



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, Julio 9 de 2021

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

SERGIO ALEXANDER SANCHEZ CASTRO, con C.C. No. **1075242491 NEIVA**,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado Titulado **ANÁLISIS GEOESPACIAL Y CARACTERIZACIÓN GENERAL DE FORMA INTERACTIVA DE 12 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL MUNICIPIO DE AIPE, RIVERA, AGRADO, NEIVA Y PALERMO EN JURISDICCIÓN DE LA CAM** presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de **INGENIERO AGRICOLA**

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

SERGIO ALEXANDER SANCHEZ CASTRO
C.C. 1075242491 NEIVA, CONTACTO: 3115095518

Firma: _____

Vigilada Mineducación



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: ANALISIS GEOESPACIAL Y CARACTERIZACION GENERAL EN FORMA INTERACTIVA DE 12 POZOS DE AGUA SUBTERRANEA EN EL MUNICIPIO DE AIPE, RIVERA, AGRADO, NEIVA Y PALERMO EN JURISDICCION DE LA CAM

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
SANCHEZ CASTRO	SERGIO ALEXANDER

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
GUZMAN MANRIQUE	ORLANDO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
GUZMAN MANRIQUE	ORLANDO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO AGRICOLA

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA O POSGRADO: PROGRAMA AGRICOLA

CIUDAD: NEIVA **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2020 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 23



TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías X Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas X Música impresa___ Planos X Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros___

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

GOOGLE EARTH (LICENCIA DE USO LIBRE)
GOOGLE DOCUMENTOS (LICENCIA DE USO LIBRE)
GOOGLE HOJA DE CALCULO (LICENCIA DE USO LIBRE)
GOOGLE PDF (LICENCIA DE USO LIBRE)

MATERIAL ANEXO:

NINGUNO

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

NINGUNO

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Características</u>	<u>characteristics</u>	6. _____	_____
2. <u>pozo</u>	<u>groundwater</u>	7. _____	_____
3. <u>mapas</u>	<u>maps</u>	8. _____	_____
4. _____	_____	9. _____	_____
5. _____	_____	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

El objetivo de la Caracterización general en doce (12) pozos designados por la CAM en el municipio de Aipe, Rivera, Agrado, Neiva y Palermo, departamento del Huila, es crear condiciones óptimas y sostenibles para sugerir producción agropecuaria mediante un proyecto tipo. Este objetivo se cumplió al conocer las características por aforar doce (12) aljibes o pozos y realizar un estudio de redes de flujo, en la época más crítica en cuanto a disponibilidad de agua, obteniéndose 12 mapas de unidades geológicas y cronoestratigráficas del terreno que indican los caudales de la zona, el tiempo de recarga, la dirección del flujo y la profundidad del nivel freático, para proyectar la construcción de nuevos aljibes, toda esta información se encuentra en los mapas de ArcGIS. Se determinó la Transmisividad (T), conductividad hidráulica (k), capacidad específica (c.e.), en cada uno de los doce (12) pozos .Finalmente los pozos de agua subterránea que obtuvieron una mejor Transmisividad (T), conductividad hidráulica (k), capacidad específica (c.e.), es decir el pozo más cercano al Río Magdalena en el municipio de Neiva.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The objective of the general characterization in twelve (12) wells designated by CAM in the municipalities of Aipe, Rivera, Agrado, Neiva and Palermo, department of Huila, is to create optimal and sustainable conditions to suggest agricultural production through a standard project. This objective was met by knowing the characteristics by gauging twelve (12) reservoirs or wells and conducting a study of flow networks, at the most critical time in terms of water availability, obtaining 12 maps of geological units and chronostratigraphic terrain that indicate the flow of the area, the recharge time, the direction of the flow and the depth of the water table, to project the construction of new reservoirs, all this information is found in the ArcGIS maps. The Transmissivity (T), hydraulic conductivity (k), specific capacity (ce), was determined in each of the twelve (12) wells. Finally, the groundwater wells obtained a better Transmissivity (T), hydraulic conductivity (k), specific capacity (ce), that is, the well closest to the Magdalena River in the municipality of Neiva.

Uso de las tecnologías de la Información para presentar la Investigación desarrollada por parte de la Corporación Autónoma regional del Alto Magdalena CAM:

Presentación Oficial de Sustentación de Grado, modalidad Pasantía 2019-2020, almacenamiento en la nube.

<https://drive.google.com/file/d/1ybZ9bILXirykdQ8KLyWbSD9TuZqaWHsq/view?usp=sharing>

Informe final de Sustentación de Grado, modalidad Pasantía 2019-2020, almacenamiento en la nube.

https://docs.google.com/document/d/1UFNQwVVvpKZNVci-_ipScvIBNi2UukG-7m9LXWAE48/edit?usp=sharing

Sistema Interactivo de presentación de la Información, modalidad Pasantía 2019-2020, almacenamiento en la nube.

<https://earth.google.com/earth/d/1ANCYY1wC93dkKTX6EAUe3KCXAExpXNh?usp=sharing>

Bibliografía, modalidad Pasantía 2019-2020, almacenamiento en la nube.

<https://drive.google.com/drive/folders/1gH7mhGC5vIHgCRpOZEwOx1RJJrBPPyRH?usp=sharing>



APROBACION DE LA TESIS

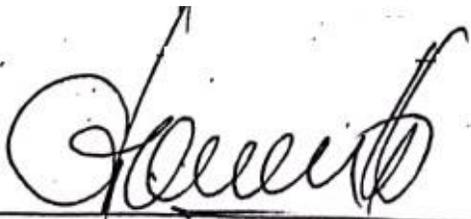
Nombre Presidente Jurado: ORLANDO GUZMAN MANRIQUE



Ing. ORLANDO GUZMAN MANRIQUE
Director Pasantía

Firma:

Nombre Jurado: ARMANDO TORRENTE TRUJILLO



FIRMA DEL JURADO

Firma:

Nombre Jurado: JONATHAN ROMERO CUELLAR



FIRMA DEL JURADO

Firma:

**ANÁLISIS GEOESPACIAL Y CARACTERIZACIÓN GENERAL EN FORMA
INTERACTIVA DE 12 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL MUNICIPIO
DE AIPE, RIVERA, AGRADO, NEIVA Y PALERMO EN JURISDICCIÓN DE
LA CAM
RESUMEN INFORME DE ACTIVIDADES**

SERGIO ALEXANDER SÁNCHEZ CASTRO
ESTUDIANTE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ORLANDO GUZMAN MANRIQUE
INGENIERO AGRICOLA
Msc MARKETING AGROINDUSTRIAL
DIRECTOR DE GRADO

ING. CARLOS ANDRES GONZALEZ TORRES
SUBDIRECTOR REGULACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL
TUTOR PRÁCTICA

**CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
PROGRAMA INGENIERÍA AGRÍCOLA
MODALIDAD DE GRADO PASANTÍA SUPERVISADA
NEIVA
2019**

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.
PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722
Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
Neiva, Huila

CONTENIDOS

RESUMEN INTRODUCTORIO	3
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA	4
3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS DE ACUERDO A LA HIDROGEOLOGÍA	5
3.1.2 TIPOS DE ACUÍFEROS	5
3.1.3 ENERGÍA DEL AGUA EN LOS ACUÍFEROS	6
3.1.4 COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO EN LOS ACUÍFEROS LIBRES	7
3.1.5 COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO EN LOS ACUÍFEROS CONFINADO Y SEMICONFINADOS	8
3.1.6 EXPERIENCIA DE DARCY	8
3.1.7 EVALUACIÓN GEOLÓGICA	9
3.1.8 TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA	9
4. METODOLOGÍA	9
4.1 REALIZACION DE INFORMES	9
4.2 TABLA DE ACTIVIDADES	10
4.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	12
5. RESUMEN VISITAS TÉCNICAS	13
5.1 VISITAS TÉCNICAS SEGUIMIENTO	13
5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN	13
5.1.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	13
5.1.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS	14
5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO	15
5.1.5 RESULTADOS	17
6. CONCLUSIONES	19
7. APORTE ESPECÍFICO E INDIVIDUAL	20
8. BIBLIOGRAFÍA	21

RESUMEN INTRODUCTORIO

El uso del agua subterránea mediante la utilización de aljibes en el departamento del Huila, se plantea como una alternativa de solución en el abastecimiento de agua para consumo humano, uso industrial, uso doméstico en este caso en la propuesta de pequeños proyectos productivos con objetivo agropecuarios; se busca usar racionalmente el recurso hídrico para desarrollo sostenible en la Zona Rural o Urbana (FAO, 2003).

Este objetivo se cumplió al aforar cuatro (12) aljibes o pozos y realizar un estudio de redes de flujo, en la época más crítica en cuanto a disponibilidad de agua (IDEAM, 2018), obteniéndose varios mapas de unidades geológicas y cronoestratigráficas del terreno (SGC, 2015) que indican los caudales de la zona, el tiempo de recarga, la dirección del flujo y la profundidad del nivel freático, para proyectar la construcción de nuevos aljibes, toda esta información se encuentra en los mapas de ArcGIS.

En el diseño hidráulico de *uso racional de agua*, se consideraron varios aspectos como: el caudal y tiempo de recarga del aljibe, las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo y la topografía del terreno, esto con el fin de *sugerir proyectos de transferencia de tecnología*, a pequeña escala, que sirva de modelo para zonas de iguales características climáticas, edáficas, con baja disponibilidad de agua; y permita incentivar las prácticas agropecuarias, toda esta información se encuentra redactada en un informe por cada visita.

El desarrollo Rural es prioridad, y la forma de lograrlo son los aljibes los cuales generan una alteración en el suelo y en los reservorios acuíferos, la mayoría de los impactos que se presentan son positivos debido a que benefician directamente a los propietarios.

1. INTRODUCCIÓN

La **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, CAM**, es la Autoridad Ambiental Regional Estatal que sanciona, controla y certifica las licencias ambientales en el Departamento del Huila en la Administración de Recursos Naturales.

En tal sentido, este trabajo se enfocó a caracterizar doce (12) pozos de aguas subterráneas en la jurisdicción del Huila administrado por la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental, que comprende Aipe, Rivera, Agrado, Neiva y Palermo de los cuáles se presenta los resultados de pozos con una metodología de 5 pasos que caracterizan de forma general el pozo de agua subterránea.

