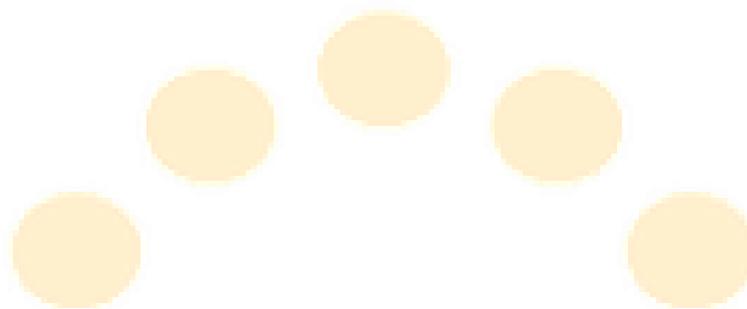


DISEÑO, ANÁLISIS Y PRUEBAS, PARA LA CONCESIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS  
EN POZO PROFUNDO PARA EL FRIGORÍFICO DEL MUNICIPIO DE GUAMAL -  
METAL, DE ACUERDO A REQUERIMIENTOS DE LA CAR.



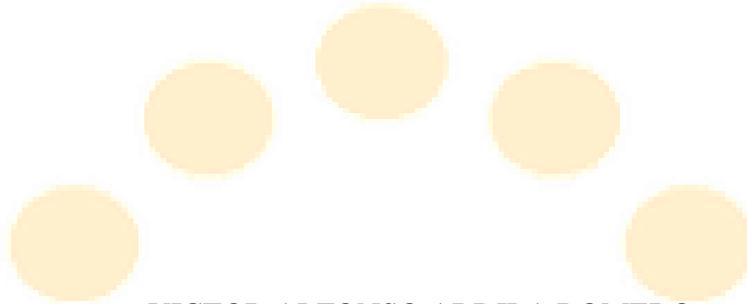
VICTOR ALFONSO ARDILA ROMERO

C.C. 1.120.359.252

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE  
ACACIAS

2018

D DISEÑO, ANÁLISIS Y PRUEBAS, PARA LA CONCESIÓN DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS EN POZO PROFUNDO PARA EL FRIGORÍFICO DEL MUNICIPIO DE  
GUAMAL - METAL, DE ACUERDO A REQUERIMIENTOS DE LA CAR.



VICTOR ALFONSO ARDILA ROMERO

C.C. 1.120.359.252

PROYECTO APLICADO

Directora: ANGELA ALVAREZ R.  
ING. AMBIENTAL, MSc ENERGIAS RENOVABLES

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

ACACIAS

2018

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto aplicado a DIOS primordialmente, a mi madre por el apoyo durante todo el periodo académico, a mi hermana Adelaida por su entrega moral, a mis compañeros de carrera quienes fortalecieron mis conocimientos y a los tutores de la institución por su orientación.



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primordialmente a DIOS por darme la fortaleza de afrontar los retos que se me presentaron en el desarrollo de este proyecto, también para mi tutora la Ingeniera Ángela Patricia Álvarez por su guía en la ejecución y desarrollo de los diferentes temas que abarca este proyecto. A mi familia, amigos y compañeros que han estado presentes en los momentos más difíciles de mi vida.



## RESUMEN

El frigorífico del municipio de Guamal Meta, está ubicado en la carrera 18 N° 3 - 75 barrio las Villas (antigua vía al municipio de Castilla la Nueva), dotado de una infraestructura adecuada para el sacrificio de ganado bovino, cumpliendo con los estándares exigidos por el INVIMA, para abastecer al municipio de carne de res; dentro de estas instalaciones se encuentran un corral para la contención de las reses que llegan procedentes de diferentes lugares del departamento del Meta, dividido en cuartos (sacrificio, desprese, desviserado, lavado, empacado y cuarto frio), la estructura administrativa, cafetería y las baterías de baños.

Las instalaciones necesitan un flujo constante de agua, para mantenerlas en óptimas condiciones sanitarias, por lo cual la limpieza y el drenado de sangre deben ser constante, para evitar la proliferación de vectores o bacterias que afecten directa e indirectamente la carne despresada.

Se evidencia que no hay un suministro constante de agua debido a la ubicación en zona rural el frigorífico carece de un sistema de abastecimiento de agua tipo acueducto que suministre los volúmenes necesarios de agua y el pozo profundo no proporciona un flujo constante de agua a la planta, esto afecta a algunas labores dentro de los cuartos anteriormente mencionados ya que tienen que suspender las actividades por periodos prolongados, reduciendo la producción del frigorífico.

Para solucionar este inconveniente se planea realizar el abastecimiento de agua a través de pozo profundo para la captación de agua subterránea, para ello se analizaran inicialmente las bondades o características hidrogeológicas del área y así levantar la información necesaria para presentar la solicitud de concepción de agua subterránea, la cual consta de una prueba de bombeo a caudal constante, la necesidad de consumo, análisis de laboratorio del agua, inventario de pozos o aljibes a un radio 800 metros, diligenciamiento de los formatos exigidos por la CAR.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se hizo necesario el desarrollo de una serie de actividades en campo como, recolección de las muestras de agua, la ejecución de la prueba de bombeo, reconocimiento del terreno para el diseño del pozo profundo, toma de coordenadas y mediciones, análisis del sistema de distribución y drenaje de agua, observación de las instalaciones, con la finalidad de obtener los datos para la documentación necesaria que exige la corporación para otorgar el permiso de concepción de agua subterránea, dando cumplimiento a la norma legal vigente.

Palabras claves:

**Frigorífico, Análisis, Pruebas, Pozo Profundo, CAR, Diseño**

### **ABSTRACST**

The refrigerator of the municipality of Guamal Meta, is located in the race 18 N ° 3 - 75 barrio Las Villas (old road to the municipality of Castilla la Nueva), equipped with an adequate infrastructure for the slaughter of cattle, complying with the required standards by INVIMA, to supply the municipality with beef; Within these facilities there is a corral for the containment of the properties that reside in different parts of the department of Meta, divided into quarters, the administrative structure, cafeteria and bathrooms.

The facilities need a constant flow of water, paraffin in optimal sanitary conditions, for which the cleaning and the state of blood must be constant, to avoid the proliferation of vectors or bacteria that directly and indirectly affect the despresada meat.

It is evident that there is not a constant supply of water due to the location in the rural area, the refrigerator is receiving a water supply system, type aqueduct that supplies the necessary volumes of water and the deep well, there is no constant flow of water. water to the plant. , this affects some

tasks within the previous rooms that have to suspend the activities for prolonged periods, reducing the production of the refrigerator.

To solve this problem, the water supply can be carried out through a deep well for the capture of groundwater, for which the first focus is taken on the advantages or hydrogeological characteristics of the area and thus raise the necessary information for the presentation of the request for the conception of groundwater. , which consists of a pump test at constant flow rate, the need for consumption, laboratory analysis of the water, inventory of wells or reservoirs at a radius of 800 meters, filling out the formats required by the CAR.

To comply with the proposed objectives, to develop a series of activities in the field such as, collection of water samples, execution of the pumping test, reconnaissance of the ground for the design of the deep well, taking of coordinates and measurements , analysis of the water distribution and drainage system, observation of the facilities, in order to obtain the data for the necessary documentation required by the corporation to grant the permit for the conception of groundwater, in compliance with the legal norm.

Keywords:

**Refrigerator, Analysis, Testing, Deep Well, CAR, Design**

## CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 2. GENERALIDADES .....	2
2.1. Planteamiento del problema.....	2
2.2. Justificación .....	2
2.3. OBJETIVOS .....	3
2.3.1. General.....	3
2.3.2. Específicos .....	3
CAPÍTULO 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.....	5
3.1.3. Conducción .....	5
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 .....	6
3.3. Georreferenciación .....	1
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA .....	1

4.1. Prueba de bombeo.....	1
4.1.1. Metodología .....	1
4.1.2. Equipos, materiales y herramientas.....	2
4.1.3. Análisis de datos .....	3
4.1.4. Calculo del caudal.....	5
4.1.5. Sistematización de la información .....	6
4.1.6. Desarrollo de los parámetros hidrogeológicos.....	8
4.1.7. Transmisibilidad .....	9
4.1.8. Coeficiente de almacenamiento.....	10
4.1.9. Conductividad hidráulica .....	11
4.1.10. Radio de influencia .....	11
4.1.11. Capacidad específica.....	11
4.1.12. Etapa de recuperación prueba de bombeo caudal constante .....	12
4.1.13. Datos obtenidos en campo para etapa de recuperación .....	12
4.1.14. Características finales del pozo en la prueba de bombeo y recuperación a caudal constante .....	17
4.1.15. Caudal recomendado en explotación .....	18
4.2. Necesidad de consumo.....	19
4.2.1. Información general .....	19
4.2.2. Descripción de las actividades desarrolladas en el establecimiento .....	20

4.2.3. Fuente hídrica abastecedora.....	20
4.2.4. Número de usuarios del sistema .....	21
4.2.5. Necesidad de consumo.....	22
4.2.6. Consumo total de agua en la planta de beneficio de ganado. ....	22
4.3. Ubicación geográfica de pozos profundos, pozos y fuentes hídricas superficiales entre un radio de 800 metros alrededor de Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S. ....	24
4.3.1. Coordenadas.....	24
4.3.2. Ubicación geográfica .....	25
4.4. Captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución, drenaje e inversiones y términos en las que se van a realizar .....	25
4.4.1. Sistemas de captación.....	25
4.4.2. Derivación.....	26
4.4.3. Conducción .....	26
4.4.4. Restitución de sobrantes .....	26
4.4.5. Distribución.....	26
4.4.6. Drenaje.....	27
4.4.7. Sobre las inversiones y términos en las que se van a realizar.....	27
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
5.1. Resultados de laboratorio.....	28
5.2. Formulario único nacional de solicitud de concepción de agua subterránea. ....	30

5.3. Diseño definitivo del pozo.....	31
CONCLUSIONES .....	32
ANEXOS .....	35

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas .....	6
Tabla 2 Datos obtenidos en el bombeo a caudal constante.....	4
Tabla 3 Datos para la medición del caudal .....	6
Tabla 4 Clasificación valores de transmisibilidad .....	10
Tabla 5 Datos de la recuperación del pozo .....	13
Tabla 6 Caracterización del pozo.....	18
Tabla 7 Información general.....	19
Tabla 8 Descripción de actividades en el consumo de agua.....	20
Tabla 9 descripción del pozo y sistema de bombeo.....	20
Tabla 10 usuarios y reses .....	21
Tabla 11 Distribución geográficas de los pozos .....	24
Tabla 12 costos de inversión.....	27

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación Geográfica .....	7
Imagen 2 Planos del predio.....	1
Imagen 3 Curva de nivel según tiempo de bombeo.....	7
Imagen 4 Datos de la prueba de bombeo .....	8
Imagen 5 Curva de nivel tiempo vs metros .....	9
Imagen 6 Imagen hídrica del pozo.....	12
Imagen 7 Curva de recuperación .....	15
Imagen 8 Niveles de abatimiento.....	16
Imagen 9 Curva de abatimiento .....	17
Imagen 10 Ubicación geográfica del inventario .....	25
Imagen 11 Resultados de laboratorio.....	28
Imagen 12 Formulario diligenciado.....	30
Imagen 13 Diseño del pozo.....	31
Imagen 14 Frigorífico de Guamal Meta.....	35
Imagen 15 Toma de coordenadas .....	36
Imagen 16 Prueba de bombeo.....	37
Imagen 17 Toma de muestras de agua.....	38
Imagen 18 Equipos para la prueba de bombeo .....	39

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto aplicado presenta el tema de la concepción de agua subterránea para el frigorífico de Guamal Meta, en donde se busca legalizar los tramites bajo la normatividad legal vigente; dando una interpretación y ejecución a la documentación exigida por CORMACARENA (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de la Macarena), para el otorgamiento del permiso de concepción de aguas subterráneas mediante un pozo profundo, para lo cual se desarrollaron las siguiente actividades: prueba de bombeo a caudal constante basándose en los requisitos del Instituto Nacional de Hidrología, la necesidad de consumo, la ubicación geográfica del pozo y el inventario de pozos que están en un radio de 800 metros, el diseño del pozo con el programa AUTOCAD, los sistemas de (captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución, drenaje e inversiones y términos en las que se van a realizar), los resultados obtenidos al análisis de agua cruda por parte de un laboratorio certificado por el IDEAM y por último el diligenciamiento del formulario a la solicitud de concepción de aguas; estos datos son obtenidos en campo por el autor del proyecto y supervisado por un Ingeniero de Recursos Hídricos, encargado del manejo del software comercial Aquifert Test Pro, el cual se encarga de la modelación ambiental del acuífero.

