$

$$QMD = 0.231 \text{ L/seg} * 1.30$$

$$QMD = 0.30 \text{ L/seg}$$

4.3.7. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. (RAS2000).

Tabla 22. Coeficiente de consumo máximo horario, k_2 , según el Nivel de Complejidad del Sistema y el tipo de red de distribución.

NIVEL DE COMPLEJIDAD DEL SISTEMA	RED MENOR DE DISTRIBUCIÓN	RED SECUNDARIA	RED MATRIZ
BAJO	1.60	-	-
MEDIO	1.60	1.50	-
MEDIO ALTO	1.50	1.45	1.40
ALTO	1.50	1.45	1.40

Fuente: (RAS2000)

$$QMH = QMD \cdot K_2$$

$$QMH = 0.30 \cdot 1.60$$

$$QMH = 0.48 \text{ L/seg}$$

Tabla 23 .Demanda Hídrica.

CONSUMO APROXIMADO DE AGUA POR PERSONA/DÍA	
ACTIVIDAD	CONSUMO DE AGUA
Lavar la ropa	60-100 litros
Limpiar la casa	15-40 litros
Limpiar la vajilla a máquina	18-50 litros
Limpiar la vajilla a mano	100 litros
Cocinar	6-8 litros
Darse una Ducha	35-70 litros
Bañarse	200 litros

Lavarse los dientes	30 litros
Lavarse los dientes (cerrando el grifo)	1,5 litros
Lavarse las manos	1-1,5 litros
Lavar el coche con manguera	500 litros
Descargar la cisterna	10-15 litros
Media descarga de cisterna	6 litros
Riego de jardines	10 litros
Beber	1,5 litros

Fuente: Proyecto de acuerdo 084 de 2010.

4.3.8. Aseo general del establecimiento y lavandería

De acuerdo con las especificaciones que se mencionan en la tabla 9 se toman dos actividades principales en el aseo del hotel y lavandería:

Tabla 24. Consumo de agua diario de aseo del hotel y lavandería.

Actividad	Cantidad	Consumo L/día <i>Fuente: Proyecto de acuerdo 084 de 2010</i>	Total
Lavar la ropa (tendidos-toallas)	40 habitaciones	80	3200 L/día
(aseo general de cuartos)	40 habitaciones	40	1600 L/día
TOTAL			4800 L/día

Fuente: Proyecto de acuerdo 084 de 2010.

Teniendo en cuenta la información anterior del aseo general que se realiza a diario en el hotel (limpieza de cuartos, lavado de baños y lavandería), el consumo de agua es de= 4800 L/día = 0.055 L/s

4.3.9. Oficios varios (Cocina, riego de jardín)

De acuerdo con las especificaciones que se mencionan en la tabla 9 se toman dos actividades principales en el OL HOTEL CASTILLA.

Tabla 25. Consumo de agua diario de (Cocina, riego de jardín)

Actividad	Cantidad	Consumo L/día <i>Fuente: Proyecto de acuerdo 084 de 2010</i>	Total
Cocinar	3	8 Litros	24 L/día
Riego de Jardín	2	10 Litros	20 L/día
TOTAL			44 L/día

Fuente: Proyecto de acuerdo 084 de 2010.

4.3.10. Consumo total

- El consumo de agua para las 107 personas aproximadamente entre los huéspedes y los empleados es de = 0.48 L/Seg = 41,472 L/día
- El consumo de agua del aseo general que se realiza a diario en el hotel (limpieza de cuartos, lavado de baños y lavandería), es de= 0.055 L/Seg = 4800 L/día.
- El consumo de agua en cuanto al uso de la cocina y riego de jardín en el Hotel es de = 0.0005 L/Seg = 44 L/día.

*Consumo total huespedes y empleados(L/dia) + Consumo total aseo y lavanderia(L/dia)
+ Consumo del uso de la cocina y riego de jardin (L/dia) =*

$$22204,8 \left(\frac{\text{litros}}{\text{dia}}\right) + 4800 \left(\frac{\text{litros}}{\text{dia}}\right) + 44 \left(\frac{\text{litros}}{\text{dia}}\right) = 27048,8 \frac{L}{\text{dia}} = 0,313 \frac{L}{S}$$

Adicionalmente se incluye un 30% para el mantenimiento de la piscina del hotel (OL HOTEL CASTILLA).