En diferentes salidas de campo, se confirmó el cumplimiento de las leyes gubernamentales más importantes para la conservación, prevención y mantenimiento de los recursos naturales por parte de Empresas en la Jurisdicción de la CAM. Toda información presentada es autorizada por la CAM, validada por el director de Grado y Tutor de práctica, usando los protocolos de Solicitud Radicado en el Sistema ORFEO (Recepción documentos), los mapas fueron procesados en ArcGIS 10.1 Version Licenciada por la Universidad Surcolombiana y Licencia ArcGIS 10.6.1, ArcGIS Pro 2.2 para estudiante otorgado por ESRI en su sitio Oficial (www.esri.com). Se usó el sistema MAGNA-SIRGAS, es un marco geocéntrico y preciso cuyo desarrollo se ha dado bajo los lineamientos de la geodesia internacional; es la definición más avanzada con los modelos físicos, matemáticos y técnicas de medición en el mundo. Se usó como marco para la definición de coordenadas de Colombia, permite el intercambio de información georeferenciada entre usuarios e instituciones. Archivos en Formato Rinex

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.

PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124

Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40

PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722

Vigilada Mineducación

www.usco.edu.co

Neiva, Huila

de las Estaciones Red Magna Eco Correspondientes a los Últimos 60 Dias Calendario Citando la fuente de datos RINEX: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, red MAGNA-ECO (IGAC, 2019). Con la información obtenida, se busca caracterizar los doce (12) pozos de agua subterránea con el fin de sugerir proyectos productivos TIPO a pequeña escala de manera óptima y sostenible.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterización general en doce (12) pozos designados por la CAM en el municipio de Aipe, Rivera, Agrado, Neiva y Palermo, departamento del Huila, para crear condiciones óptimas y sostenibles para sugerir producción agropecuaria mediante un proyecto tipo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar con estudios hidroclimatológicos la planificación y conservación del área hidrográfica en los doce (12) pozos localizados en el Departamento del Huila.
2. Determinar transmisividad, conductividad hidráulica, capacidad específica, en cada uno de los doce (12) pozos.
3. Determinar en los doce (12) pozos el impacto y la sostenibilidad ambiental en Sistemas de Irrigación a pequeña escala sugiriendo un proyecto tipo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

“Consiste en perforación vertical de forma cilíndrica con diámetro mínimo de 1,5 m, aunque frecuentemente supera los 3 m, llegando incluso hasta los 6 m (dependiendo del caudal demandado). El agua entra al pozo a través del fondo y de las paredes y es extraída mediante sistemas mecánicos. Para la excavación de pozos existen varios sistemas (rotación, percusión o rotopercusión). Las paredes se entuban con piezas de hormigón prefabricado cuando los terrenos son muy sueltos o con piezas circulares metálicas (p. ej. de tubos de acero perforado), cuando se trata de suelos rocosos. La profundidad que alcanzan los pozos pueden superar los 500 m” (Muñoz & Rodríguez, 2005).

Los pozos permiten aprovechar los flujos de descarga de un acuífero, que de otra forma se perderían en el mar. Son más adecuados para explorar acuíferos superficiales de materiales poco consolidados, ya que su rendimiento es mayor que el de un sondeo a la misma profundidad. Son muy utilizados para la captación de agua de acuíferos en cotas medias y bajas. En algunos pozos de gran diámetro (2 a 3 m) se realizan también galerías de fondo con lo que se puede incrementar notablemente la productividad. Además del alto coste de ejecución de este tipo de captación, la extracción de agua de un pozo conlleva un coste económico, debido al bombeo (Muñoz & Rodríguez, 2005).

La secretaria de ambiente reconoce 3 tipos de pozos de agua, cavado, incado y perforado.

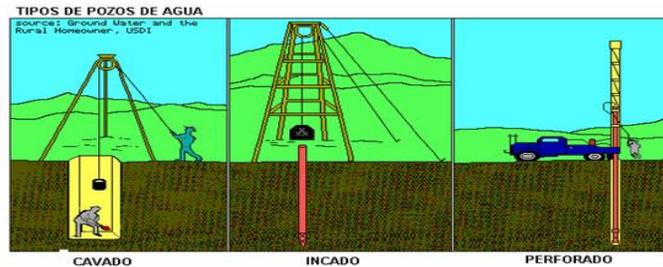


Figura 1. Tipos de pozos de agua. Fuente: www.pubs.usgs.gov

En este informe se analizó los tipos de pozos de agua por medio de perforado y cavado, que ofrecen mayor seguridad en la obtención del caudal en la zona.

3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS DE ACUERDO A LA HIDROGEOLOGÍA

Para establecer relaciones científicas en el presente estudio, se clasificó de acuerdo con *Alfaro, et al (2006)* las rocas en:

Acuíferos, rocas que almacenan y transmiten agua en cantidades significativas.

Acuitardos, rocas que almacenan agua y la transmiten lentamente.

Acuicludos, rocas con una capacidad de almacenamiento apreciable pero con capacidad de transmisión prácticamente nula.

Acuífugos, rocas que ni almacenan ni transmiten agua.

Actualmente los límites entre las rocas no está actualmente definido, la consideración de una unidad geológica como acuífero suele establecerse en función de la naturaleza del resto de unidades geológica de la región. Se aclara que el término acuífero (del latín *aqua=agua ferre=llevar*) no hace referencia ni a la litología, ni a la edad de la unidad geológica, solo a su capacidad de llevar agua. El agua almacenada en estas unidades es conocida con el nombre de agua subterránea (Alfaro, et al., 2006).

3.1.2 TIPOS DE ACUÍFEROS

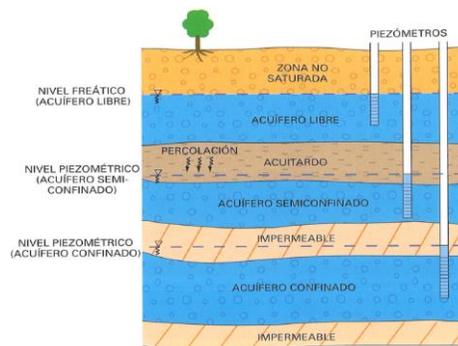


Figura 2. Distintos tipos de unidades acuíferas según su disposición. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006). p. 78

De acuerdo con la figura 2, cuando un acuífero tiene contacto directo con la atmósfera se denomina **acuífero libre**, se cumple que tienen contacto con la zona saturada, la superficie freática. Un acuífero aislado por unidades geológicas impermeables se le denomina acuífero confinado, siempre está saturado de agua y todos sus puntos se encuentran mayor a la atmosférica, ocurre artesianismo cuando

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.
 PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
 Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
 PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722
 Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
 Neiva, Huila

el agua surge hacia la superficie por la perforación del pozo. Si la presión asciende encima de la superficie del terreno origina la surgencia. La cota dentro del pozo, se denomina **nivel piezométrico**, los lugares piezométricos en un acuífero confinado se le denomina **superficie piezométrica**. Si las unidades confinantes permiten un cierto flujo de agua desde el acuífero hasta el exterior o viceversa, al acuífero se le llama **semiconfinado** (Alfaro, et al., 2006).

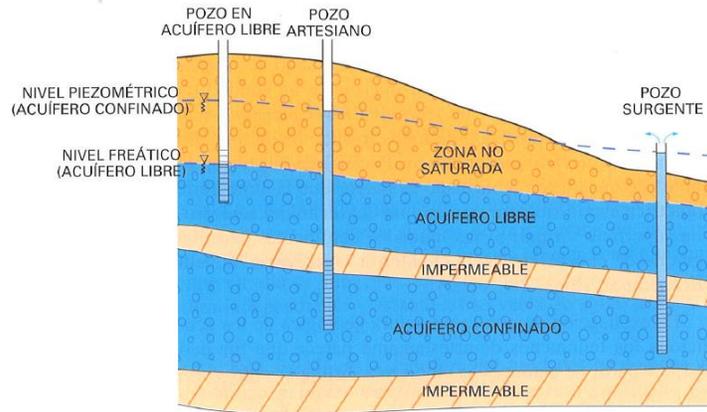


Figura 3. Esquema del comportamiento de los distintos tipos de pozos según el potencial hidráulico. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006) p.78

La figura 3, explica la estructura geológica de los acuíferos que condiciona los fenómenos de **artesianismo** según el potencial hidráulico, probablemente fue propuesto por Vallisnieri en 1615 (Miyar, 1829), dando a conocer dos tipos de acuíferos, **libre** y **confinados** (Alfaro, et al., 2006).

3.1.3 ENERGÍA DEL AGUA EN LOS ACUÍFEROS

El nivel piezométrico y el nivel freático cumplen las leyes de la energía potencial, es decir son consecuencia directa de la energía que tiene el agua en ese punto, definido como potencial hidráulico, investigado por Hubbert (1940) y se cuantifica en unidades de metros, m.

$$h = z + \frac{p}{\gamma} \quad (1)$$

- h=potencial hidráulico(m)
- z=cota del punto del acuífero (m)
- p=presión sometida en el agua (kg/m s²)
- γ=peso específico del agua (kg/m²s²)

En un acuífero se toman condiciones ideales para simplificar los fenómenos físicos de rigidez en una zona que constituye de **recarga** y otra zona de **descarga**, todo esto viene analizado por las unidades geológicas que tienen una densidad específica que confinan el acuífero. Cada uno de estos tipos de acuíferos (Figuras 4, 5 y 6) tiene ecuaciones de análisis de flujo que permiten conocer el tiempo de recarga y el tipo de acuífero al que pertenece mediante las pruebas de pozos (Alfaro, et al., 2006).

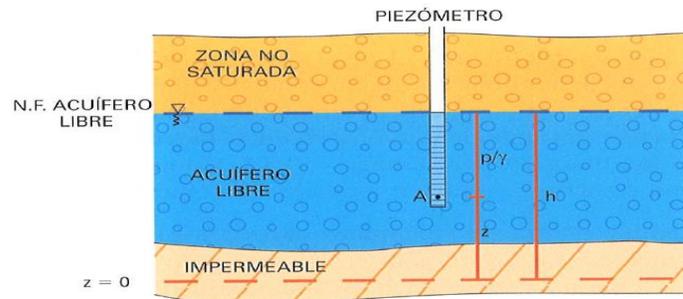


Figura 4. Acuífero libre. Esquema del comportamiento de los distintos tipos de pozos según el potencial hidráulico. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006) p.80 (75. PDF)

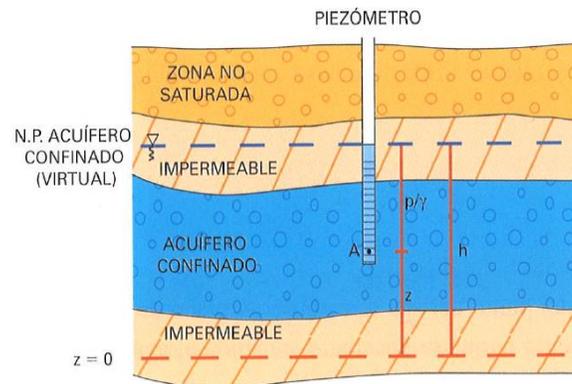


Figura 5. Acuífero confinado. Esquema del comportamiento de los distintos tipos de pozos según el potencial hidráulico. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006) p.80



Figura 6. Acuífero semiconfinado. Esquema del comportamiento de los distintos tipos de pozos según el potencial hidráulico. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. (2006) p.80

3.1.4 COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO EN LOS ACUÍFEROS LIBRES

Los primeros trabajos fueron realizados por **Meinzer (1923)** que es volumen de agua que se encuentra en la roca una vez está drenada por gravedad, un cierto contenido en agua absorbida por la superficie de los poros relleno de los capilares más finos. Se denomina también *retención específica*, por lo tanto está sometido a fuerzas mayores que al potencial gravítico.