Para analizar esta problemática se definen las causas; actualmente el frigorífico cuenta con dos pozos pero uno no está debidamente legalizado ante CORMACARENA, por ende se expone a sanciones por la entidad y el otro pozo no da cumplimiento a la necesidad hídrica, ya que su profundidad no es la adecuada para generar el volumen deseado de agua, su construcción no presenta las características para poder realizar un bombeo constante durante un largo periodo de tiempo; por consiguiente el agua no es suficiente para las labores de la planta como el aseo, el sacrificio de ganado y el uso del personal.

## **CAPÍTULO 2. GENERALIDADES**

### **2.1. Planteamiento del problema**

El Frigorífico de Guamal Meta no cuenta con un suministro constante de agua, por lo tanto las actividades de sacrificio de ganado, aseo, drenaje de sangre, lavado de las instalaciones y reses quedan suspendidas por algunos periodos de tiempo durante el día, reduciendo la producción al cien por ciento de la planta.

### **2.2. Justificación**

El presente proyecto expone el déficit de agua que tiene el Frigorífico del Municipio de Guamal Meta, llevando a la reducción de la producción a diario en las actividades, por lo tanto es necesario obtener un permiso de concepción de agua subterránea ante CORMACARENA, mediante el diligenciamiento de los ítems emitidos por la corporación, como son, la prueba de bombeo a caudal constante, la necesidad de consumo, la ubicación geográfica del pozo y el inventario de pozos que están en un radio de 800 metros, el diseño del pozo con el programa AUTOCAD, los sistemas de (captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución, drenaje e inversiones y términos en las que se van a realizar), los resultados obtenidos al análisis de agua cruda por parte de un laboratorio certificado por el IDEAM y el formulario diligenciado a la solicitud de concepción de aguas Subterráneas.

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. General**

Implementación de la documentación necesaria para la concepción de agua subterránea ante la autoridad ambiental, por medio de análisis, pruebas y diseños, que aporten información necesaria para el registro de este ante la CAR.

### **2.3.2. Específicos**

1. Analizar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua extraída del pozo, mediante la toma de muestras de Agua Cruda y realizar un estudio de estas en un laboratorio certificado por el IDEAM, para verificar su calidad.
2. Realizar el diseño del pozo, describir las características hidrogeológicas del acuífero y planimetría del pozo, mediante el uso del programa AutoCAD y el software comercial Aquifert Test Pro.
3. Ejecutar las diferentes pruebas de índole ambiental como lo son la prueba de bombeo, la necesidad de consumo, el inventario de pozos, por medio de la utilización de instrumentos adecuados para la labor, en beneficio de la obtención del permiso de concepción de aguas subterráneas para el Frigorífico del Municipio de Guamal Meta.

## CAPÍTULO 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 que según Espinoza, 2009 se define como “Es la variación de los niveles de agua en el pozo 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” (p19), para definir las características del pozo en un bombeo constante, demarcando características tales como permeabilidad que es la capacidad con la que un material deja pasar un líquido a través de él y la trasmisividad que la define Cuesta como “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)” (p. 23). La corporación solicita que se le presente un 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.

“La captación de agua subterránea se da mediante la construcción de pozos tubulares, pozo artesiano, pozo raso y pozo tubular profundo son denominaciones comúnmente utilizadas cuando se refiere a este modelo de abastecimiento que se utiliza de las aguas existentes en regiones del subsuelo, en los acuíferos. Evidencias de utilización de la captación de agua subterránea son encontradas desde los primordios de la civilización. 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

poner atención para las inúmeras variantes existentes en el proceso de perforación y operacionalización de estos 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 compuesto 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 la empresa Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S. en el Municipio de Guamal Meta, con la dirección: Carrera 18 N° 3 - 75 Barrio las Villas (Antigua vía al Municipio de Castilla la Nueva); siendo esta una empresa privada con instalaciones propias, la cual no cuenta con servicio de acueducto, para el tratamiento de las aguas residuales usan una PTAR, el predio tiene una extensión de 5000 m<sup>2</sup> (0,5 Hectáreas), con una jornada laboral de 7 días (martes a domingo), con 25 trabajadores para el funcionamiento de la planta la cual realiza un promedio de 65 reses sacrificadas durante la jornada laboral de 8 horas/día.

El pozo profundo presenta las siguientes características: profundidad de 4 metros, diámetro del revestimiento 1 metro, tubería de succión de 1 ¼", bomba sumergible de 1Hp tipo lapicero; nivel freático 1.95 metros, ver imagen 13

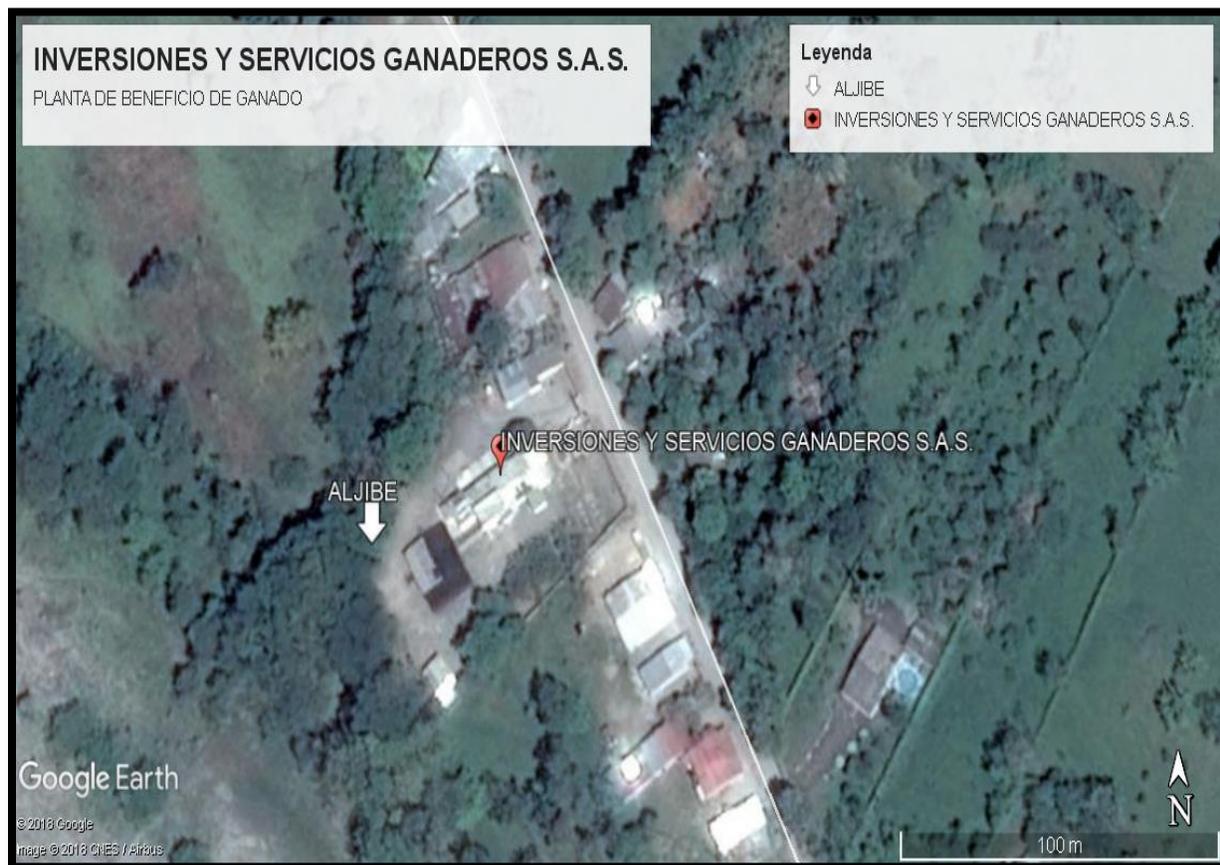
El pozo profundo se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas.

Tabla 1. *Coordenadas geográficas*

<i>N: 03°52'14,4"</i>	<i>W: 073°46'05,7"</i>	<i>Altura: 518 m.s.n.m.</i>
-----------------------	------------------------	-----------------------------