$$0,313 \frac{L}{S} \times 30\% = 0.093 L/Seg$$

$$0.093 + 0.313 = 0.406 \frac{L}{Seg} = 35078,4 L/Dia$$

4.4. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Identificación de fuentes hídricas subterráneas (pozos profundos y aljibes) a partir del punto de estudio en el OL HOTEL CASTILLA, en un radio de 200 metros alrededor, dando mención a el Expediente N° PM-GA 3.37.2.6.012.020 y artículo segundo exigido por CORMACARENA, como cumplimiento a lo establecido en permisos de concesión de aguas subterráneas por parte de la empresa Inversiones OLPER S.A.S. identificada con NIT. 232-30992. ubicado en la calle 8 N° 3-54 Av. nuevo milenio, Manzana F, jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva departamento Meta

Imagen 15. Ubicación Geográfica de Pozos profundos y aljibes entre un radio de 200 Metros alrededor del punto de estudio.



Fuente: (Google earth pro, 2019)

Tabla 26. Identificación de Predios Aledaños

NOMBRE DEL SITIO	N	W
Cementerio	3°49'37.94"N	73°41'11.88"O
Droguería	3°49'43.94"N	73°41'19.11"O
Construcción Parque Biblioteca Pública Municipal	3°49'43.04"N	73°41'18.95"O
Establecimientos públicos	3°49'43.61"N	73°41'19.35"O
Droguería La Economía	3°49'42.43"N	73°41'20.36"O
Polideportivo	3°49'41.86"N	73°41'19.72"O
Club de billares	3°49'41.73"N	73°41'20.38"O
Establecimientos públicos brisas del Llano	3°49'41.65"N	73°41'20.43"O
Panadería y pastelería Trigo y café	3°49'40.16"N	73°41'20.78"O
Ferretería B&K	3°49'39.86"N	73°41'20.45"O
Miscelánea	3°49'39.66"N	73°41'20.19"O
Colegio	3°49'40.91"N	73°41'18.38"O
Licorera Milenium	3°49'38.64"N	73°41'18.56"O
Establecimientos Públicos 2	3°49'38.47"N	73°41'18.22"O
Tienda	3°49'38.03"N	73°41'17.46"O
Plazoleta	3°49'40.77"N	73°41'15.43"O
Vivienda 1	3°49'37.31"N	73°41'12.74"O
Vivienda 2	3°49'37.89"N	73°41'17.19"O
Vivienda 3	3°49'35.83"N	73°41'13.96"O
Vivienda 4	3°49'35.61"N	73°41'13.50"O
Vivienda 5	3°49'34.94"N	73°41'16.42"O
Vivienda 6	3°49'35.88"N	73°41'17.93"O

Datos obtenidos en campo

Analizando los predios aledaños al punto de estudio (OL HOTEL CASTILLA), se determina que los puntos mencionados en la tabla anterior no presentan aljibes ni pozos profundos debido a que todos los predios se encuentran conectados a la empresa Aguas de Castilla S.A. E.S.P. quien es la encargada de la prestación de los servicios de Acueducto, Alcantarillado, Aseo, así como la administración, operación mantenimiento y construcción de acueductos y alcantarillados, la purificación de aguas, construcción de redes de conducción y distribución de agua potable, lluvias y negras, la recolección de residuos sólidos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, transporte y disposición final de los mismos.

En el área urbana el 87% de las viviendas del municipio de Castilla La Nueva, cuentan con el servicio de acueducto, igualmente el 87% tienen acceso a las redes de alcantarillado según el informe de caracterización del municipio de castilla la nueva, departamento del meta en el año 2011, razón por la cual en el momento de la visita técnica no se evidencio que en los predios aledaños al punto de estudio contaran con pozos profundos ni aljibes.

4.5. CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

Las actividades que se realizaron para la descripción general del pozo profundo, fueron realizadas por profesionales competentes en el área, para lo cual se tomaron todas las medidas de seguridad con la finalidad de cumplir a cabalidad las condiciones dispuestas por la corporación y la descripción se realizó de la siguiente manera:

4.5.1. Sistemas de captación

La captación se realiza por medio de un pozo profundo, el cual tiene una profundidad de 92 metros, con un revestimiento de 6, posee una bomba sumergible tipo lapicero de referencia FRANKLIN ELECTRIC de 3 Hp a una profundidad de 34 metros, una tubería de succión PVC RDE 21 de 2" y de conducción de PVC RDE 21 de 2".