La **porosidad eficaz** de la roca es el volumen de poros interconectados con relación al volumen de roca, expresado en porcentaje.

Tipos de porosidad

Porosidad intergranular, típico en rocas detríticas no consolidadas, **Peyton (1986)** menciona que este tipo de rocas la práctica totalidad de los poros están interconectados entre sí. Algunos acuíferos con este tipo de porosidad son: Depósitos fluviales, fosas tectónicas rellenas de materiales no consolidados, depósitos eólicos. Las llanuras o "planas" costeras, depósitos glaciales.

Porosidad por fisuración, rocas sedimentarias y metamórficas, presentan menor grado de fisuras, de acuerdo con **Davis (1969)** la porosidad de este tipo suele ser inferior al 5 %.

Porosidad por disolución, son pequeña fisuras y planos de estratificación que el agua va disolviendo en la roca y forman redes de drenaje al interior de la roca (**Alfaro, et al., 2006**).

3.1.5 COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO EN LOS ACUÍFEROS CONFINADO Y SEMICONFINADOS

En un acuífero confinado o semiconfinado el agua puede liberarse, de acuerdo a los fenómenos elásticos como consecuencias de la variación de la presión intersticial al disminuir el potencial hidráulico. **Meinzer (1928)** denota esta característica como un coeficiente de compresibilidad del agua y del acuífero, denominado S , su valor suele estar entre 10^{-3} y 10^{-5} .

$$S = \gamma b(m_e \beta + \alpha) \quad (2)$$

S = Coeficiente de almacenamiento.

γ = peso específico del agua.

m_e = porosidad eficaz.

β = módulo de compresibilidad del agua.

α = módulo de compresibilidad del acuífero.

b = espesor saturado del acuífero.

El volumen de agua que puede extraerse por unidad de espesor saturado del acuífero, se denomina coeficiente de almacenamiento específico, su ecuación es:

$$S^o = \frac{S}{b} \quad (3)$$

3.1.6 EXPERIENCIA DE DARCY

La cuantificación rigurosa en los fenómenos hidrológicos se da conocer en un anexo de su estudio "Les fontaines publiques de Dijon" publicado en París en 1856 (**Darcy, 1856**).

El Caudal que circula a través de las arenas es directamente proporcional a la carga de agua H e inversamente proporcional a la longitud de la columna de arena. Expresado en la siguiente ecuación:

$$Q = k S \frac{\Delta h}{l} \quad (4)$$

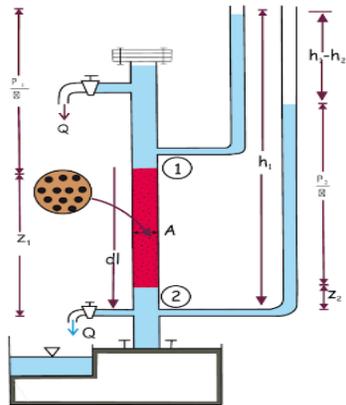


Figura 7. Experiencia de Darcy

la figura 7, ilustra las variables donde Q es el caudal que circula, expresado en m^3/s , H la altura de carga de agua en m, S la sección en m^2 , l la longitud de la columna de arena, y k un coeficiente de proporcionalidad determinado por el material, se denomina el coeficiente de permeabilidad de Darcy, o permeabilidad (Bosch, 2014).

3.1.7 EVALUACIÓN GEOLÓGICA

La geología es fundamental para la identificación, forma y tipo de acuíferos porque permite identificar los tipos de roca y las estructuras que favorecen la circulación y almacenamiento del agua subterránea. Los acuíferos se encuentran asociados a rocas sedimentarias consolidadas y semiconsolidadas de conglomerados y areniscas, que tienen la permeabilidad y porosidades de media a alta, existen casos de agua en fracturas de rocas ígneas y metamórficas (Chavarro & Plazas, 2018).

La revisión geológica inicia con cartografía especial obtenida del sitio web del Servicio Geológico Colombiano, estudios de AVR donados con fines académicos por la CAM, el cual en forma general muestra cada una de las unidades identificadas con su respectiva ubicación del pozo (CAM, 2018).

3.1.8 TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN HIDROCLIMATOLÓGICA

Se usó la información hidroclimatológica de la zona, de acuerdo a la Método de la Razón-Normal, para completar los datos faltantes y proyectar resultados multianuales en tablas procesadas. La base de datos fue requerida en el IDEAM, previa solicitud en su sitio oficial web. El método se sugiere para cuando las diferencias en las precipitaciones anuales normales de las estaciones consideradas son mayores que un 10 %. Desventajas: la uniformidad de espaciamiento puede ser difícil de cumplir en algunas regiones (Guevara, 1987)

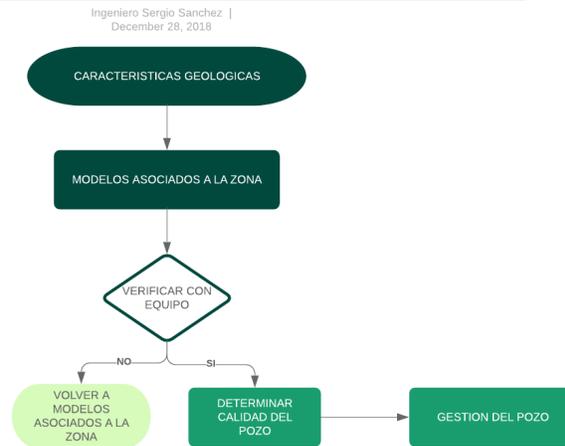
4. METODOLOGÍA

4.1 REALIZACION DE INFORMES

La realización de los informes son responsabilidad del usuario, la corporación realiza la visita técnica de seguimiento para que se cumplan los permisos requeridos. El siguiente mapa de flujo, en la figura 8, ilustra las actividades efectuadas por el usuario y la corporación (GESTION DEL POZO), en el uso de aguas subterráneas.

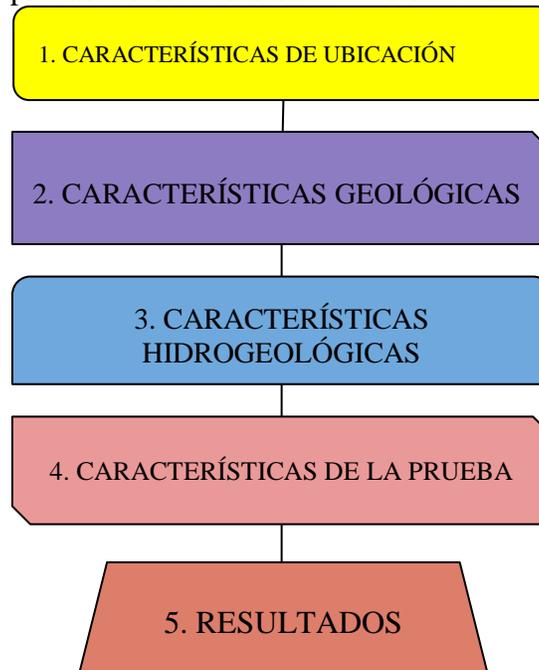
Figura 8. Mapa de flujo de la metodología adoptada en la perforación de pozos de aguas.

METODOLOGÍA PERFORACIÓN DE POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



La figura 9, muestra el orden de la información en los informes, de acuerdo a los informes tipo realizado en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), usado como referencia para este informe de pasantía.

Figura 9. Mapa de flujo de la presentación del informe de visita técnica.



4.2 TABLA DE ACTIVIDADES

En la tabla 1 se encuentran las actividades ordenadas de acuerdo a la práctica profesional.

Tabla 1. Listado de actividades en el proceso de modalidad de grado pasantía supervisada convenio CAM-USCO

Item	ACTIVIDAD	OBJETIVO	METODOLOGÍA
1	Realizar como mínimo doce (12) visitas durante la práctica dos (2) mensuales de seguimiento a las obligaciones impuestas por la CAM con el otorgamiento de licencias, permisos y/o concesiones ambientales, en pozos de agua subterráneas. .	Establecer un cronograma de actividades de acuerdo al tiempo de las visitas técnicas de seguimiento a las licencias, permisos y concesiones otorgadas por la CAM.	Efectuar aforo de caudales en las visitas técnicas en pozos, afluentes y recopilar la información para su presentación. Realizar los desplazamientos a los diferentes lugares que deban ser objeto de seguimiento de las licencias, permisos y concesiones ambientales.
2	Apoyar a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental en el desarrollo de actividades de control y seguimiento en jurisdicción de los municipios de Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental.	Llevar a cabo las actividades asignadas para seguimiento y control en la jurisdicción de los municipios de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental.	Efectuar descripciones sobre el impacto de seguimiento de permisos y licencias. Desplazarse a los diferentes lugares que sean asignados por la jurisdicción de la CAM para llevar a cabo el control y seguimiento.
3	Apoyar a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental en el seguimiento a los permisos de exploración y concesión de aguas.	Realizar el seguimiento a los permisos de los permisos, licencias y concesiones de aguas subterráneas.	Aplicar la normatividad vigente en los permisos, licencias y concesiones de aguas subterráneas. Diligenciar los formatos y demás documentos necesarios para el seguimiento.
4	Prestar apoyo a la CAM en el seguimiento a las empresas en las pruebas de pozo gestionando un excelente servicio al usuario.	Realizar seguimiento de las actividades llevadas a cabo por las empresas que efectúa la prueba de pozo.	Conocer de forma general cada una de las actividades que interviene en la perforación de un pozo de agua subterránea..
5	Prestar apoyo en el seguimiento de las zonas de beneficio de pozos de aguas subterráneas, mediante el análisis geoespacial con programas informáticos.	Realizar mapas para presentar la información de caracterización de cada uno de los doce (12) pozos de aguas subterráneas asignados.	Uso de programas licenciados como ArcGIS 10.1 para presentar la información de formato profesional en convenio CAM-USCO.
6	Organizar y sustentar los informes técnicos redactados en el tiempo de las pasantías supervisadas..	Exponer en general temas relacionados con los informes redactados..	Exponer resultados en eventos. Realizar de manera didáctica charlas educativas, actividades recreativas y demás eventos con fines ambientales que generen un cambio en el uso y conservación del medio ambiente.
7	Elaborar y presentar conceptos técnicos y actas de seguimiento de todas las visitas, conforme a las	Presentar al Tutor de práctica la documentación requerida para su posterior revisión acerca	Usar informes de pruebas de pozos para caracterizar en un análisis geoespacial, con la ayuda de estudio Hidroclimatológicos en la zona. Que

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.

PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124

Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40

PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722

Vigilada Mineducación

www.usco.edu.co

Neiva, Huila

	directrices, parámetros y formatos establecidos, debidamente soportados con los documentos, registros fotográficos, coordenadas geográficas y demás información exigida; los cuales deberán ser revisados y aprobados por el Tutor de práctica.	de las visitas de seguimientos llevadas a cabo en los distintos lugares objetos de estudio.	sirva de evidencia de todas las actividades adicionales de visita, que se llevarán a cabo en temas relacionados con seguimiento y control otorgadas por la CAM.
8	Adquirir datos que permitan manejar y actualizar de forma ágil y eficaz la información referente a seguimientos mensuales realizados.	Suministrar la información compilada en los seguimientos realizados en la base de datos de la jurisdicción de la CAM.	Hacer uso de la base de datos de la jurisdicción de la CAM para agregar la información necesaria en temas relacionados con los seguimientos de los lugares con visita técnica.
9	Consolidar y almacenar la información de la jurisdicción de la CAM, aplicando el formato de geoinformación diseñado para ser puesta en el sistema de información geográfica.	Compilar información actualizada haciendo uso de los formatos de geoinformación.	Hacer uso de los formatos de geoinformación para almacenar la información requerida por la jurisdicción de la CAM.
10	Prestar apoyo técnico y cumplir otras tareas asignadas por la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental, que sean necesarias y estén acordes con el objeto contractual.	Llevar a cabo las tareas asignadas por la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental.	Cumplir con los diferentes compromisos que sean asignados por la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental.

4.3 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La tabla 2 muestra las actividades que se deben efectuar de acuerdo a la prioridad, dado en colores y número de ítem.

Tabla 2. Cronograma de actividades en el proceso de modalidad de grado pasantía supervisada convenio CAM-USCO

Item	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.

PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124

Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40

PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722

Vigilada Mineducación

www.usco.edu.co

Neiva, Huila

7						
8						
9						
10						

5. RESUMEN VISITAS TÉCNICAS

Las visitas técnicas son recopilaciones de informes y salidas técnicas a los lugares de estudio, análisis y seguimiento de la Corporación Regional del Alto Magdalena, CAM. Siguiendo órdenes y recomendaciones de los Geólogos e Ingenieros a cargo.

5.1 VISITAS TÉCNICAS SEGUIMIENTO

Toda la información se encuentra resumida en tablas.

5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN

De acuerdo a la ubicación, los pozos se encuentran dentro de la Jurisdicción del departamento del Huila, con *datum* MAGNA COLOMBIA BOGOTÁ, mostrado en la tabla 2.

Tabla 2. Resumen de coordenadas de Pozos

VISITA	ESTE (X)	NORTE (Y)	UBICACIÓN
1	868815	803915	Rivera
2	822498	733341	El Agrado
3	863743	808407	Palermo
4	864841	819093	Neiva
5	863790	817305	Neiva
6	868117	851827	Aipe
7	862587	818093	Palermo
8	865230	817397	Neiva
9	862619	818319	Palermo
10	865952	813642	Neiva
11	863105	815931	Palermo
12	862775	818271	Palermo

La mayoría de pruebas de pozo se efectuó a caudal constante y régimen variable (Método de Jacobs) o hasta alcanzar el nivel dinámico, donde el caudal de explotación de la bomba es por lo general mayor o igual al caudal de oferta del acuífero.

5.1.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

De acuerdo a la plancha del Ministerio de Minas, se estableció la ubicación en la plancha para su consulta geológica de la perforación del pozo. De igual forma la CAM, ofrece un estudio importante para asesorar la parte geológica de forma general en donde se encuentra excavado los pozos. Esto se

encuentra en un archivo kmz (323_neiva.kmz; 366_garzon.kmz) creado en Google Earth, como la muestra la figura 2.

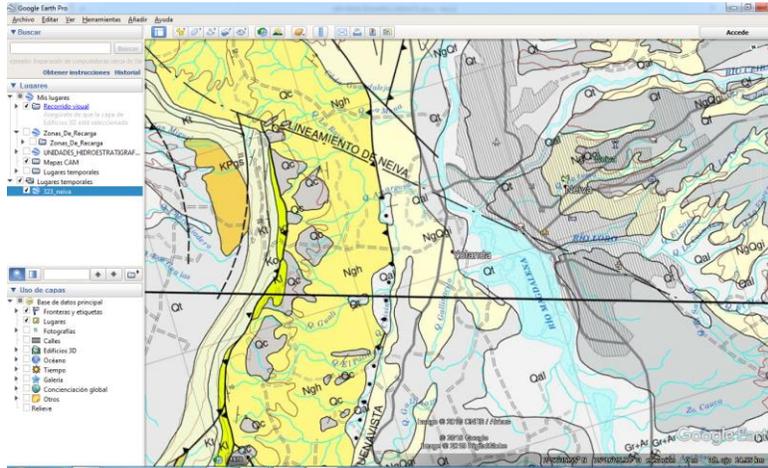


Figura 2. Muestra interactiva de características geológicas.

5.1.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

Cada uno de los mapas fueron otorgados en calidad de referencia bibliográfica por parte de la CAM. En este mapa interactivo en Google Earth se pueden observar cada una de las unidades hidrogeológicas estudiadas y su caudal aproximado de concesión, para efectuar un control riguroso en cualquier permiso ambiental ante la CAM.

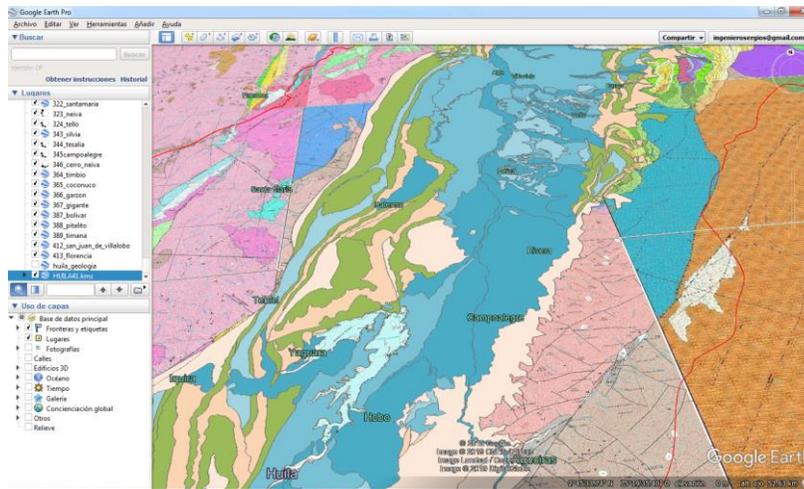


Figura 3. Muestra interactiva de características hidrogeológicas.

Las Estaciones Meteorológicas del IDEAM cerca al área del pozo son importantes, pues los datos procesados se encuentran en el mapa de la figura 4, precipitación, media y mínima multianual.

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.
 PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124
 Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40
 PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722
 Vigilada Mineducación
www.usco.edu.co
 Neiva, Huila

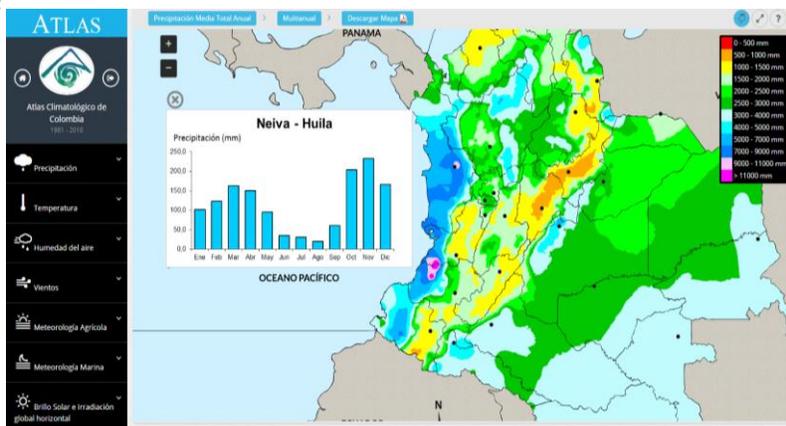


Figura 4. Atlas Climatología de Colombia. Fuente:

<http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>

Los valores de precipitación media mensual multianual se encuentran agrupados para su análisis y manejo de información gráfica.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Las características de los pozos se encuentran en las siguientes tablas.

Tabla 3. Características Técnicas del Pozo Externa.

CARACTERÍSTICAS/ VISITAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profundidad [m]	4	4	1,8	12	18	120	210	4,310	14,23	6,9	4	15,5
Forma [Cilíndrica/Rectangular]	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C	C
Diámetro interno[m]	0,9	0,9	0,8	0,90	0,1524	0,90	0,3556	0,91	0,90	0,92	0,90	3
Revestimiento [Tubos/Concreto]	T	T	T	C	T	T	T	T-C	C	T	T	C
Elevación del piso [m]	0,40	0,40	0,8	0	0,6	0,40	0,40	0,43	0,40	0,2	0,40	0
Diámetro tubo descarga [pulg - m]	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2 ½ "
Tapa de protección [Concreto/Metal]	C	C	M	C	C	C	C	M-C	M	M	C	M

Tabla 4. Características Técnicas de la bomba.

CARACTERÍSTICAS/ VISITAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	11	12
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.

PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124

Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40

PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722

Vigilada Mineducación

www.usco.edu.co

Neiva, Huila

											0		
Marca [Barnes/PedroRollo/GEOFLO/FRANK LINELECTRIC/SIEMENS]	B	B	P	G	B	F	B	S	S	P	GRUNDFOS- FRANKLINE LECTRIC	P	
Potencia [HP]	5	1 0	1, 5	1, 5	5	15	5	0	2	3	10	2	
Tipo [Electrica/Anfibia]	E	E	S	A	E	E	E	E	E	E	E	E	
Motor [Siemens/]	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Profundidad Tapa [m]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carcasa [Metalica/Concreto]	M	M	C	M	C	M	M	M	M	M	M	M	
Diámetro succión descarga [pulg-m]	2 "	2 "	2 "	1, 5"	6 "	2" -1 ¼ "	2 "	2 "	2" "	2 "	3"	2"	
Profundidad bomba [m]	0, 6	0, 6	6	10, 3	0, 6	51, 6	0, 6	0, 6	13, 7	6, 4	36	14, 8	
Caudal explotación [LPS]	4	4	1, 3	1, 6	5, 2	1, 23	4	4	1, 4	1, 7	12	5, 9	

Tabla 5. Características Técnicas del Pozo Interna.

CARACTERÍSTICAS/ VISITAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profundidad del aljibe [m]	4	60	18	12	4	120	4	14,23	10,09	6,9	162	15,50
Nivel estático [m]	0,98	22	6,4	8,38	0,69	0,0	0,98	1,434	11,744	2,8	6,20	13,475
Nivel dinámico final [m]	2,41	30,1	9,06	10,38	3,75	8,74	2,41	2,65	11,725	6	30,14	2,41
Altura lámina agua [m]	3,02	32,2	2,66	3,02	3,02	42	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02

Abatimiento final [m]	1,43	8	1,43	0,94	3,75	8,74	1,43	1,216	1,654	3,2	23,51	0,65
Caudal de bombeo [LPS]	4	5	1,3	1,6	8,3	15	4	4	1,40	1,7	12,04	4
Duración del bombeo [min]	360	2520	90	100	720	1440	2880	360	360	360	1560	640

5.1.5 RESULTADOS

Los resultados obtenidos se relacionan a continuación en las tablas.

Tabla 6. Resultados procesados en resumen en las visitas técnicas.

CARACTERÍSTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Transmisividad [T][m ² /día]	90,35	110,87	13,98	62,86	656,16	40,05	65,2	33,53	29,12	16,79	173,06	112,780
Conductividad Hidráulica [k][m/día]	42,16	42,1	5,25	17,37	42,1	4,58	18,3	26,40	7,03	4,09	7,21	55,694
Capacidad específica [c.e.][L/s/m]	2,79	2,79	0,135	0,73	2,7	0,47	2,79	1,011	0,846	0,53	0,46	2,79
Caudal máximo a extraer [LPS]	6,76	6,76	1,3	2,63	6,76	6,76	6,76	6,76	3,5	2,17	6,76	6,76
Producción máxima teórica al día [m ³]	584,04	584,04	9,6	584,04	584,04	361,15	584,04	251,42	302,61	187,48	24996,24	584,04
Tipo de acuífero [Libre aluvial terrazas Río Magdalena - Qt]	LatRM	Form. Gigante.	Form. Gigante.	Libre	LatRM	LatRM						
Acuífero captado [Depósito inconsolidado tipo libre]	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Ditl	Semiconfinado	Ditl

Tabla 7. Características hidráulicas en visitas técnicas.

CARACTERÍSTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Caudal de bombeo [LPS]	4	4	1,3	1,2	8,3	4	4	4	4	4	4	4
Caudal Bombeo actual [m ³ /s]	345,6	345,6	2	345,6	345,6	345,6	345,6	345,6	345,6	345,6	345,6	345,6
Solicitud de la concesión [m ³ /día]	2,21	2,21	1	3,2	54,648	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21
Caudal de solicitud de la concesión [LPS]	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Tiempo laboral [horas]	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Tiempo de bombeo continuo [hr, min]	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24	3,24
Caudal máximo a extraer [LPS]	6,76	6,76	1,3	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76	6,76
Caudal máximo teórico en 24 horas [m ³ /día]	584,04	584,04	584,04	584,04	54,65	361,15	584,04	584,04	251,42	584,04	1040,26	511,52
Profundidad del aljibe [m]	4	4	18	4	4	4	4	4	4	6,9	4	4
Nivel estático máximo [m]	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Diámetro del aljibe [m]	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Altura de la	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	4,10	3,02	3,02

Sede Central - AV. Pastrana Borrero Cra. 1a.

PBX: (57) (8) 875 4753 FAX: (8) 875 8890 - (8) 875 9124

Edificio Administrativo - Cra. 5 No. 23-40

PBX: (57) (8) 8753686 - Línea Gratuita Nacional: 018000 968722

Vigilada Mineducación

www.usco.edu.co

Neiva, Huila

columna de agua [m]													
Altura máxima a extraer [m]	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42	2,42
Espesor de saturación por cálculo teórico [m=T/k][m]	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Nivel dinámico final [m]	2,41 2	2,412 2	2,41 2	2,41 2	2,41 2								
Abatimiento [m]	1,43 2	1,43 2	1,43 2	1,43 2	1,43 2	42	1,43 2	1,43 2	1,43 2	1,432 2	1,43 2	1,43 2	1,43 2
Transmisividad [T][m ² /día]	90,3 5	90,3 5	90,3 5	90,3 5	90,3 5	40,0 5	90,3 5	90,3 5	90,3 5	90,35 5	90,3 5	90,3 5	90,3 5
t ₀ corte en el eje [días]	0,00 181	0,000 4861	0,00 181	0,00 181	0,00 181								
Conductividad Hidráulica [k][m/día]	42,1 6	42,16 6	42,1 6	42,1 6	42,1 6								
Capacidad específica [c.e.][L/s/m]	2,79	0,28	2,79	2,79	2,7	2,79	2,79	2,79	2,79	0,53	2,79	2,8	
Radio de influencia [m]	583, 64	117, 15	583, 64	583, 64	265	475	583, 64	353, 97	123, 63	130,5 4	1030	583, 64	
Coefficiente de almacenamiento [S]	0,09 31	0,09 31	1,47	0,09 31	264, 43	0,09 31	0,09 31	0,09 31	0,09 31	0,093 1	0,00 1	0,83	

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones en cada visita son mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 8. Conclusiones en cada una de las visitas técnicas de seguimiento.

VISITA 1	VISITA 2
----------	----------

1	1
2	2
3	3
VISITA 3	VISITA 4
1	1
2	2
3	3
VISITA 5	VISITA 6
1	1
2	2
3	3
VISITA 7	VISITA 8
1	1
2	2
3	3
VISITA 9	VISITA 10
1	1
2	2
3	3
VISITA 11	VISITA 12
1	1
2	2
3	3

7. APOORTE ESPECÍFICO E INDIVIDUAL

Tabla 9. Aportes específico e individual en cada una de las visitas técnicas de seguimiento.

VISITA 1	VISITA 2
1	1
2	2
3	3
VISITA 3	VISITA 4
1	1
2	2
3	3
VISITA 5	VISITA 6
1	1
2	2
3	3
VISITA 7	VISITA 8
1	1

2	2
3	3
VISITA 9	VISITA 10
1	1
2	2
3	3
VISITA 11	VISITA 12
1	1
2	2
3	3

En forma general, la presentación de forma profesional de la ubicación de cada pozo de agua subterránea elaborado con ArcGIS 10.1 (ArcMap 10.1) Licenciado por la Universidad Surcolombiana de acuerdo a las Normas ICONTEC y bases de datos suministrados por el Servicio Geológico Colombiano de forma abierta para el público, ahora es propiedad de la Corporación Autónoma regional del Alto Magdalena.

Con la caracterización de los pozos se presente presentar una sugerencia de proyecto bajo la metodología general ajustada (MGA) de un sistema de Riego de acuerdo al análisis efectuado en la zona de impacto.

La exposición en *Story Maps* en ArcGIS Online que permite presentar información geográfica de forma interactiva y permanente en el sitio web de ESRI.

Mapas y lugares propuestos en Google Earth, para el análisis de información de los lugares en donde se puede implementar el proyecto con resultados garantizados y propuestos.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Tecnologías para el uso sostenible del agua, **FAO (2013)**. Tecnologías para la distribución de agua para fines agropecuarios. pág 40.
2. Datos Geodésicos. **IGAC (2019)**. Recuperado de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/informacion-geodesica>
3. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, **IDEAM. (2018)**. Aplicación Web ArcGIS. Registros pluviométricos de Estaciones.
4. Servicio Geológico Colombiano, **SGC. (2015)**. Planchas de Geología Colombiana. Recuperado de internet: <http://colombiamining.blogspot.com/2014/06/descargar-planchas-geologicas-de.html>

5. Muñoz Carpena, R., & Ritter Rodríguez, A. **Muñoz & Rodríguez, (2005)**. Captación de Aguas Subterráneas. Hidrología Agroforestal (pp. 271-282). Madrid, Spain: Mundi-Prensa. Recuperado de <http://ezproxy.usco.edu.co:2164/apps/doc/CX3737100032/GVRL?u=usco&sid=GVRL&xid=fa83128c>
6. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. **Alfaro, et al., (2006)**. *Fundamentos de hidrogeología*. Mundi-Prensa Libros.
7. **Miyar (1829)**. *Fuentes ascendentes*. Madrid: Librería de Miyar.
8. The Meinzer Era of U.S. Hydrogeology, 1910-1940. **Meizer (1923)** Recuperado de Internet: [https://doi.org/10.1016/S0167-5648\(09\)70007-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5648(09)70007-3)
9. **Peyton, GR (1986)** Effective Porosity of Geologic material. Proceedings of the 12th Annual Research Symposium. U.S. E.P.A. 9-86- 21-28
10. **Davis, SN (1969)** Porosity and Permeability in Natural Materials. In flow through porous media. Ed. R. J. M. de Wiest, pp. 53-89. Academic Press.
11. **Meinzer O.P. (1928)** Compressibility and elasticity of artesian aquifers. *Econom. Geology* 23: 263-291
12. **Darcy, H. (1856)** Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Dalmont, Paris.
13. **Bosch, A. P. (2014)**. *Nociones de hidrogeología para ambientólogos* (Vol. 7). Universidad Almería. p.157
14. Chavarro, Nicole Castañeda; Plazas, Melany Lizette Muñoz. **Chavarro & Plazas (2018)**. *Balance Hídrico de la Cuenca del Río del oro para determinar la recarga del acuífero Gigante Medio*. Universidad Surcolombiana. p.14
15. **CAM (2018)** Contrato 369 de 2018. Estudio de Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo del Departamento del Huila.
16. Guevara Díaz, José Manuel. **Guevara (1987)**. Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos. p 34
17. **IGAC. (2008)**. Metodología para la clasificación de las tierras por su vocación de uso. Conflictos de uso del territorio colombiano. Subdirección de Agrología. 64 p. Bogotá.
18. **EOT Municipio de Rivera. (2012-2015)**. RIVERA DESPENSA VERDE Y ECOTURISTICA DEL HUILA. Recuperado de Internet: [cdim.esap.edu.co/BancoMedios/.../ambiental_rivera_\(67_kb_1566_kb\).doc](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/.../ambiental_rivera_(67_kb_1566_kb).doc)
19. **A. Fuquen, Jaime & García, Gabriel & Cossio, Ubaldo. (2003)**. Geología de la Plancha 302 Aipe. 10.13140/RG.2.1.3489.3686. Servicio Geológico Colombiano. [DOI: 10.13140/RG.2.1.3489.3686](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3489.3686)
20. Ferreira, Paulina; Alberto Nuñez; Miguel A. Rodríguez. **Ferreia et al, (1998)**. Geología de la Plancha 323 Neiva. Servicio Geológico Colombiano. <https://yadi.sk/d/r9hBu4RPSGWcg>
21. **Guerrero, J. (1993)** Magnetostragraphy of the upper part of the Honda Group and Neiva FORMation. Miocene Uplif of he Colombian Andes. Tesis PhD, Duke University., p. 108