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

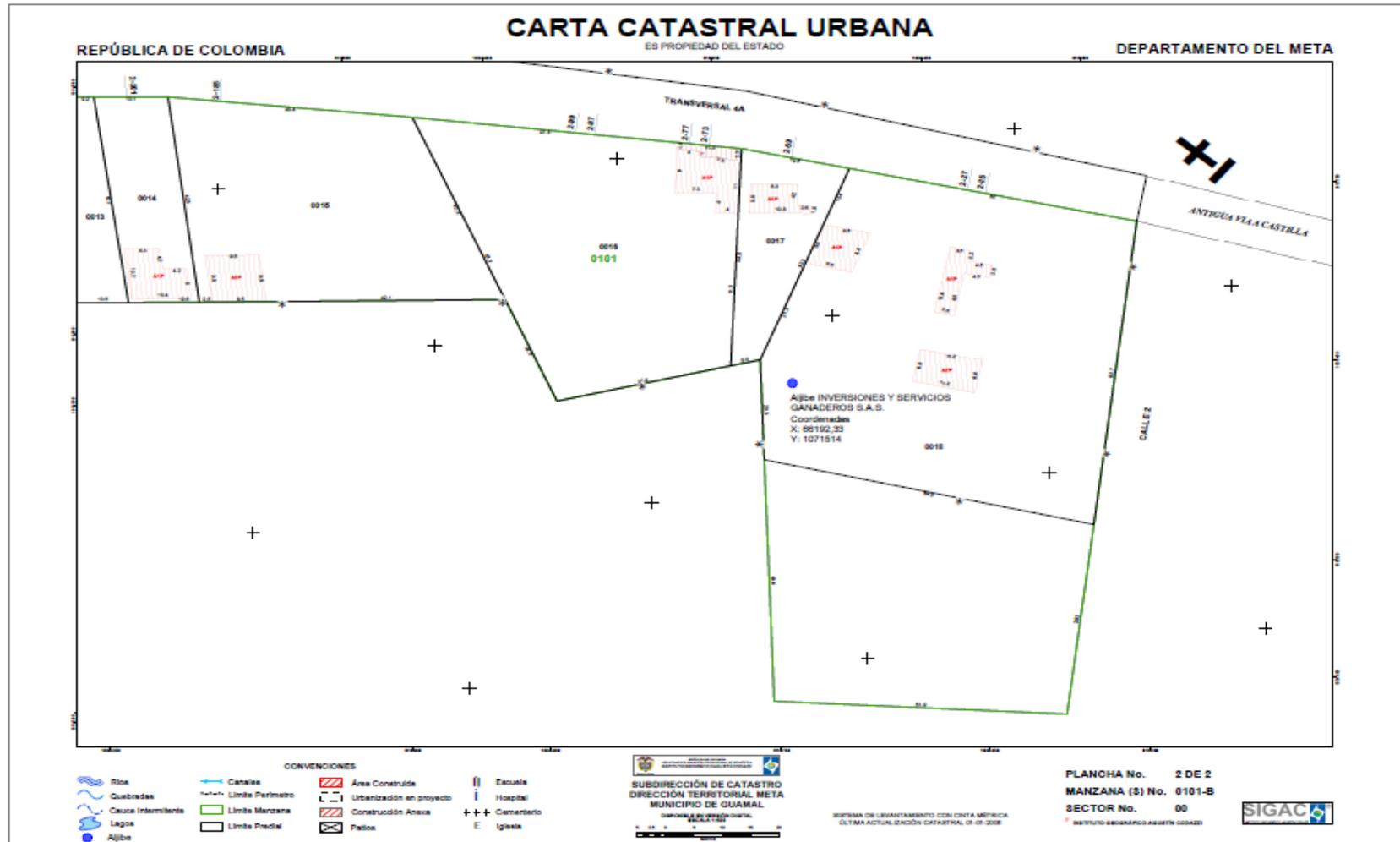
Imagen 1 *Ubicación Geográfica*



Nota. Recuperado de (Google Earth, 2018)

### 3.3. Georreferenciación

Imagen 2 Planos del predio



Nota. Recuperado de (IGAC)

## **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 concepción se realizó de la siguiente manera:

### **4.1. Prueba de bombeo**

#### **4.1.1. Metodología**

La metodología implementada en la ejecución de la prueba de bombeo a caudal constante, se basa en la expuesta por el Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos y se detalla a continuación:

1. Se realiza inspección previa al sitio de trabajo, Municipio de Guamal, en donde se inspecciona el sistema de bombeo y se identifica el pozo para determinar cuáles son los equipos necesarios para el desarrollo de esta actividad.
2. Se realizan las respectivas mediciones, la altura de la placa de nivelación (0,27 metros).
3. Toma y registro de las coordenadas y la altura sobre el nivel del mar en este caso es (N: 03°52'14.4", W: 073°46'05.7", Cota: 518 msnm).
4. Se procede a instalar el tubo piezómetro provisional para facilitar la toma de datos con la sonda piezométrica. (tubería de 3/4").
5. Mediante una sonda piezométrica, se mide el nivel de profundidad, estático o freático del pozo con el resultado de (1,95 metros), verificando los resultados obtenidos.
6. Registro de los datos obtenidos por la sonada, en los formatos para Prueba de Bombeo a caudal constante del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos-INGEOMINAS,.

7. Se procede a iniciar la prueba de bombeo a caudal constante en diferentes intervalos de tiempo (10 mediciones de 30 segundos, 5 mediciones de 1 minuto, 5 mediciones de 2 minutos, 5 mediciones de 5 minutos, 5 mediciones de 10 minutos, 4 mediciones de 20 minutos y 5 mediciones de 30 minutos) sin parar el bombeo hasta llegar a los 330 minutos (5 horas y 30 minutos) presentando un descenso del pozo hasta los 2.06 metros presentando un abatimiento de 0.11 metros.
8. Al terminar la etapa de bombeo, la cual llego hasta los 2.06 metros de profundidad, 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 durante 300 minutos (5 horas), recuperándose hasta llegar a los 1.98 metros es decir con una recuperación del 98%
9. Se continúa con la digitalización los datos obtenidos en cada una de las actividades anteriores.
10. Los datos son diligenciados en el software comercial Aquifert Test Pro, son registrado e interpretados por el ingeniero en recursos hídricos

#### **4.1.2. Equipos, materiales y herramientas.**

-  Sonda Piezométrica
-  Formatos de campo del Banco Nacional de Datos Hidrogeológicos.
-  Caja de Herramientas
-  Balde 10 Litros
-  GPS (Sistema de Posicionamiento Global ( Global Positioning System)
-  Accesorios en PVC
-  Cinta métrica

- ✚ Cronometro
- ✚ Llaves de tubo
- ✚ Cámara fotográfica
- ✚ Sillas
- ✚ Carpa
- ✚ Nevera de Hidratación
- ✚ Lazos
- ✚ Tubería de  $\frac{3}{4}$  “
- ✚ 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 constante***

Se realizaron cuarenta y una (41) mediciones del nivel de profundidad y descensos durante el bombeo de agua a caudal (Q) constante, realizado en el pozo. A continuación, se ilustra en la tabla:

Tabla 2 *Datos obtenidos en el bombeo a caudal constante*

<b>Datos del bombeo a caudal constante</b>		
<b>Intervalo de tiempo sugerido</b>	<b>Hora</b>	<b>Profundidad del nivel (m)</b>
<b>0,0</b>	9:00:00 a. m.	1,95
<b>0,5</b>	9:00:30 a. m.	1,96
<b>1,0</b>	9:01:00 a. m.	1,97
<b>1,5</b>	9:01:30 a. m.	1,98
<b>2,0</b>	9:02:00 a. m.	1,99
<b>2,5</b>	9:02:30 a. m.	2,00
<b>3,0</b>	9:03:00 a. m.	2,01
<b>3,5</b>	9:03:30 a. m.	2,02
<b>4,0</b>	9:04:00 a. m.	2,03
<b>4,5</b>	9:04:30 a. m.	2,04
<b>5,0</b>	9:05:00 a. m.	2,04
<b>6,0</b>	9:06:00 a. m.	2,05
<b>7,0</b>	9:07:00 a. m.	2,05
<b>8,0</b>	9:08:00 a. m.	2,05
<b>9,0</b>	9:09:00 a. m.	2,05
<b>10,0</b>	9:10:00 a. m.	2,05
<b>12,0</b>	9:12:00 a. m.	2,05
<b>14,0</b>	9:14:00 a. m.	2,05
<b>16,0</b>	9:16:00 a. m.	2,05
<b>18,0</b>	9:18:00 a. m.	2,05
<b>20,0</b>	9:20:00 a. m.	2,05
<b>25,0</b>	9:25:00 a. m.	2,05
<b>30,0</b>	9:30:00 a. m.	2,05
<b>35,0</b>	9:35:00 a. m.	2,05
<b>40,0</b>	9:40:00 a. m.	2,05
<b>45,0</b>	9:45:00 a. m.	2,05
<b>50,0</b>	9:50:00 a. m.	2,05
<b>60,0</b>	10:00:00 a. m.	2,05
<b>70,0</b>	10:10:00 a. m.	2,05
<b>80,0</b>	10:20:00 a. m.	2,05
<b>90,0</b>	10:30:00 a. m.	2,05
<b>100,0</b>	10:40:00 a. m.	2,06
<b>120,0</b>	11:00:00 a. m.	2,06
<b>140,0</b>	11:20:00 a. m.	2,06

<b>Datos del bombeo a caudal constante</b>		
<b>Intervalo de tiempo sugerido</b>	Intervalo de tiempo sugerido	Intervalo de tiempo sugerido
<b>160,0</b>	11:40:00 a. m.	2,06
<b>180,0</b>	12:00:00 p. m.	2,06
<b>210,0</b>	12:30:00 p. m.	2,06
<b>240,0</b>	1:00:00 p. m.	2,06
<b>270,0</b>	1:30:00 p. m.	2,06
<b>300,0</b>	2:00:00 p. m.	2,06
<b>330,0</b>	2:30:00 p. m.	2,06

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el pozo descendió a una profundidad de 2,06 metros (m) tomando como referencia el nivel del terreno y en un total de cinco horas y treinta minutos de bombeo de agua con un caudal constante de 1,30 L/s, por tubería en PVC de 1 ¼"; evidenciando el descenso progresivo que tuvo el pozo desde su nivel inicial 1.95 metros en donde se mantuvo constante en diferentes intervalos de tiempo para luego presentar una profundidad de 2.06 metros que es la máxima que se alcanza debido a que el acuífero se recupera con la misma velocidad con la que se extrae agua en este punto, a este fenómeno se le conoce como nivel dinámico, por lo tanto el pozo no bajara más su nivel de agua siempre y cuando se mantenga la misma bomba.

#### **4.1.4. Calculo 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 10 litros, obteniendo los siguientes resultados:

**Volumen recipiente de aforo: 10 Litros**

Tabla 3 *Datos para la medición del caudal*

N° Aforo	Volumen del recipiente	Tiempo de llenado (s)
1	10 litros	7,72
2		7,77
3		7,59
Promedio:		7,69 S

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

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

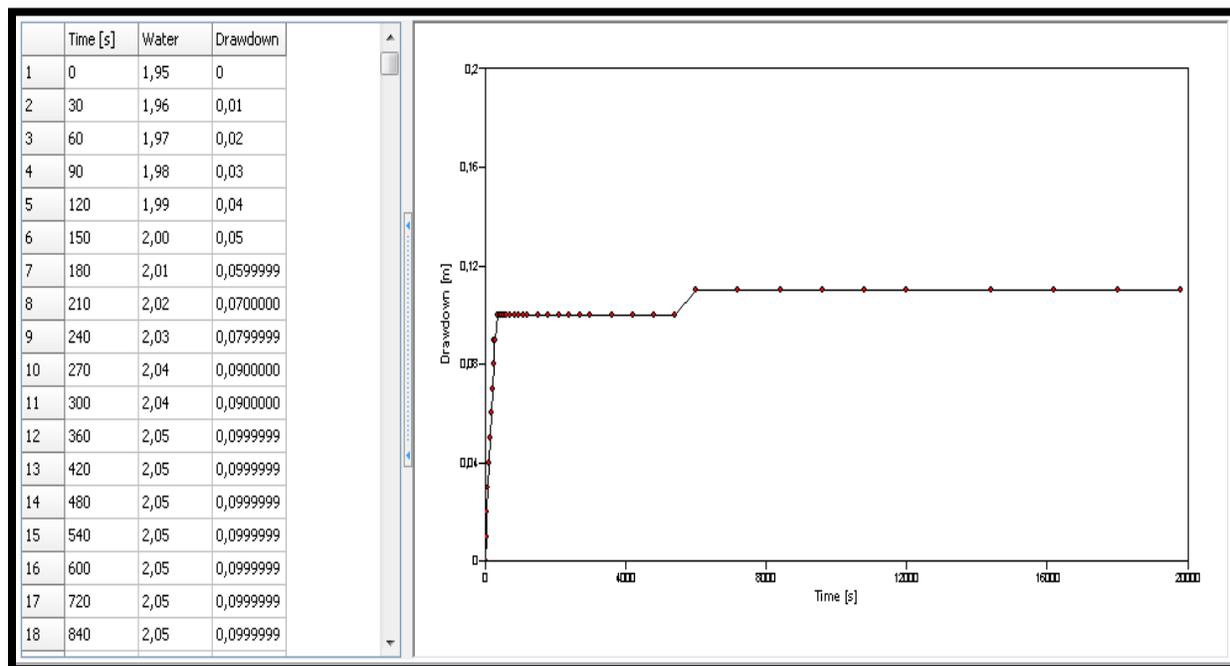
$$Q = \frac{10 L}{7,69 S}$$

$$Q = 1,30 L/s$$

#### 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 versión 2015.1.

Imagen 3 Curva de nivel según tiempo de bombeo



Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

Imagen 4 Datos de la prueba de bombeo

**Project information**

Project Name: Prueba de bombeo caudal constante

Project No.: 201

Client: Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S

Location: Guamal -Meta

**Units**

Site Plan: m Dimensions: m

Time: s Discharge: l/s

Transmissivity: m<sup>2</sup>/d Pressure: mm Hg

Convert existing values

**Pumping Test**

Name: Pumping Test 1

Performed by: IPRACOL S.A.S

Date/Time: 07/04/2018 12:00:00 a.m.