4.5.2. Conducción

Para extraer el agua del pozo profundo se cuenta con una bomba sumergible tipo lapicero de 3 Hp a una profundidad de 92 metros, con una tubería de succión de PVC RDE 21 de 2", la cual conduce el agua hasta la salida del pozo profundo, en donde se encuentra un codo de 2" que conduce el agua hasta el tanque subterráneo sin cambiar de diámetro, del tanque subterráneo el agua es succionada por dos electrobombas marca Siemens de 5 Hp cada una, para conducir por tubería de 1".

4.5.3. Derivación

De la tubería de 1" que va desde la salida de las electrobombas, hace un recorrido por la parte externa del hotel, para distribuir el agua en todas las áreas que se requiere como lo son: 4 cabañas, en el primer piso tiene 3 habitaciones, en el segundo piso tiene 35 habitaciones y en el tercer piso tiene 2 suites. Esta tubería de 1" suministra agua a estas estructuras, además de los baños, cocina, y zonas verdes del hotel, al llegar a cada estructura se hace una derivación para reducir el diámetro de la tubería a 1/2".

4.5.4. Restitución de sobrantes

No se presenta restitución de sobrantes, ya que el agua utilizada en las diferentes áreas es vertida al sistema de alcantarillado.

4.5.5. Distribución

La tubería de conducción que va desde la salida de las electrobombas a la infraestructura del hotel es de 1", la cual atraviesa el hotel desde el primer piso hasta el tercer piso. Suministrando agua a las habitaciones, cabañas, cocina y baños que se encuentran en el primer, el segundo y tercer piso; además de la cocina y baños.

4.5.6. Drenaje

El agua residual que se presenta en las diferentes áreas del hotel es conducida por medio de tuberías hasta el sistema de alcantarillado, con el que se cuenta actualmente.

Sobre las inversiones y términos en las que se van a realizar.

Descripción	
Costo	Valor
Estudios y diseños	3.000.000
Obras civiles	4.000.000
Plan de manejo ambiental	3.000.000
Costo de inversión.	8.000.000
Avaluó catastral	552.000
Costos de operación	5.000.000
Mano de obra	4.000.000
Pagos de servicios.	3.200.000
Total con el avalúo catastral	30.752.000

CAPITULO 5. RESULTADOS

5.1. Resultados de laboratorio

Imagen 16. Resultado de laboratorio





RESULTADO DE ANÁLISIS

Página 1 de 1 T.A. 32069

MUESTRA No. 1 Solicitante: INVERSIONES OLPER S.A.S. Contacto: HAROLD GARCIA Clase de muestra: Agua cruda Fecha de toma: 2019/07/18 Departamento: Meta Vereda/Barrio: Vereda Cayacal Punto: Salida de Pozo profundo N: 03°49'40.3" W: 073°41'15.3" Fecha de Recepción : 2019/07/18	Plan de monitoreo : N.A. Dirección: Calle 8 N° 3-54 Av. nuevo millenio Teléfonos: 6751212 Tipo de muestra: Puntual Hora de Toma: 10:40 Municipio: Castilla la nueva Fuente: Pozo profundo Lugar de muestreo: Calle 8 N° 3-54 Av. nuevo millenio	
--	--	--

Fecha de emisión del reporte: 2019/08/05

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
PARAMETRO	UNIDAD	METODO	VALOR MAXIMO ACEPTABLE	RESULTADO
ALCALINIDAD TOTAL ⁺	mg CaCO ₃ /L	SM 2320 B	200	37
CALCIO	mg Ca/L	SM 3500 Ca B	60	15
CLORO RESIDUAL LIBRE ⁻	mg Cl ₂ /L	SM 4500 Cl F	0,3 -2,0	<0,1
CLORUROS	mg Cl ⁻ /L	SM 4500 Cl ⁻ C	250	3
COLOR APARENTE	UPC	SM 2120 B	15	<5
CONDUCTIVIDAD [*]	µS/cm	SM 2510 B	1.000	122,2
DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /L	SM 2340 C	300	47
HIERRO TOTAL	mg/Fe/L	SM 3500 Fe B	0,3	0,5
MAGNESIO	mg Mg/L	SM 3500 Mg B	36	1
NITRATOS	mg NO ₃ /L	SM 4500 NO ₃ B	10	11,16
NITRITOS	mg NO ₂ /L	SM 4500 NO ₂ B	0,1	<0,08
pH ⁺	UND	SM 4500 H ⁺ B	6,5-9,0	6,18
SULFATOS	mg SO ₄ /L	EPA 375.4	250	14
TURBIDEZ	NTU	SM 2130 B	2	3,5
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes totales	NMP/100mL	SM 9223 B	0	1965
Escherichia coli	NMP/100mL	SM 9223 B	0	21

^{*} Parámetro medido en el laboratorio.
⁺pH 4,35 Después de la titulación.