22. **Butler, K.R. (1983)** Andean-Type foreland deformation: Structural development of the Neiva Basin, Upper Magdalena Valley, Colombia (Volumes I and II) Tesis PhD, Ann Arbor University Michigan.
23. **Morales, C. J.; Velandia, F; Nuñez, A; Caicedo, J.C. (1998)** Mapa Geológico de la plancha 345 Campoalegre. INGEOMINAS. Escala 1:100.000 Ibagué.
24. **Howe, M.W. (1969)** Volcaniclastic rocks of Pliocene age, Upper Magdalena Valley, Colombia. Tesis PhD, Princeton University, p 13.
25. **Kroonenberg, S.B; Diederix, H (1982)**. Geology of South Central Huila, uppermost Magdalena Valley, Colombia. A preliminary note. Guide Book 21 Annual Field Trip, Col. Soc Petrol. Geol and Geophys, p 39, Bogotá
26. **Van der Wiel, A.M. (1991)** Uplif and volcanism of the SE Colombian Andes in relation to Neogene sedimentation in the Upper Magdalena Valley, Tesis PhD, Agriculture University Wageningen, p 208. Amsterdam. The Netherlands.
27. **INGEOMINAS (2002)** Levantamiento geológico de la plancha 323 Neiva.
28. **INGEOMINAS-CAM. (1998)**. Estudio hidrogeológico y plan de manejo de aguas subterráneas en el sector nororiental de la cuenca del río Magdalena en el departamento del Huila. Convenio IngeominasCAM. Bogotá.
29. **Camargo, J. y Atehortua, E. (2010)**. Evaluación de las condiciones de oferta, uso y susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en la región Andina de Colombia. Tesis para optar el título de Ingeniera Ambiental. Bogotá. 168 p.
30. **Vargas, N. O. (2001)**. Mapa hidrogeológico de Colombia. Escala 1:1.200.000. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA



**ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN GENERAL EN FORMA INTERACTIVA DE
12 POZOS DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE AIPE, RIVERA, AGRADO, NEIVA
Y PALERMO EN JURISDICCIÓN DE LA CAM**

**SERGIO ALEXANDER SÁNCHEZ CASTRO
ESTUDIANTE**

**ORLANDO GUZMAN MANRIQUE
DIRECTOR DE GRADO**

**PhD. JONATHAN ROMERO CUELLAR
PhD. ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
JURADOS**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
FEBRERO, 2020**

El uso del agua subterránea mediante la utilización de aljibes en el departamento del Huila, uso industrial, uso doméstico en este caso se efectuaron visitas técnicas en diferentes municipios que busca usar racionalmente el recurso hídrico para desarrollo sostenible en la Zona Rural o Urbana (FAO, 2003).



En la caracterización hidráulica en el *uso racional de agua*, se consideraron varios aspectos como: el caudal (aforar) y tiempo de recarga del aljibe, las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo y la topografía del terreno, esto con el fin de *elaborar una herramienta interactiva que los resuma*, que sirva para modelado de acuerdo a la caracterización externa del pozo para zonas con similitud climáticas, edáficas, con baja disponibilidad de agua; y permita incentivar las prácticas agropecuarias.

Palabras Clave: pozos, aljibes, aforar

2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterización hidráulica y general en doce (12) pozos designados por la CAM en los municipios de Aipe, Rivera, Agrado, Neiva y Palermo, en el departamento del Huila.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la información hidrogeológica en planificación y conservación del área hidrográfica en los doce (12) pozos localizados en el Departamento del Huila.
2. Determinar transmisividad, conductividad hidráulica, capacidad específica, en cada uno de los doce (12) pozos.
3. Elaborar una herramienta interactiva para mostrar la caracterización hidráulica de los doce (12) pozos para captación de agua.

METODOLOGÍA PERFORACIÓN DE POZOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Ingeniero Sergio Sanchez |
December 28, 2018

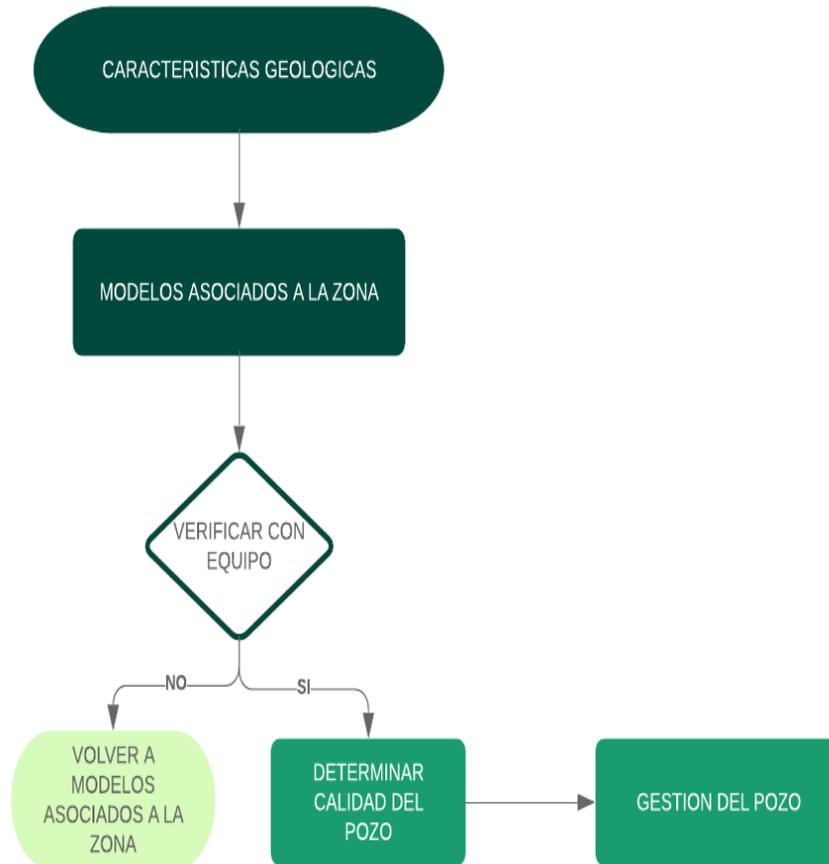


Figura 0. Metodología perforación de pozos.

METODOLOGÍA PARA LA PERFORACIÓN DE POZO

El siguiente mapa de flujo, en la figura 0, ilustra las actividades efectuadas por el usuario y la corporación (GESTION DEL POZO), en el uso de aguas subterráneas.

DESCRIPCIÓN DE LO REALIZADO PARA CUMPLIR LOS OBJETIVOS

La figura 1, muestra el orden metodológico de la información en los informes, de acuerdo a los informes tipo realizados en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM)