**Aquifer Properties**

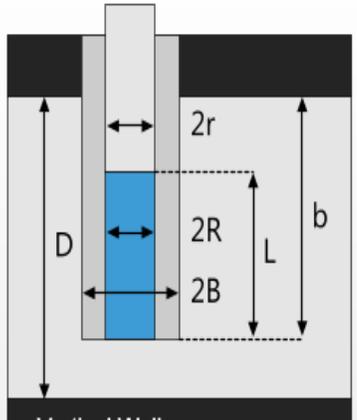
Thickness [m]:

Type: Unknown

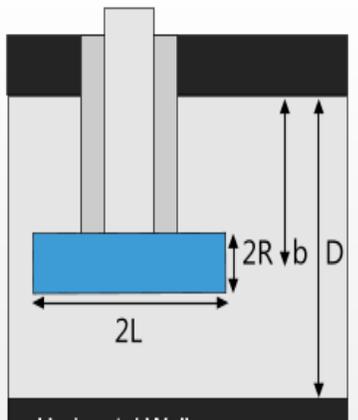
Bar. Eff. (BE):

	Name	Type	X [m]	Y [m]	Elevation (a)	Benchmark [	Penetration	R [m]	L [m]	b [m]	r [m]
1	Well 1	Pumping Well	03 52 14.4	073 46 05.7	518		Fully	0,4572	4	1,95	0,9144

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



Vertical Well



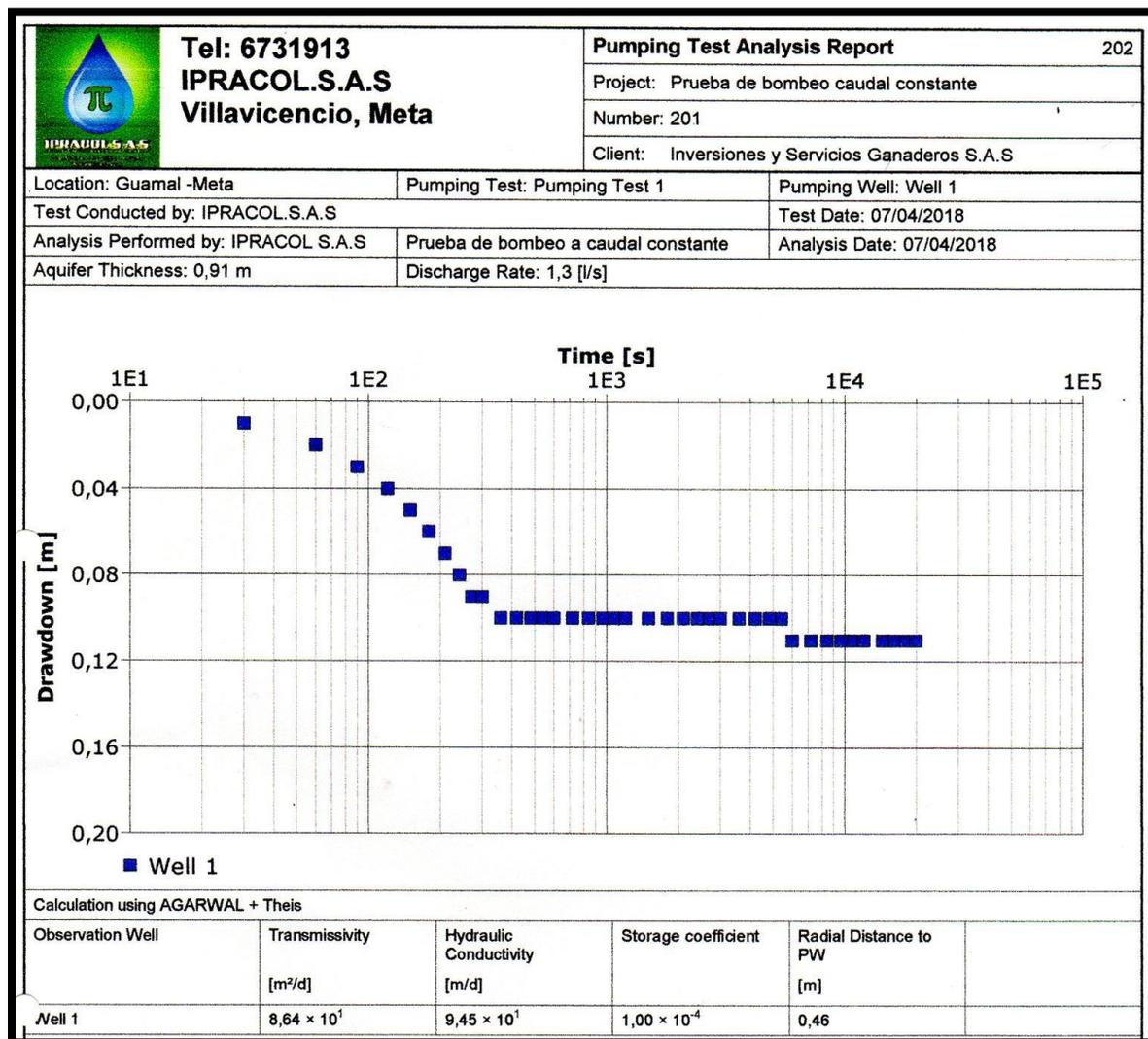
Horizontal Well

Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

#### 4.1.6. Desarrollo de los parámetros hidrogeológicos

Los métodos basados 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, se obtuvieron resultados que a continuación se citan: 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 hidrogeológicos obtenidos.

Imagen 5 Curva de nivel tiempo vs metros



Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

#### 4.1.7. Transmisibilidad

La transmisividad es el volumen de agua que atraviesa una banda del 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  $8,64 \times 10^1$  m<sup>2</sup>/día.*

Tabla 4 *Clasificación valores de transmisibilidad*

T (m <sup>2</sup> /día)	Calificación estimada	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Pozo, Pozos de menos de 1 l/s
10 > T < 100	Baja	Pozo, Pozos entre 1 y 10 l/s
100 < T < 500	Media a alta	Pozo, Pozos entre 10 y 50 l/s
500 < T < 1000	Alta	Pozo, Pozos entre 50 y 100 l/s
T > 1000	Muy alta	Pozos, Pozos superiores a 100 l/s

Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

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 4 de clasificación de los valores de Transmisividad el pozo en estudio tiene una calificación estimada muy baja ya que se encuentra entre el rango de  $T < 10$  lo que corresponde pozos de menos de 1 l/s lo que nos indica que no es recomendable extraer más de 10 l/s del mismo.

#### 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:

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

1. Acuíferos libres= 0,3 a 0,01 ( $3 \times 10^{-1}$  a  $1 \times 10^{-2}$ )
2. Acuíferos semiconfinados=  $1 \times 10^{-3}$  a  $1 \times 10^{-4}$
3. Acuíferos confinados=  $1 \times 10^{-4}$  a  $1 \times 10^{-5}$

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  $1,00 \times 10^{-4}$*

#### **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  $9,45 \times 10^1$  m/d.*

#### **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 al pozo que captan acuíferos confinados y menor en los que captan acuíferos libres.

*El radio de influencia del pozo es de 0,46 metros.*

#### **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<sup>3</sup>/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):** 1,30 L/S.

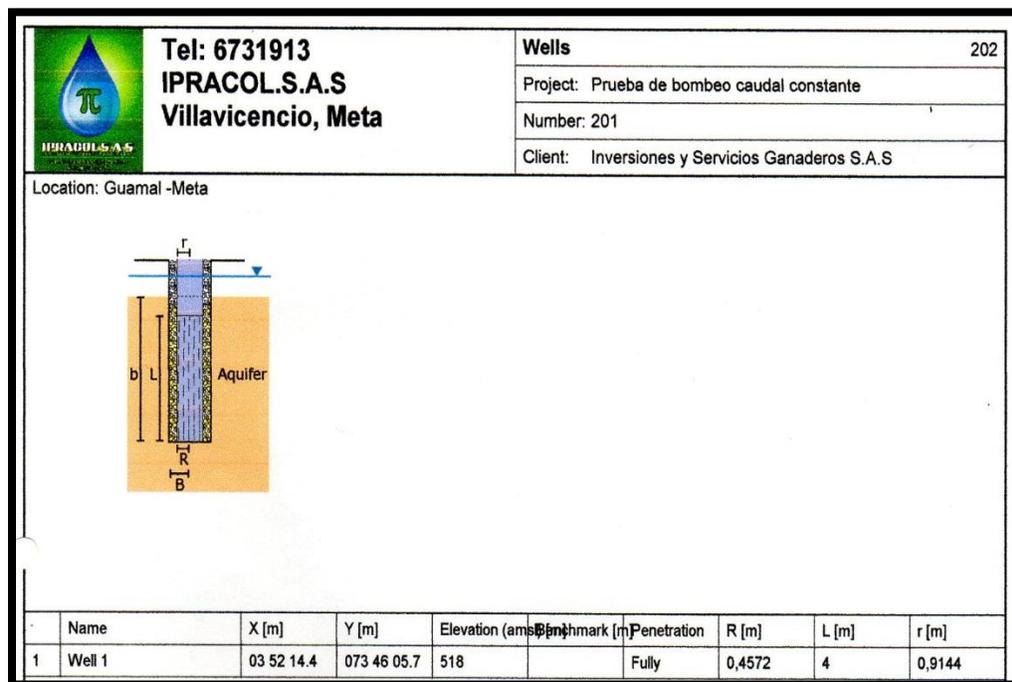
**Abatimiento (s):** 0,11 Metros.

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

**Capacidad específica:**

$$\frac{Q}{S} = \frac{1,30 \text{ L/s}}{0,11 \text{ m}} = 11,81 \frac{\text{L/s}}{\text{m}}$$

Imagen 6 Imagen hídrica del pozo



Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

#### 4.1.12. Etapa de recuperación prueba de bombeo caudal constante

#### 4.1.13. Datos obtenidos en campo para etapa de recuperación

Adicionalmente se consiguió el tiempo de recuperación del pozo en estudio, al monitorear durante cinco (5) horas, lapso que tardo el pozo en recuperar el nivel estático inicial del acuífero en un 98%, de este momento se obtuvieron los siguientes datos detallados en la tabla.