INTERPRETACION: Como orientación al usuario se comparan los resultados con la resolución 2115 de 2007.



NOÉ FRANCISCO JIMÉNEZ M.
Jefe de Laboratorio
C.O.1.0356



LORENA MARTÍNEZ
Microbióloga

Los resultados indicados como < (menor que) corresponden a los límites de detección de los métodos de ensayo.
Muestreo realizado por EL SOLICITANTE
Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de TECNOAmbiental S.A.S.

TF0057/REV/7/ FIN DEL RESULTADO

Calle 40 No 25 - 91 Barrio El Emporio - Villavicencio - Telefax: 664 1235 / 664 3618
E-mail: tecnoambiental_sas@yahoo.com

Las muestras de agua cruda fueron analizadas por el laboratorio TECNO Ambiental S.A.S. ubicado en la ciudad de Villavicencio Meta. Basándose en la resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.

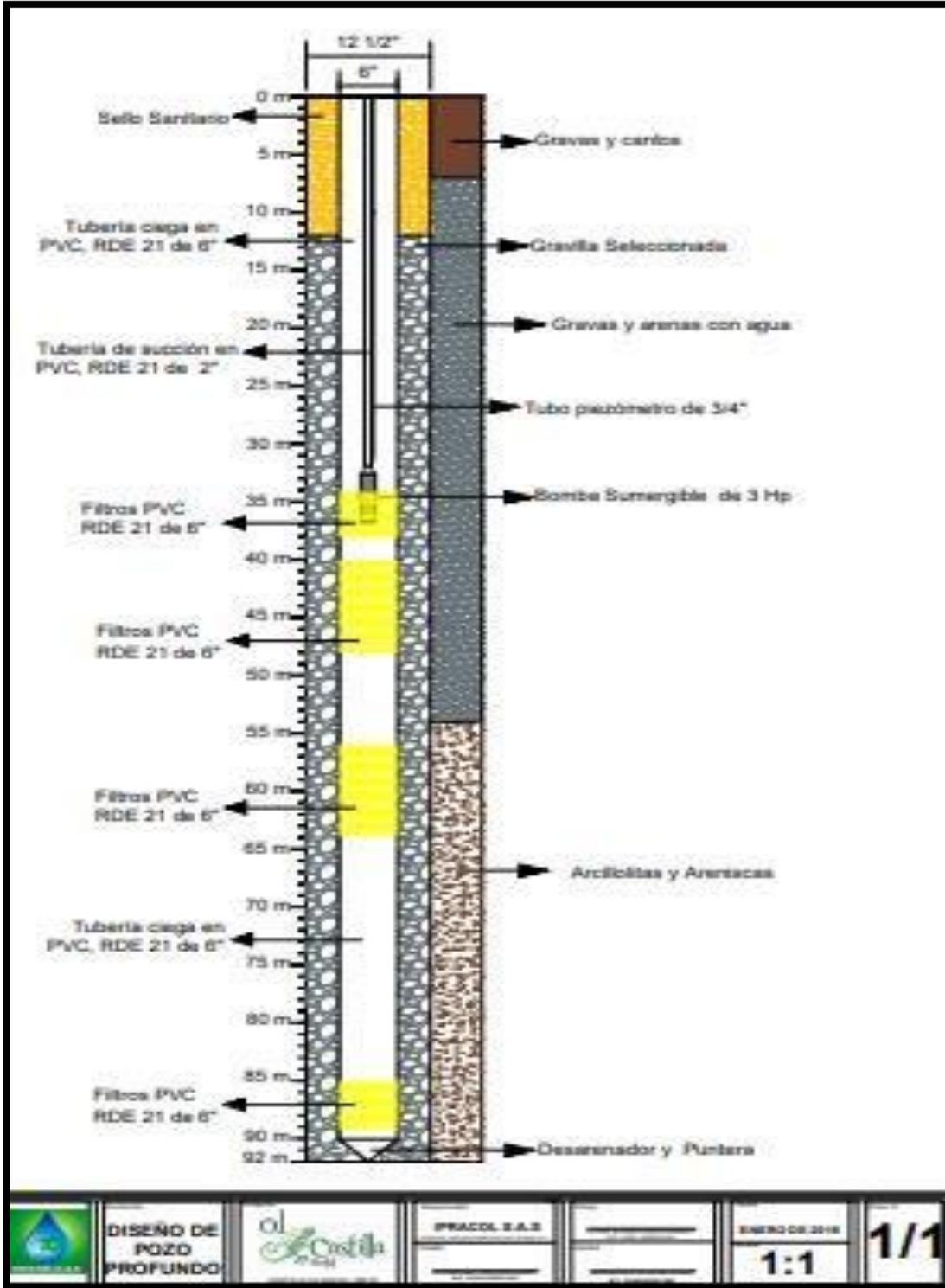
El agua obtenida en el pozo profundo cumple en gran medida con lo exigido en la norma, teniendo en cuenta de que esta agua no será para consumo humano sino para actividades domésticas de aseo personal y del establecimiento. Para tal caso se tiene proyectada la realización de una Planta de tratamiento de agua potable.