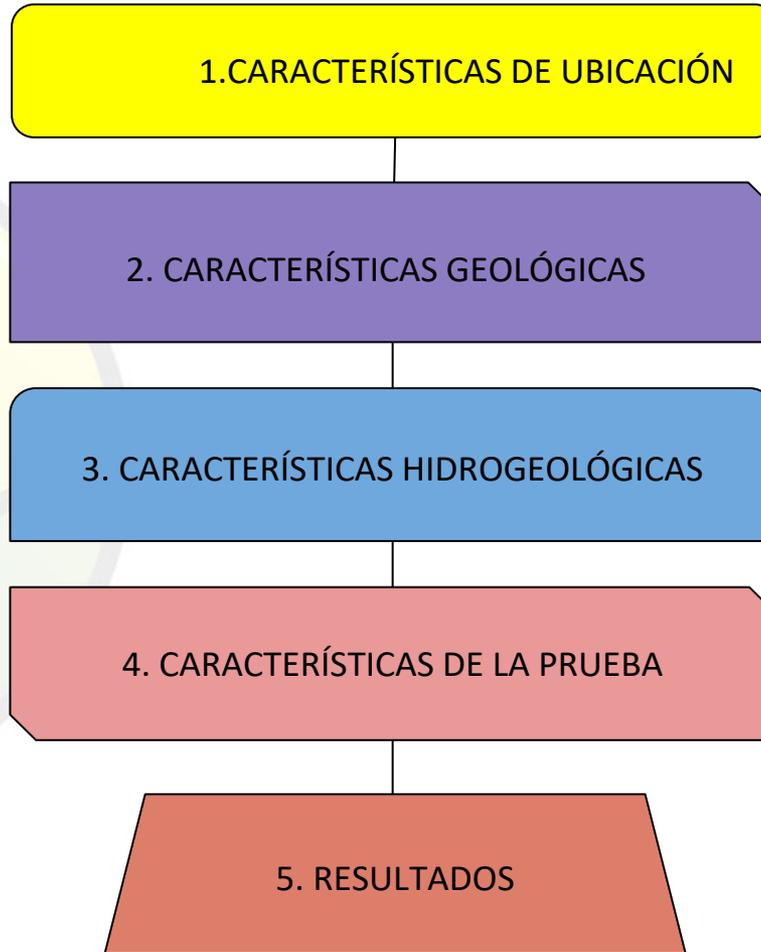
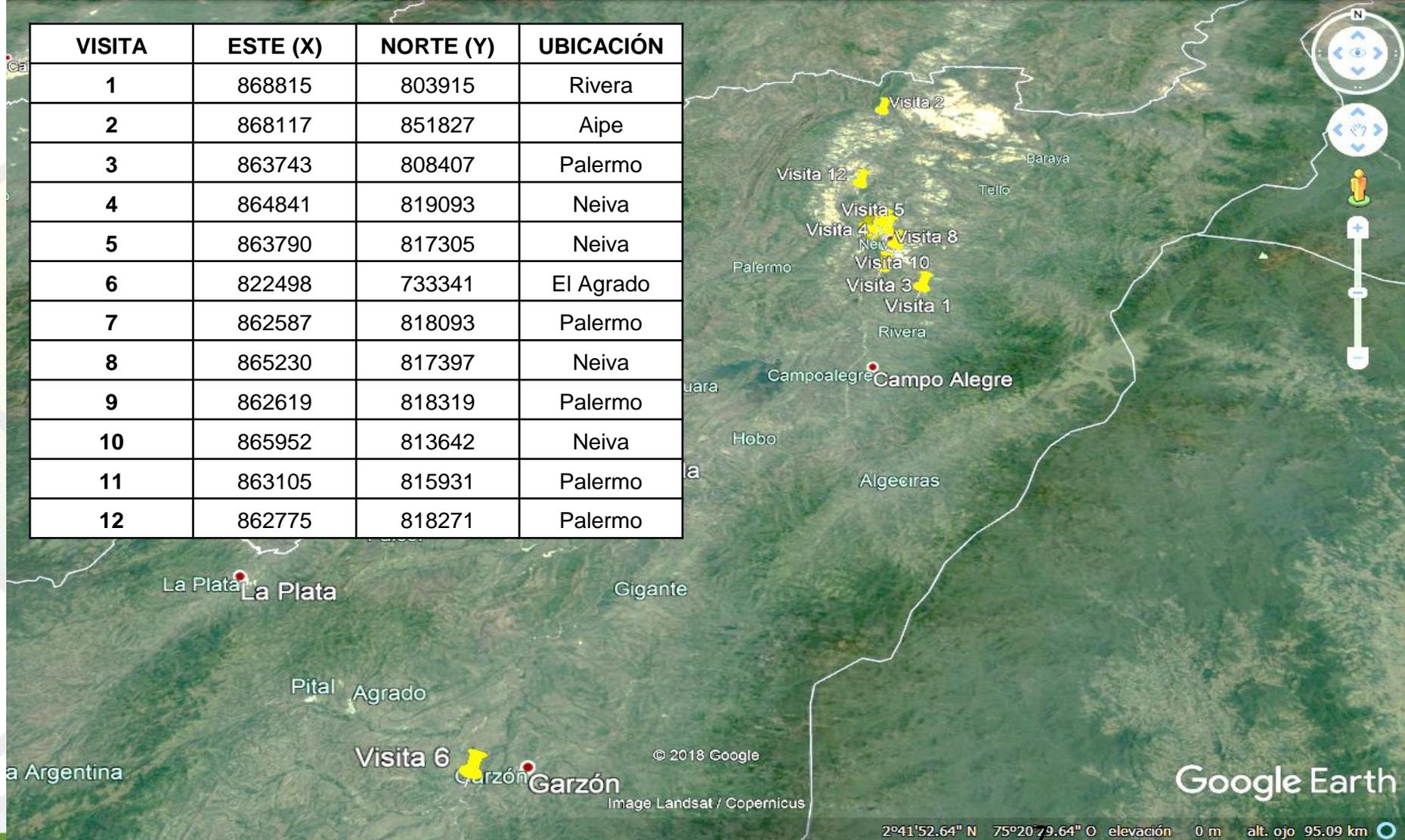


Figura 1. Mapa de flujo de la presentación del informe de visita técnica.

5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN

Tabla 2. Resumen de coordenadas de Pozos

VISITA	ESTE (X)	NORTE (Y)	UBICACIÓN
1	868815	803915	Rivera
2	868117	851827	Aipe
3	863743	808407	Palermo
4	864841	819093	Neiva
5	863790	817305	Neiva
6	822498	733341	El Agrado
7	862587	818093	Palermo
8	865230	817397	Neiva
9	862619	818319	Palermo
10	865952	813642	Neiva
11	863105	815931	Palermo
12	862775	818271	Palermo



5.1.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS

En este mapa interactivo en Google Earth (Figura 3) se pueden observar cada una de las unidades hidrogeológicas estudiadas y su caudal aproximado de concesión, para efectuar un control riguroso en cualquier permiso ambiental ante la CAM.

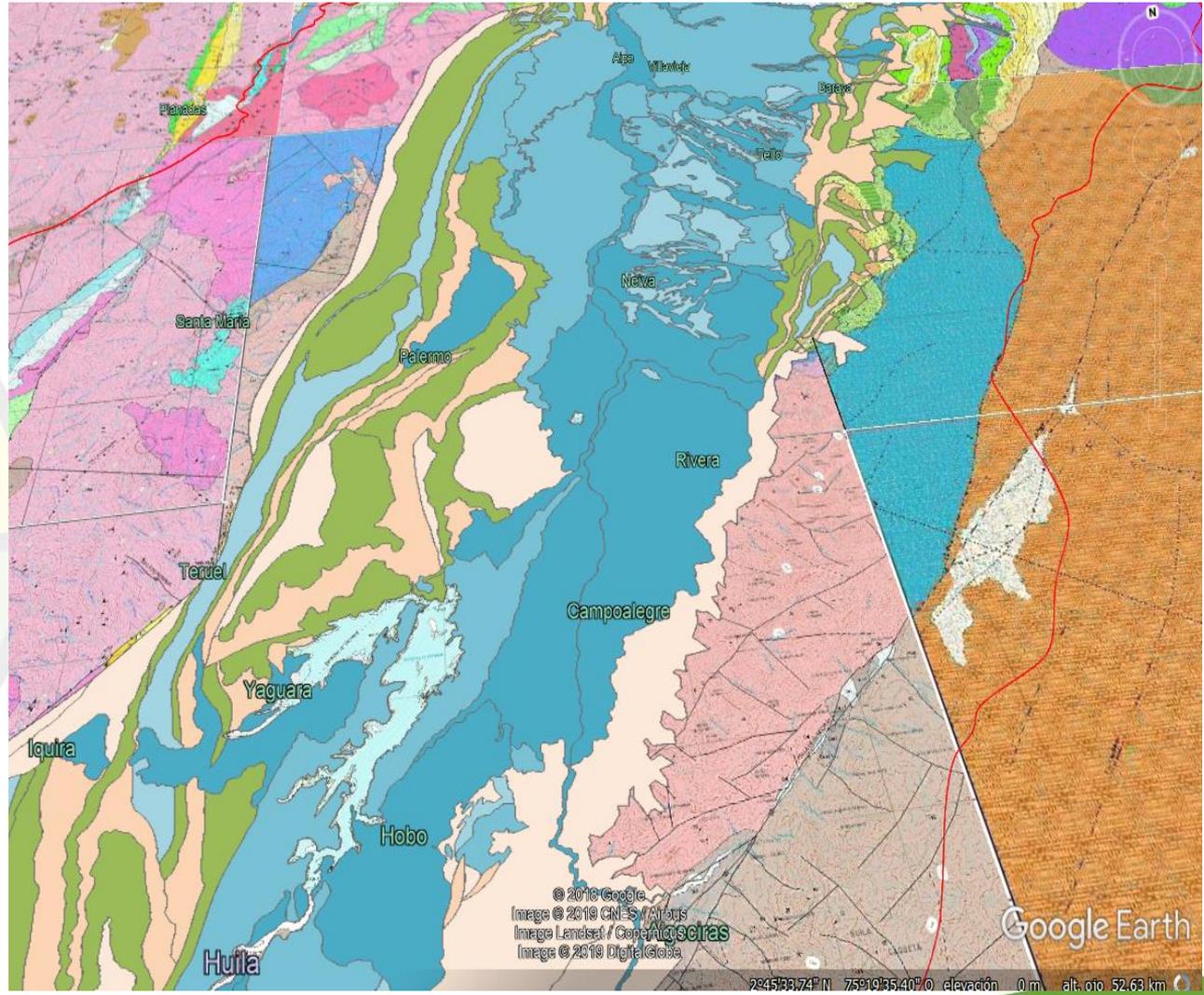


Figura 3. Muestra interactiva de características hidrogeológicas.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Tabla 3. Características Técnicas del Pozo Externa.

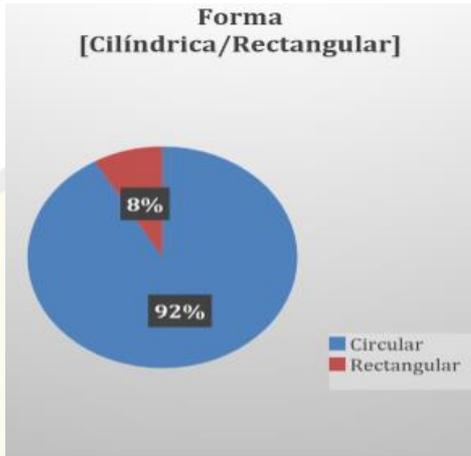


Figura 5. Forma del pozo o aljibe.

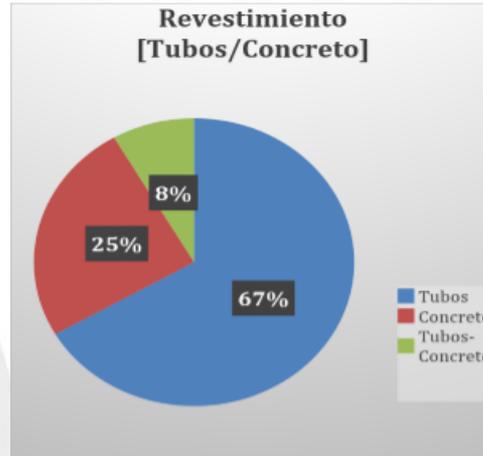


Figura 7. Diámetro interno.

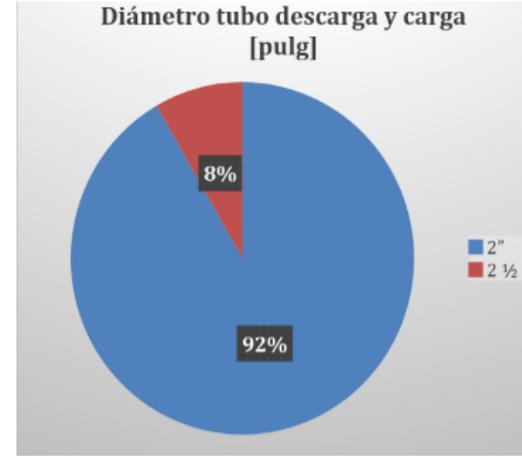


Figura 9. Diámetro tubo descarga y carga.