Tabla 5 *Datos de la recuperación del pozo*

<b>Datos de recuperación</b>		
<b>Intervalo de tiempo sugerido</b>	<b>Hora</b>	<b>Profundidad del nivel (m)</b>
<b>0,0</b>	2:30:00 p. m.	2,06
<b>0,5</b>	2:30:30 p. m.	2,03
<b>1,0</b>	2:31:00 p. m.	2,03
<b>1,5</b>	2:31:30 p. m.	2,03
<b>2,0</b>	2:32:00 p. m.	2,02
<b>2,5</b>	2:32:30 p. m.	2,02
<b>3,0</b>	2:33:00 p. m.	2,02
<b>3,5</b>	2:33:30 p. m.	2,01
<b>4,0</b>	2:34:00 p. m.	2,01
<b>4,5</b>	2:34:30 p. m.	2,01
<b>5,0</b>	2:35:00 p. m.	2,01
<b>6,0</b>	2:36:00 p. m.	2,00
<b>7,0</b>	2:37:00 p. m.	2,00
<b>8,0</b>	2:38:00 p. m.	2,00
<b>9,0</b>	2:39:00 p. m.	2,00
<b>10,0</b>	2:40:00 p. m.	2,00
<b>12,0</b>	2:42:00 p. m.	2,00
<b>14,0</b>	2:44:00 p. m.	2,00
<b>16,0</b>	2:46:00 p. m.	2,00
<b>18,0</b>	2:48:00 p. m.	2,00
<b>20,0</b>	2:50:00 p. m.	1,99
<b>25,0</b>	2:55:00 p. m.	1,99
<b>30,0</b>	3:00:00 p. m.	1,99
<b>35,0</b>	3:05:00 p. m.	1,99
<b>40,0</b>	3:10:00 p. m.	1,99
<b>45,0</b>	3:15:00 p. m.	1,98
<b>50,0</b>	3:20:00 p. m.	1,98
<b>60,0</b>	3:30:00 p. m.	1,98
<b>70,0</b>	3:40:00 p. m.	1,98
<b>80,0</b>	3:50:00 p. m.	1,98
<b>90,0</b>	4:00:00 p. m.	1,98
<b>100,0</b>	4:10:00 p. m.	1,98

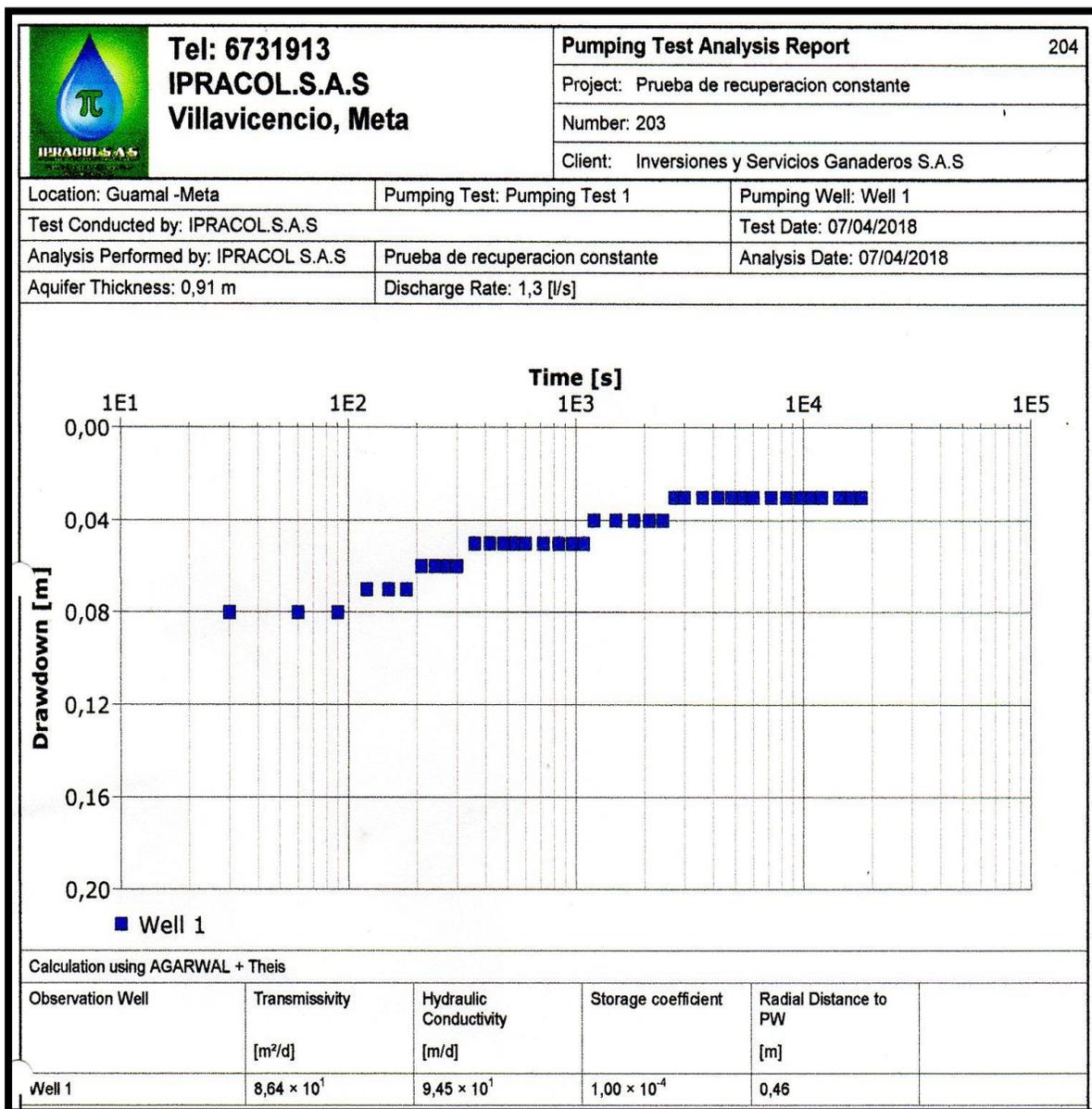
<b>Datos de recuperación</b>		
<b>Intervalo de tiempo sugerido</b>	<b>Hora</b>	<b>Profundidad del nivel (m)</b>
<b>120,0</b>	4:30:00 p. m.	1,98
<b>140,0</b>	4:50:00 p. m.	1,98
<b>160,0</b>	5:10:00 p. m.	1,98
<b>180,0</b>	5:30:00 p. m.	1,98
<b>210,0</b>	6:00:00 p. m.	1,98
<b>240,0</b>	6:30:00 p. m.	1,98
<b>270,0</b>	7:00:00 p. m.	1,98
<b>300,0</b>	7:30:00 p. m.	1,98

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

Como se puede verificar en la tabla anterior el tiempo total de recuperación y llegar al nivel de estabilidad del agua dentro del pozo fue de 300 minutos equivalentes a cinco 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 la siguiente

Imagen 7 Curva de recuperación



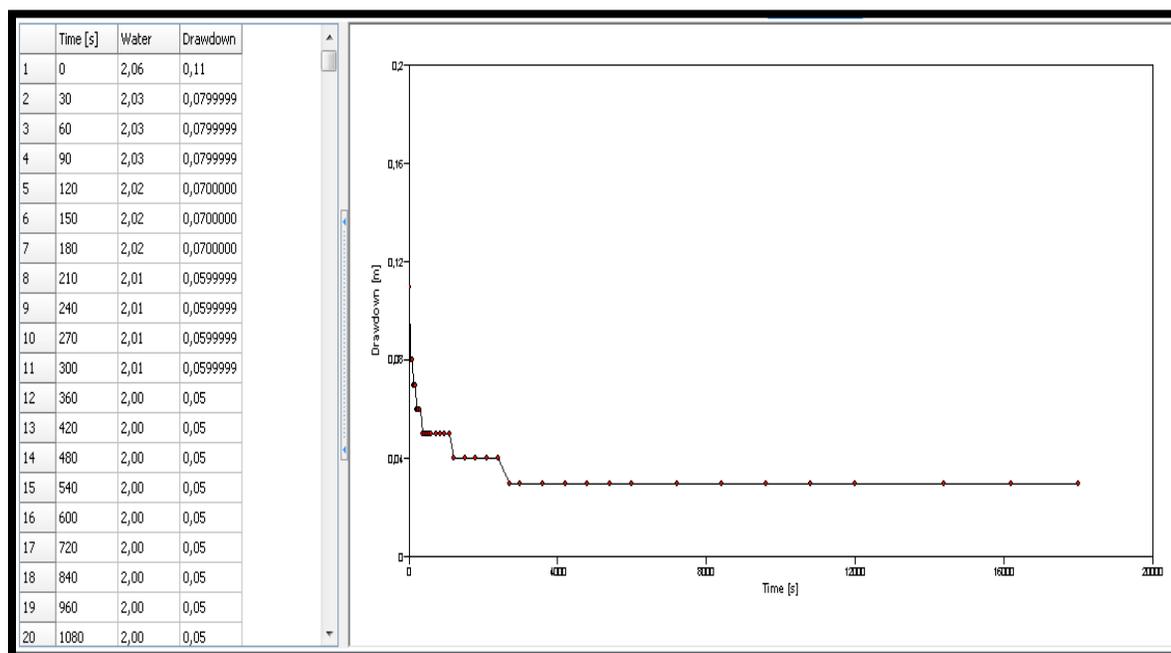
Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

## Imagen 8 Niveles de abatimiento

 <b>Tel: 6731913</b> <b>IPRACOL.S.A.S</b> <b>Villavicencio, Meta</b>		<b>Pumping Test - Water Level Data</b> <span style="float: right;">Page 1 of 1</span>	
<b>Location: Guamal -Meta</b>		<b>Pumping Test: Pumping Test 1</b>	
<b>Test Conducted by: IPRACOL.S.A.S</b>		<b>Test Date: 07/04/2018</b>	
<b>Observation Well: Well 1</b>		<b>Static Water Level [m]: 1,95</b>	
		<b>Pumping Well: Well 1</b>	
		<b>Discharge Rate: 1,3 [l/s]</b>	
		<b>Radial Distance to PW [m]: -</b>	
	Time [s]	Water Level [m]	Drawdown [m]
1	0	2,06	0,11
2	30	2,03	0,08
3	60	2,03	0,08
4	90	2,03	0,08
5	120	2,02	0,07
6	150	2,02	0,07
7	180	2,02	0,07
8	210	2,01	0,06
9	240	2,01	0,06
10	270	2,01	0,06
11	300	2,01	0,06
12	360	2,00	0,05
13	420	2,00	0,05
14	480	2,00	0,05
15	540	2,00	0,05
16	600	2,00	0,05
17	720	2,00	0,05
18	840	2,00	0,05
19	960	2,00	0,05
20	1080	2,00	0,05
21	1200	1,99	0,04
22	1500	1,99	0,04
23	1800	1,99	0,04
24	2100	1,99	0,04
25	2400	1,99	0,04
26	2700	1,98	0,03
27	3000	1,98	0,03
28	3600	1,98	0,03
29	4200	1,98	0,03
30	4800	1,98	0,03
31	5400	1,98	0,03
32	6000	1,98	0,03
33	7200	1,98	0,03
34	8400	1,98	0,03
35	9600	1,98	0,03
36	10800	1,98	0,03
37	12000	1,98	0,03
38	14400	1,98	0,03
39	16200	1,98	0,03
40	18000	1,98	0,03

Nota. Recuperado de (Aquifert Test Pro)

Imagen 9 Curva de abatimiento



Nota. Recuperado de (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 9**, 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.