De los parámetros analizados los únicos que presentan valores por encima de la norma son: hierro total la norma exige 0.3 mg Fe/L y está en 0.5 mg Fe/L, nitratos la norma exige 10 mg NO₃ /L y está en 11.16 mg NO₃ /L, turbidez la norma exige 2 NTU y está en 3.5 NTU.

Los análisis microbiológicos presentan resultados altos, esto se debe a que el agua aún no tiene ningún tratamiento para reducirlos. No obstante se aclara que el agua no será usada para consumo humano.

5.3. Diseño definitivo del pozo

Imagen 18. Diseño del pozo



Autoría propia AUTOCAD

CONCLUSIONES.

Se realizó un análisis de la problemática que presentaba el Hotel O.L Castilla, frente a restricción que poseía de aprovecha el agua proveniente pozo profundo; por lo que fue necesarias la implementación de las diferentes pruebas de índole ambiental con la finalidad de obtener el permiso de concesión de aguas subterráneas.

Se realizó el diligenciamiento del formulario exigido por CORMACARENA, con los respectivos resultados obtenidos de las tareas ejecutada, en cuanto a lo que corresponde la adquisición de coordenadas geográficas y ubicación geográfica, , pruebas de bombeo, información plasmada en los sistemas de captación y derivación, el inventario de pozos y los resultados de laboratorio en donde se implementó un análisis a las aguas subterráneas para conocer su calidad; todo esto con el propósito de obtener el permiso de concesión de agua subterránea para poder aprovechar legalmente del pozo profundo, diseñado con todos los parámetros necesarios para mantener un flujo optimo y constante de agua a las diferentes estancias de la edificación.

Se integra el diseño de pozo profundo, demostrando que cumple con lo exigido en la normatividad vigente emitida por la Corporación autónoma regional (CAR).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Carlos Espinoza Z. (2006). *Hidráulica de agua subterráneas y su aprovechamiento*.

Carlos Espinoza C. (2009). *Hidráulica de agua subterráneas y su aprovechamiento*. Universidad de Chile.

Google earth . (2019).

IPRACOL S.A.S. (2019).

Mario Valencia Cuesta. (2010). *Propiedades hidráulicas de los acuíferos*. AGUA SUBTERRÁNEAS.

Norberto O. Bellino. (2012). *Aguas Subterráneas*. Buenos Aires: Instituto de Ingeniería Sanitaria .

Ramiro Marbello Perez. (s.f.). *Hidrometría y aforo de corrientes naturales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Trivago, 2019

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-Medellin.

Universidad Jaime I. (2016). *Agua UJI*. Obtenido de <http://www.agua.uji.es/pdf/PRESRH08-11.pdf>

ANEXOS

Fotografía 1. Medición de nivel dinámico con zonda piezométrica.



Autoría propia

Fotografía 2. Toma de coordenadas geográficas.



Autoría propia

Fotografía 3. Toma de datos, prueba de bombeo a caudal Escalonada.



Autoría propia

Fotografía 4. Toma de datos, Prueba de bombeo a caudal constante.



Autoría propia

Fotografía 5. Aforo Volumétrico.



Autoría propia