#### 4.1.14. Características finales del pozo en la prueba de bombeo y recuperación a caudal constante

En la **Tabla 6** se observan los principales parámetros hidrológicos determinados en el acuífero, durante el bombeo y recuperación del Pozo localizado en la Planta de beneficio de ganado (INVERSIONES Y SERVICIOS GANADEROS S.A.S.) en el Municipio de Guamal, Departamento del Meta.

Tabla 6 *Caracterización del pozo*

Características del pozo	
Nivel estático:	1,95 metros
Nivel dinámico:	2,06 metros
Abatimiento:	0,11 metros
Caudal:	1,30 L/s
Tipo de acuífero:	Semiconfinado

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

#### **4.1.15. 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 4** encontramos que la calificación estimada para este pozo es baja, por lo tanto las posibilidades de generación de agua del acuífero se encuentra en un rango del pozo con un caudal de 1 L/s, a partir de estos resultados se recomienda no sobreexplotar el caudal del acuífero localizado en la Planta de beneficio de ganado.

## 4.2. Necesidad de consumo

### 4.2.1. Información general

Tabla 7 *Información general*

Planta de beneficios de ganado (PBG)	
Nombre del establecimiento	Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S
Nombre del representante legal	Rodrigo Carreño Gómez
NIT	900434121-0
Ubicación	Municipio de Guamal – Meta, Carrera 18 N° 3 - 75 barrio las Villas por la antigua vía al municipio de Castilla la Nueva.
Localización geo referenciada	<b>X:</b> 66192,33 <b>Y:</b> 1071514 <b>Altura :</b> 518 msnm
Área	5000 m <sup>2</sup> =0,5 Hectáreas
N° de empleados	Administrativos : 2 Operarios: 23  En un total de 25 trabajadores.
Jornada laboral	La planta de beneficio realiza sus actividades en un horario laboral de (8 horas/día).
Días de trabajo	7 días a la semana. de martes a domingo
N° de Ganado Sacrificado por día en Promedio	65 reses/día

---

Actividades desarrolladas en el establecimiento      Sacrificio de ganado (desposte-desprese), lavado de pisos y cuartos de sacrificio, aseo personal de los trabajadores (Bañarse).

---

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

#### 4.2.2. Descripción de las actividades desarrolladas en el establecimiento

Tabla 8 *Descripción de actividades en el consumo de agua*

---

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Sacrificio del Ganado</b>	En esta área se realiza el sacrificio, desprese y eviscerado de reses, para la comercialización de la carne canal para consumo humano.
<b>Lavado de pisos, vehículo y cuartos de sacrificio</b>	Esta actividad es destinada a realizar el lavado de los cuartos y los pisos donde se ha realizado el sacrificio del ganado, el cual se lleva a cabo durante 7 días de la semana.
<b>Aseo Personal de los trabajadores</b>	En esta área de la planta, está destinada para la higiene del personal (bañarse y lavado) luego de realizar su labor diaria; adicional se hace uso del sanitario (Baño).

---

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

#### 4.2.3. Fuente hídrica abastecedora

Tabla 9 *descripción del pozo y sistema de bombeo*

---

<b>Fuente hídrica</b>	Subterránea – Pozo
<b>Dimensiones</b>	4 metros de profundidad
<b>Revestimiento</b>	Concreto

---

**Uso**

Industrial y doméstico (sacrificio de ganado, lavado de pisos y cuartos de sacrificio, aseo personal de los trabajadores y uso de baño).

Posee un motor de referencia Franklin Electric de 1 HP y una bomba de referencia Altamira de 1 Hp, con una tubería de succión PVC RDE 21 de 1¼, conducciones de PVC RDE 21 1¼, para luego ser almacenada en un tanque de 10000 L para la correspondiente distribución en las diferentes áreas de la planta de beneficio de ganado.

---

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

**4.2.4. Número de usuarios del sistema**

Tabla 10 *usuarios y reses*

---

**Servicios prestados en la planta de beneficio**

---

La siguiente información fue suministrada por la administración del establecimiento Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S.

**Sacrificio del Ganado**

Alrededor de 65 reses son sacrificadas diariamente, en donde el 100 % hace uso del recurso hídrico, este consumo de agua por lo general es empleado en el lavado de ganado pre y post del sacrificio.

**Lavado de pisos y cuartos de sacrificio**

Se realiza el lavado diario de los cuartos y pisos donde se lleva a cabo el sacrificio de ganado, los cuales son; sala de matanza, sala de desprese-eviscerado, cuarto de refrigeración y pasillos de la planta de beneficio de ganado.

**Aseo Personal de los trabajadores**

Cuentan con 25 trabajadores en la planta de beneficio de ganado (2 administrativos y 23 operarios). Los 23 trabajadores luego de terminar su labor diaria realizan sus procesos de higiene (bañarse), adicional el personal hace uso del sanitario en horario laboral.

---

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

#### 4.2.5. Necesidad de consumo

Teniendo en cuenta que en esta área de la planta de beneficio de Bovinos y equinos, el consumo del recurso hídrico por lo general es empleado en el pre y post del sacrificio de ganado, lavado de pisos y cuartos, higiene del personal (limpieza) y en los servicios sanitarios, el cálculo de la demanda hídrica se establece con la siguiente información.

En todas las dependencias de la planta la cantidad de agua disponible, incluyendo la necesaria para el aseo del establecimiento, no será inferior a:

500 a 1.000 litros de agua por cada bovino o equino que se sacrifique

Nota. Recuperado de (Alcaldía mayor de Bogotá, 1982)

Nº de Reses Sacrificadas = 65 reses diarias Aproximadamente que hace uso del recurso.

1.000 Litros de agua por bovino sacrificado.

# Bovinos sacrificados \* consumo de agua (litros)

$$65 \text{ reses} * 1.000 \left( \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \right) = 65.000 \text{ L/dia}$$

El consumo del recurso hídrico por día en el sacrificio, desposte, despresado de 55 reses en promedio y lavado de cuartos es 65.000 L/día

#### 4.2.6. Consumo total de agua en la planta de beneficio de ganado.

- ✚ El consumo total de aseo personal de los trabajadores = 7900 L/día – 0,09 L/s.
- ✚ El consumo total de Sacrificio de ganado y lavado de las instalaciones (cuartos y pisos) = 65.000 L/día – 0,7 L/s.
- ✚ El consumo total de la planta de beneficio de ganado corresponde a :

*Consumo total de agua de los trabajadores*

*+ Consumo total de agua en el sacrificio de ganado*

$$7.900 \left( \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) + 65.000 \left( \frac{\text{litros}}{\text{día}} \right) = \mathbf{72.900} \frac{\text{L}}{\text{día}} = \mathbf{0,8} \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

planta de beneficio de ganado (PBG) Inversiones y servicios ganaderos S.A.S consume por día en promedio para el funcionamiento de todas sus actividades 72.900 L/día de agua que es igual a 0.8 L/s.

### 4.3. Ubicación geográfica de pozos profundos, pozos y fuentes hídricas superficiales entre un radio de 800 metros alrededor de Inversiones y Servicios Ganaderos S.A.S.

#### 4.3.1. Coordenadas

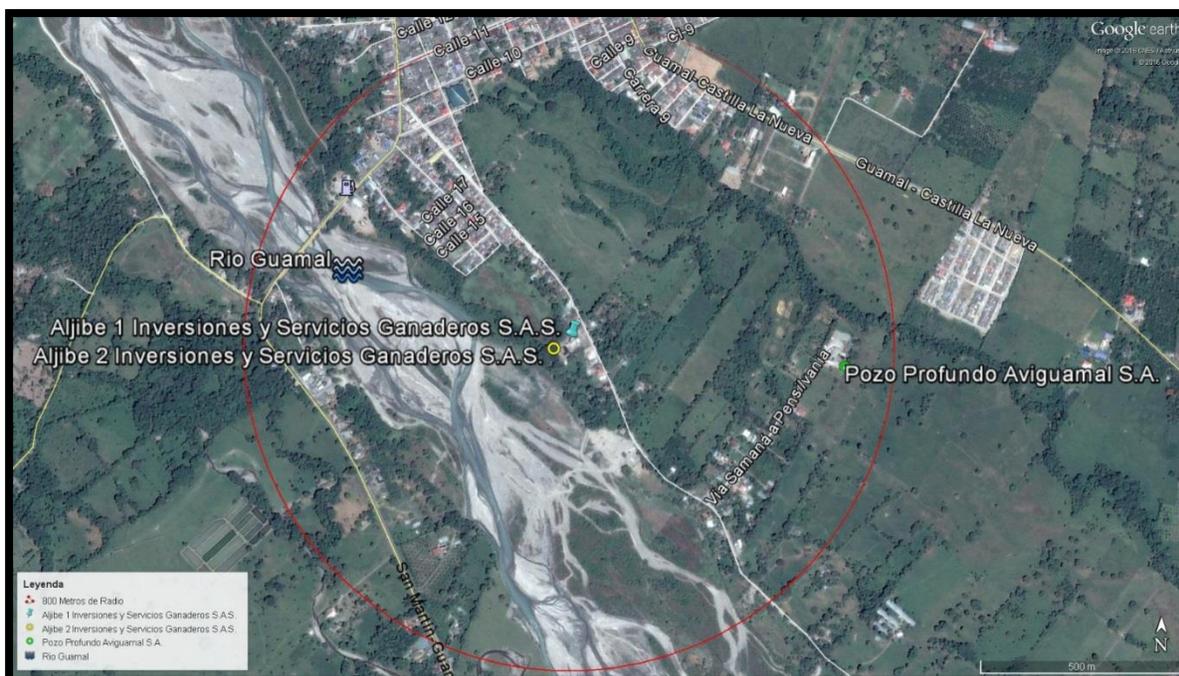
Tabla 11 *Distribución geográficas de los pozos*

<b>Fuentes hídricas subterráneas</b>				
Nombre del Sitio	Tipo de Captación	N	W	Altura msnm
INVERSIONES Y SERVICIOS GANADEROS S.A.S.	Pozo 1	03° 52'15. 0"	073°46'04.7"	572
AVIGUAMAL (AVICULTORES UNIDOS DE GUAMAL S.A.)	Pozo profundo	03° 52'13.2"	073°45'42.5"	517
<b>Fuentes hídricas superficiales</b>				
Nombre	Tipo de Fuente	N	W	Altura
Rio Guamal	Rio	03° 52'19.2"	073°46'22.5"	520

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

### 4.3.2. Ubicación geográfica

Imagen 10 Ubicación geográfica del inventario



Nota. Recuperado de (Google Earth, 2018)

## 4.4. Captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución, drenaje e inversiones y términos en las que se van a realizar

Las actividades generales que se ejecutaron para la descripción general del pozo, 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:

### 4.4.1. Sistemas de captación

La captación se realiza por un sistema de bombeo el cual extrae el agua de un pozo profundo, el cual ostenta una profundidad de 4 metros, con un revestimiento en concreto de 1 metro de diámetro, posee un motor de referencia Franklin Electric de 1 Hp y una bomba tipo lapicero de

referencia Altamira de 1 Hp, la cual se encuentra a 3 metros de profundidad, con una tubería de succión PVC RDE 21 de 1¼” y de conducción de PVC RDE 21 de 1¼”.

#### **4.4.2. Derivación**

La tubería de conducción del pozo es de PVC RDE 21 de 1¼”, la cual hace un recorrido de 20 metros desde la salida del pozo hasta el tanque de almacenamiento de 10.000 litros sin cambiar el diámetro de la tubería; se presenta una derivación a 6 metros antes de llegar al tanque de almacenamiento, la cual es de PVC RDE 21 de 1¼” y se dirige al corral, presentando una longitud de 12 metros, terminando con accesorios en PVC que reduce el diámetro a ¾” con la finalidad de obtener presión, ya que este segmento se usa para el lavado de ganado y el corral.

#### **4.4.3. Conducción**

Para extraer el agua del pozo se cuenta con una bomba sumergible de 1 Hp a 3 metros de profundidad, con una tuberías de succión de PVC RDE 21 de 1¼”, la cual conduce el agua hasta la salida del pozo, en donde se encuentra un codo 1¼” para dirigir el agua por medio de una tubería de PVC RDE 21 de 1¼”, la cual es permanente hasta el tanque de almacenamiento y la derivación presenta una tubería PVC RDE 21 de 1¼” hasta la reducción de accesorios en PVC de ¾” del corral.

#### **4.4.4. Restitución de sobrantes**

No se presenta restitución de sobrantes, ya que el agua utilizada en las diferentes áreas es vertida a la PTAR de la empresa.

#### **4.4.5. Distribución**

Del tanque de almacenamiento de 10.000 L se realiza una distribución de agua para las diferentes áreas de la planta, las cuales necesitan un flujo constante de agua; de la derivación que sale de la tubería de conducción se distribuye agua para el lavado de ganado y el corral, entre otras.

#### 4.4.6. Drenaje

El agua residual que se presenta en las diferentes áreas de la planta y del lavado del ganado y corral es conducida a la planta de tratamiento de agua residual que está dentro de las instalaciones para luego ser vertidas al sistema de alcantarillado del Municipio de Guamal-Meta.

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

Tabla 12 *costos de inversión*

Descripción	
Costo	Valor
Estudios y diseños	2.000.000
Obras civiles	3.600.000
Plan de manejo ambiental	3.000.000
Consto de inversión.	3.000.000
Avaluó catastral	500.000
Costos de operación	2.500.000
Mano de obra	2.650.000
Pagos de servicios.	750.000
Total	18.000.000

Datos obtenidos en el campo (elaboración propia)

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

### 5.1. Resultados de laboratorio

Imagen 11 Resultados de laboratorio



**TECNO Ambiental S.a.s.**  
Asesoría y laboratorio



Página 1 de 1 **RESULTADO DE ANÁLISIS** T.A. 32008

**MUESTRA No.** 1 **Plan de monitoreo:** N.A.

**Solicitante:** INVERSIONES Y SERVICIOS GANADEROS S.A. **Dirección:** Cra 4 No 10 - 01 Barrio Centro Guamal Meta

**Contacto:** Nardy Castro **Teléfonos:** 6755448

**Clase de muestra:** Agua Cruda **Tipo de muestra:** Puntual

**Fecha de toma:** 2018/04/03 **Hora de Toma:** 14:30

**Departamento:** Meta **Municipio:** Guamal

**Vareda/Barrio:** No Reporta **Fuente:** Aljibe

**Punto:** Salida del Aljibe N:03°52'14,4" W:073°46'05,7" **Lugar de muestreo:** Cra 18 No 3 - 75 Barrio las Villas - Guamal / Meta

**Fecha Recepción:** 2018/04/03 **Fecha de emisión del reporte:** 2018/04/17

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE	RESULTADO
ALCALINIDAD TOTALI	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2320 B	200	31
CALCIO	mg Ca/L	SM 3500 Ca B	60	16
COLOR RESIDUAL LIBRE*	mg Cl <sub>2</sub> /L	SM 4500 Cl F	0,3 - 2,0	< 0,1
CLORUROS	mg Cl /L	SM 4500 Cl C	250	4
COLOR APARENTE	UPC	SM 2120 B	15	< 5
CONDUCTIVIDAD*	µS/cm	SM 2510 B	1.000	121,4
DUREZA TOTAL	mg CaCO <sub>3</sub> /L	SM 2340 C	300	45
HIERRO TOTAL	mg Fe/L	SM 3500 Fe B	0,3	0,4
MAGNESIO	mg Mg/L	SM 3500 Mg B	36	1
NITRATOS	mg NO <sub>3</sub> /L	SM 4500 NO <sub>3</sub> B	10	11,12
NITRITOS	mg NO <sub>2</sub> /L	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	0,1	< 0,07
pH*	UND	SM 4500 H* B	6,5 - 9,0	6,29
SULFATOS	mg SO <sub>4</sub> /L	EPA 375.4	250	13
TURBIDEZ	NTU	SM 2130 B	2	4,5
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
Coliformes totales	NMP/100mL	SM 9223 B	0	2420
Escherichia coli	NMP/100mL	SM 9223 B	0	29

\* Parámetro medido en el Laboratorio.  
pH 4,45; Después de la titulación.

**INTERPRETACIÓN:** Como orientación al usuario se comparan los resultados con la Resolución 2115 de 2007.

**NOÉ FRANCISCO JIMENEZ M.**  
Jefe de Laboratorio  
P.O.1.0356

**LORENA MARTINEZ**  
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

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización de TECNOAmbiental S.A.S.

TF0055/REV/5/

FIN DEL RESULTADO

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

Nota. Recuperado de (TECNO Ambiental 2018)

Las muestras de agua cruda fueron analizadas por un laboratorio certificado por el IDEAM, en este caso fue 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”, se determina que 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 las actividades propias del frigorífico como aseo, uso en el drenaje de sangre y lavado de las reses.

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 0.4 mg Fe/L, nitratos la norma exige 10 mg NO<sub>3</sub> /L y está en 11.2 mg NO<sub>3</sub> /L, turbidez la norma exige 2 NTU y está en 4.5 NTU y los análisis microbiológicos presentan valores muy altos debido a que el agua no tiene ningún tratamiento para reducirlos; aclarando de que no se va a usar para consumo humano.

## 5.2. Formulario único nacional de solicitud de concepción de agua subterránea.

Imagen 12 Formulario diligenciado


 Libertad y Orden  
 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
 República de Colombia

**SINA**  
**FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE CONCESIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**  
 Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1076 de 2015

DATOS DEL SOLICITANTE	
1. Persona Natural <input type="checkbox"/> Persona Jurídica <input checked="" type="checkbox"/>	Pública <input type="checkbox"/> Privada <input checked="" type="checkbox"/>
2. Nombre o Razón Social: <b>INVERSIONES Y SERVICIOS GANADEROS S.A.S.</b>	
C.C. <input type="checkbox"/> NIT <input checked="" type="checkbox"/> No. <b>900434121-0</b> de <b>Guamal</b>	
Dirección: <b>Cra 18 N° 3-75 Barrio los villos</b> Ciudad: <b>Guamal - Meta</b>	
Teléfono (s): <b>6755448</b> Fax: _____ E-mail: <b>inversionesganaderos11@hotmail.com</b>	
Representante Legal: <b>Rodrigo Carrero Gamez</b>	
C.C. No. <b>771411642</b> de <b>Acacias</b>	
Dirección: <b>Cra 4 N° 10-01 Barrio el centro</b> Ciudad: <b>Guamal</b>	
Teléfono (s): <b>6755448</b> Fax: _____ E-mail: _____	
3. Apoderado (si tiene): <b>Victor Alfonso Aranda Romero</b> T.P.: _____	
C.C. No. <b>1.720.359.257</b> de <b>Granada - Meta</b>	
Dirección: <b>Calle S. N° 34 A Rosa Blanca Oriental</b> Ciudad: <b>Urbancencia - Meta</b>	
Teléfono (s): <b>3202359002</b> Fax: _____ E-mail: <b>ipracol.sas@hotmail.com</b>	
4. Calidad en que actúa: Propietario <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Poseedor <input type="checkbox"/> Otro <input checked="" type="checkbox"/> Cuál? <b>Apoderado</b>	
INFORMACIÓN GENERAL	
1. Nombre del predio: <b>Inversiones y Servicios Ganaderos</b> Área (Ha): <b>0,5 - 5000 m<sup>2</sup></b>	
2. Dirección del predio: <b>Cra 18 N° 3-75 Barrio los villos</b> Urbano <input type="checkbox"/> Rural <input checked="" type="checkbox"/>	
3. Departamento: <b>Meta</b> Municipio: <b>Guamal</b>	
4. Actividad: <b>Industrial / Planta de Beneficio de Ganado (PBG)</b>	
5. Requiere Servidumbre para el aprovechamiento o para la construcción de las obras <b>SI</b> <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
6. Cédula catastral No. <b>010001010018000</b>	
7. Costo del Proyecto: \$ <b>18.000.000</b> Valor en letras: <b>Dieciocho Millones de Pesos.</b>	
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Empresa perforadora del pozo: _____ Ubicación del pozo: Coordenadas <b>X66192,33y 1071514</b>	
Referencia Plancha I.G.A.C.: _____ Escala: <b>1:500</b>	
Permiso de exploración No. (Resolución): _____ Fecha: _____	
Prueba de Bombeo <b>IPRACOL S.A.S</b>	
<b>Oferta hídrica</b>	
Nombre de la fuente <b>Aljibe</b>	
Caudal del pozo (l/s): <b>1,30</b> Profundidad: <b>4 metros</b> Formación Acuífera: <b>Semiconfinado</b>	
DEMANDA / USO	
1. Doméstico <input type="checkbox"/> No. de personas permanentes: _____ Transitorias: _____	
2. Pecuario <input type="checkbox"/> Animales: _____ Número: _____	
3. Riego <input type="checkbox"/> Cultivo: _____ Área (Ha): _____	
Tipo de Riego: Goteo <input type="checkbox"/> Aspersión <input type="checkbox"/> Gravedad <input type="checkbox"/> Microaspersión <input type="checkbox"/>	
4. Industrial <input checked="" type="checkbox"/> Clase de Industria: <b>Planta de Beneficio de Ganado (PBG)</b> Demanda (l/s): <b>1,45</b>	
5. Generación de Energía <input type="checkbox"/> Cuál? _____	
6. Abastecimiento <input type="checkbox"/> Acueducto: Veredal <input type="checkbox"/> Vereda: _____ No. Usuarios: _____	
Municipal <input type="checkbox"/> Municipio: _____ ESP: _____ No. Usuarios: _____	
7. Otro <input type="checkbox"/> Cuál? _____	
8. Caudal solicitado (l/s): <b>1,45</b>	
9. Término por el cual se solicita la concesión: <b>5 años</b>	
DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD	
1. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante <b>Sociedades:</b> Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses) <b>Juntas de Acción Comunal:</b> Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.	
2. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado. <b>Propietario del inmueble:</b> Certificado de tradición y libertad (expedición no superior a 3 meses) <b>Tenedor:</b> Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario o poseedor. <b>Poseedor:</b> Prueba adecuada que lo acredite como tal	
3. Certificación de la autoridad ambiental sobre la presentación del informe previsto en el artículo 152 del Decreto 1541 de 1978	
4. Censo de usuarios para acueductos veredales y municipales.	
5. Diseño definitivo del pozo	
6. Información sobre los sistemas para la captación, derivación, conducción, restitución de sobrantes, distribución y drenaje, y sobre las inversiones, cuantía de las mismas y término en el cual se van a realizar.	
7. Información prevista en el capítulo IV, título III del Decreto 1541 de 1978, para concesiones con características especiales	
<b>FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUIDO</b>	
FECHA: _____	

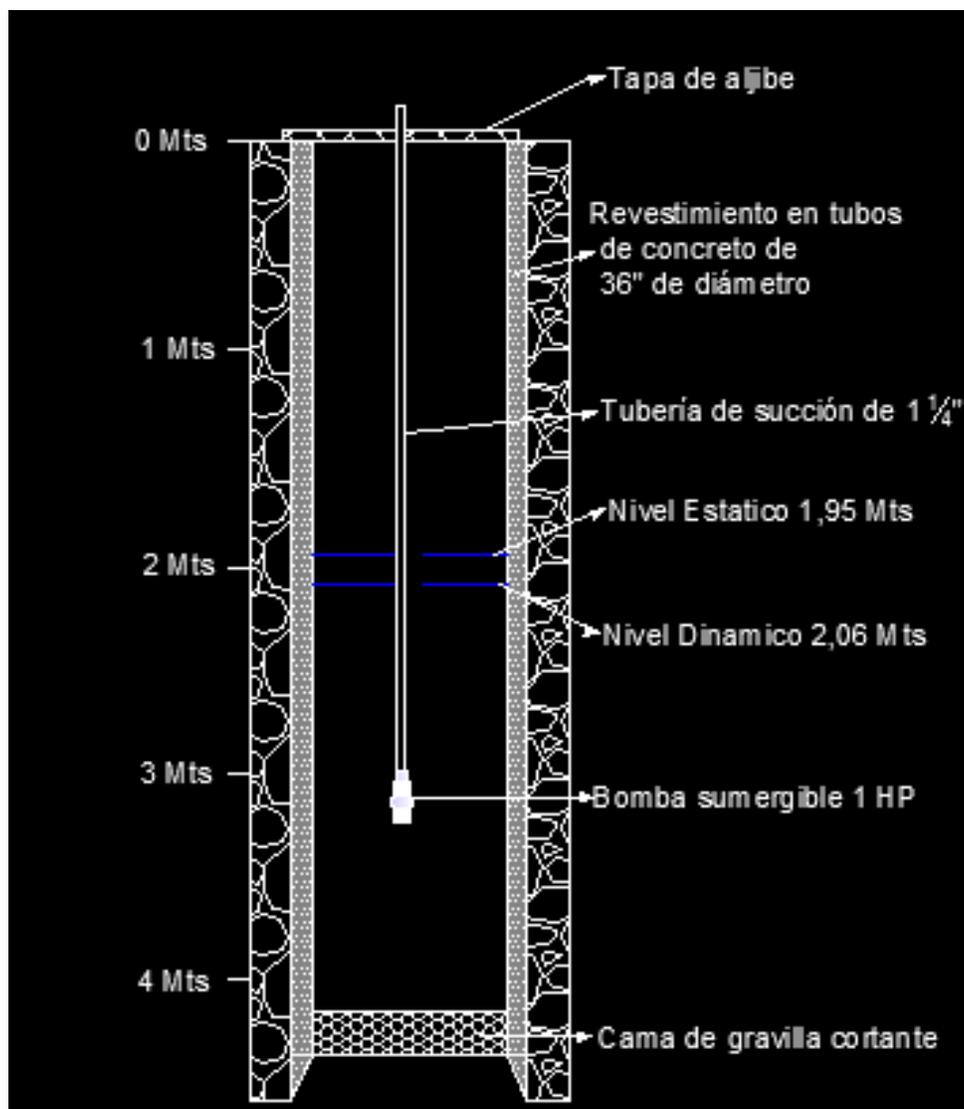
SIN EL LLENO DE LOS REQUISITOS NO SE ABRIRA EXPEDIENTE

Nota. Recuperado de (CORMACARENA)

El presente documento es el formulario que emite CORMACARENA para la solicitud de la concepción de agua subterránea, el cual fue diligenciado por el autor.

### 5.3. Diseño definitivo del pozo

Imagen 13 *Diseño del pozo*



Nota. Recuperado de (AUTOCAD)

## CONCLUSIONES

Como resultado del proyecto aplicado es posible concluir que se realizó un análisis a la falencia que presenta el frigorífico de Guamal Meta, como lo es la falta de agua; en donde se implementaron las diferentes pruebas de índole ambiental con la finalidad de obtener el permiso de concepción de aguas subterráneas, para lo cual se realizó el diligenciamiento del formulario exigido por la CAR, con los respectivos resultados obtenidos de las actividades empleadas como lo son las adquisición de coordenadas geográficas y ubicación geográfica, los resultados de laboratorio en donde se implementó un análisis a las aguas subterráneas mediante la toma de muestra de agua cruda y se verifico su cumplimiento bajo la norma resolución 2115 de 2007, los resultados de la prueba de bombeo, la información plasmada en los sistemas de captación y derivación, el inventario de pozos con un radio de influencia de 800 metros; con la finalidad de obtener el permiso de concepción de agua subterránea por medio de un pozo profundo, diseñado con todos los parámetros necesarios para mantener un flujo optimo y constante de agua a los cuartos de sacrificio, los baños, el corral y demás instalaciones del frigorífico.

Se presenta un diseño de pozo profundo en el cual se demuestra que cumple con lo exigido en la normatividad vigente emitida por la CAR tanto en diseño como en materiales usados en la construcción del mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroforestal. (s.f). *Sistema de distribución del agua* recuperado de [http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%208.Riego%20por%20superficie/page\\_12.htm](http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%208.Riego%20por%20superficie/page_12.htm)
- Agua para el futuro. (s.f). *Captación de agua* recuperado de <https://aguaparaofuturo.mpmt.mp.br/es/abastecimiento/sistemas-de-captacion>
- Alcaldia mayor de Bogota . (02 de Agosto de 1982). *decreto 2278 de 1982* recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=24295>
- Ambientebogota. (s.f). *Recurso hídrico subterráneo* recuperado de <http://ambientebogota.gov.co/aguas-subterraneas>
- AUTOcad. (2018).
- Bellino, N. (2012). *AGUAS SUBTERRANEAS* recuperado de <http://www.fi.uba.ar/archivos/aguasubterraneas-2012.pdf>
- Cuesta, M. V. (s.f). *Propiedades hidraulicas de los acuíferos* recuperado de <https://es.scribd.com/document/377801771/T-9-Propiedades-Hidraulicas-de-Acuiferos>
- Espinoza, C. (2009). *Propiedades físicas del agua subterránea y acuíferos* recuperado de [https://www.acontecer.com.mx/index.php?op=content&op2=view\\_details&article\\_id=1527552407&likes=1](https://www.acontecer.com.mx/index.php?op=content&op2=view_details&article_id=1527552407&likes=1)
- Google Earth Pro. (2018).
- IGAC. (2018).
- Pérez, R. M. (s.f). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA* recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/12697/68/3353962.2005.Parte%2013.pdf>

sagarpas. (s.f). *Líneas de Conducción* recuperado de

[http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA\\_L%C3%8DNEA%20DE%20CONDUCCI%C3%93N.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/FICHA%20TECNICA_L%C3%8DNEA%20DE%20CONDUCCI%C3%93N.pdf)

SIAC. (s.f). *agua* recuperado de <http://www.siac.gov.co/aguaques>

Universidad de Antioquia . (2011). *Lineamientos para exploración y perforación, realización de pruebas de bombeo y mantenimiento y limpieza de captaciones de aguas subterráneas.*

recuperado de

[http://www.metropol.gov.co/recursohidrico/Documents/LINEAMIENTOS\\_AGUAS\\_SUBTERRANEAS.pdf](http://www.metropol.gov.co/recursohidrico/Documents/LINEAMIENTOS_AGUAS_SUBTERRANEAS.pdf)

## ANEXOS

Imagen

14

*Frigorífico de Guamal Meta*



Imagen obtenida en el campo (elaboración propia)

Imagen  
*Toma de coordenadas*

15



Imagen obtenida en el campo (elaboración propia)

Imagen  
*Prueba de bombeo*



Imagen obtenida en el campo (elaboración propia)

Imagen  
*Toma de muestras de agua*

17



Imagen obtenida en el campo (elaboración propia)

Imagen

*Equipos para la prueba de bombeo*

18

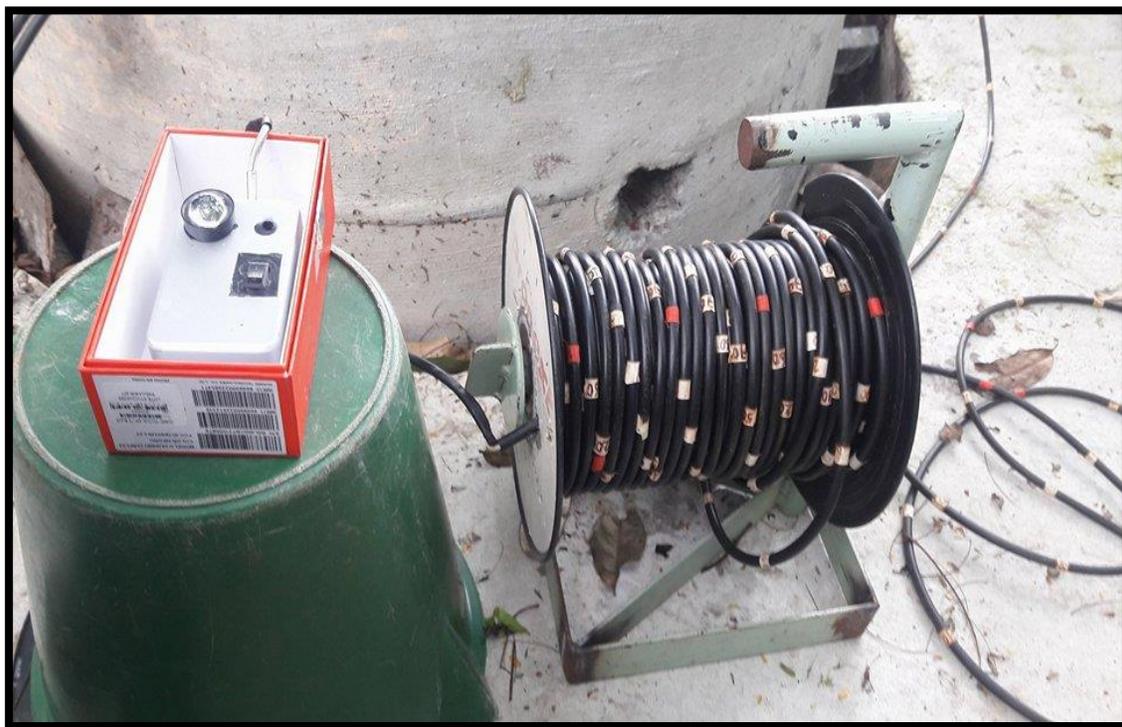


Imagen obtenida en el campo (elaboración propia)