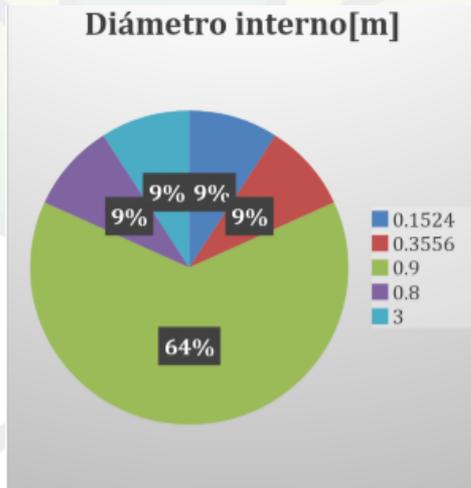


Figura 6. Diámetro interno del pozo.

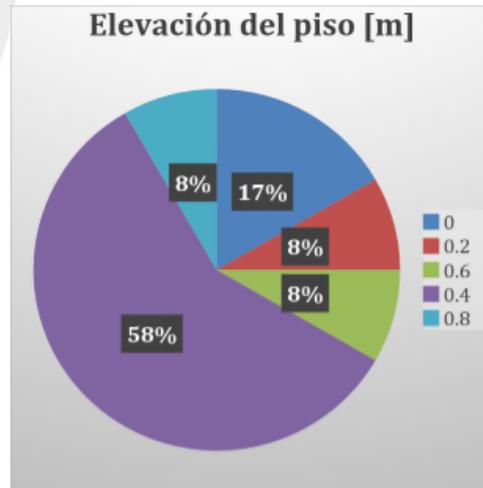


Figura 8. Elevación del piso.

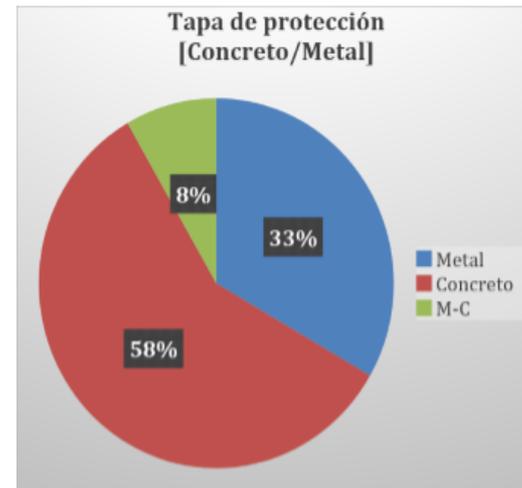


Figura 10. Tapa de protección del pozo.



5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Figura creada desde la tabla 5. Características Técnicas del Pozo Interna.

Profundidad del aljibe o pozo [m]

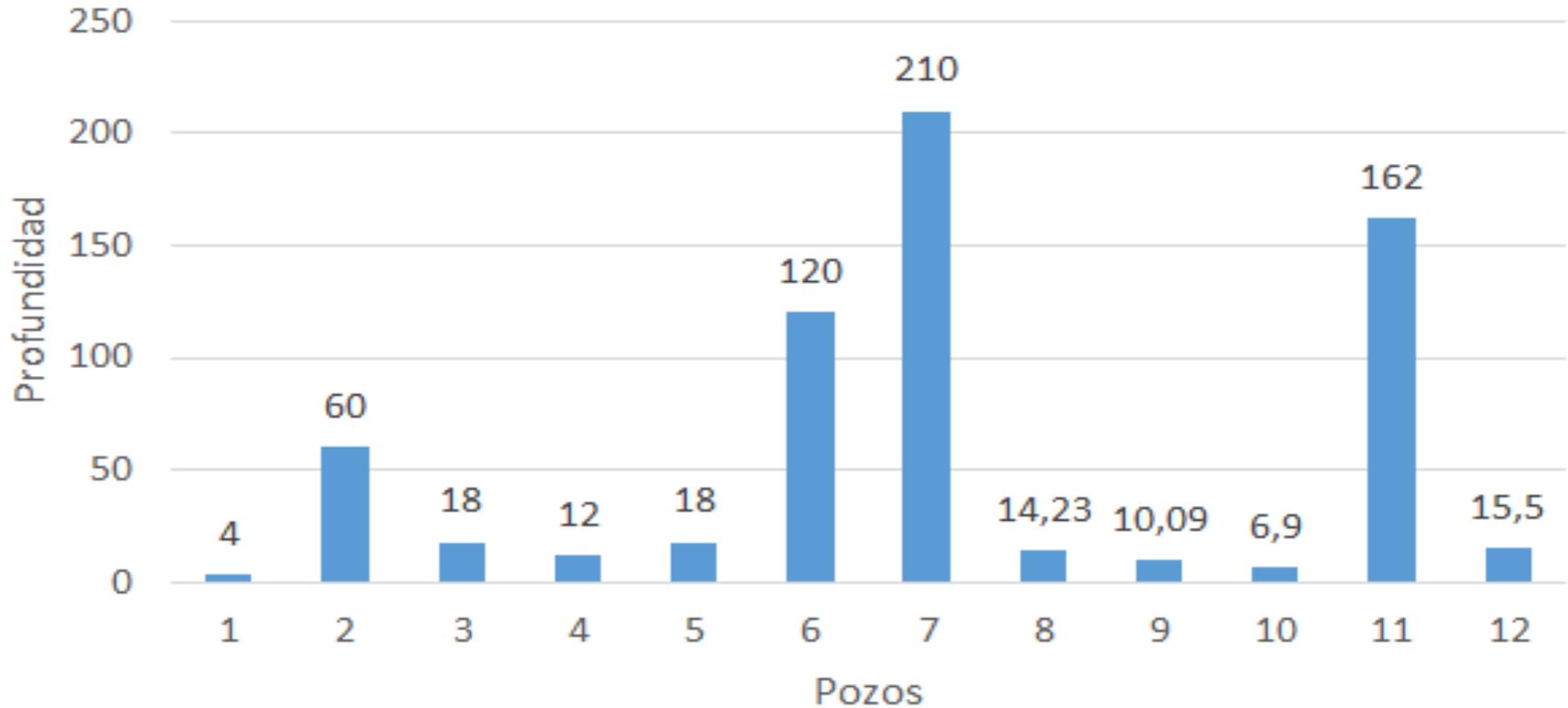


Figura 11. Profundidad del aljibe o pozo

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Figura creada desde la tabla 5. Características Técnicas del Pozo Interna.

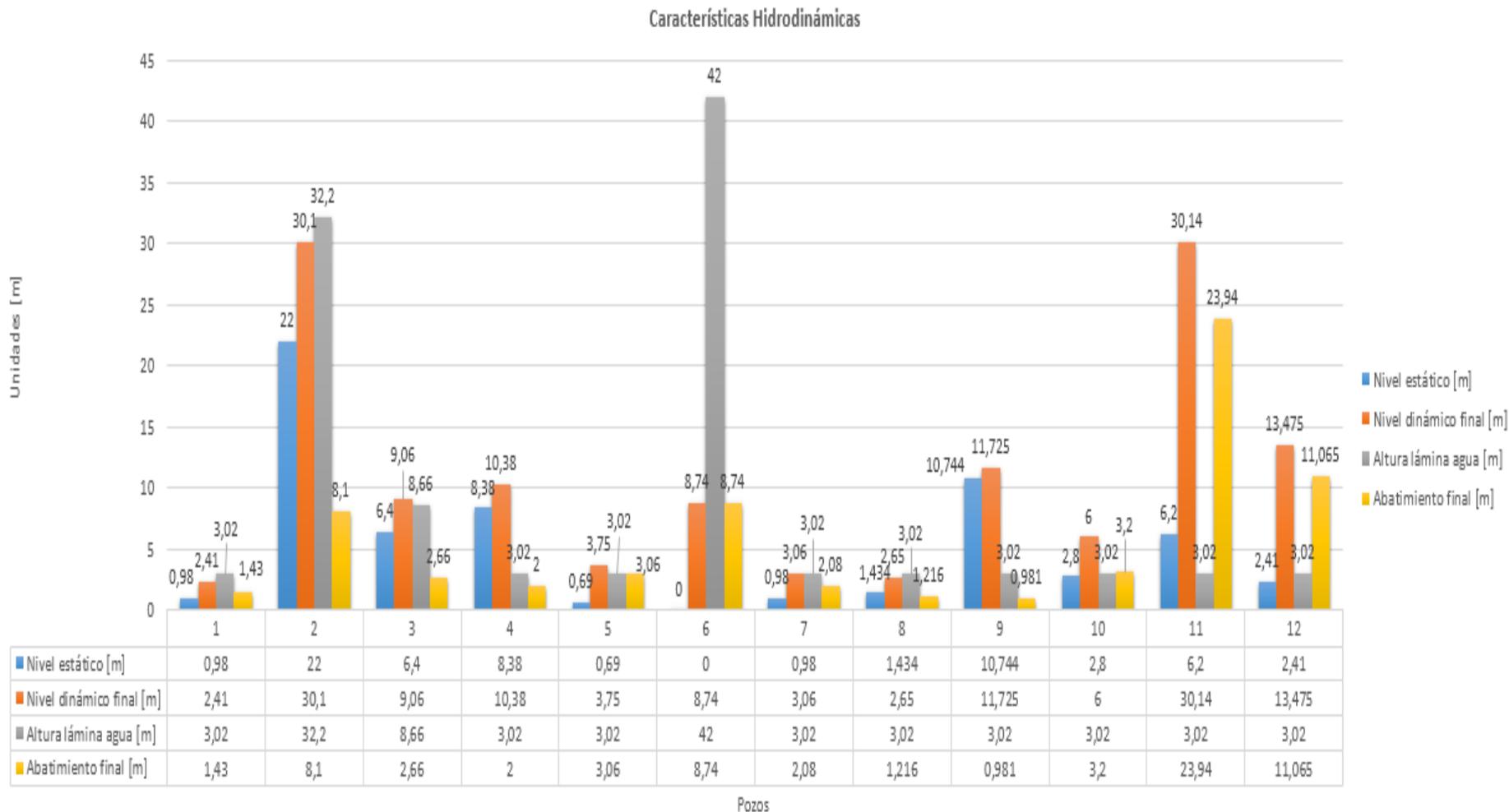


Figura 12. Características hidrodinámicas de los pozos.



5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

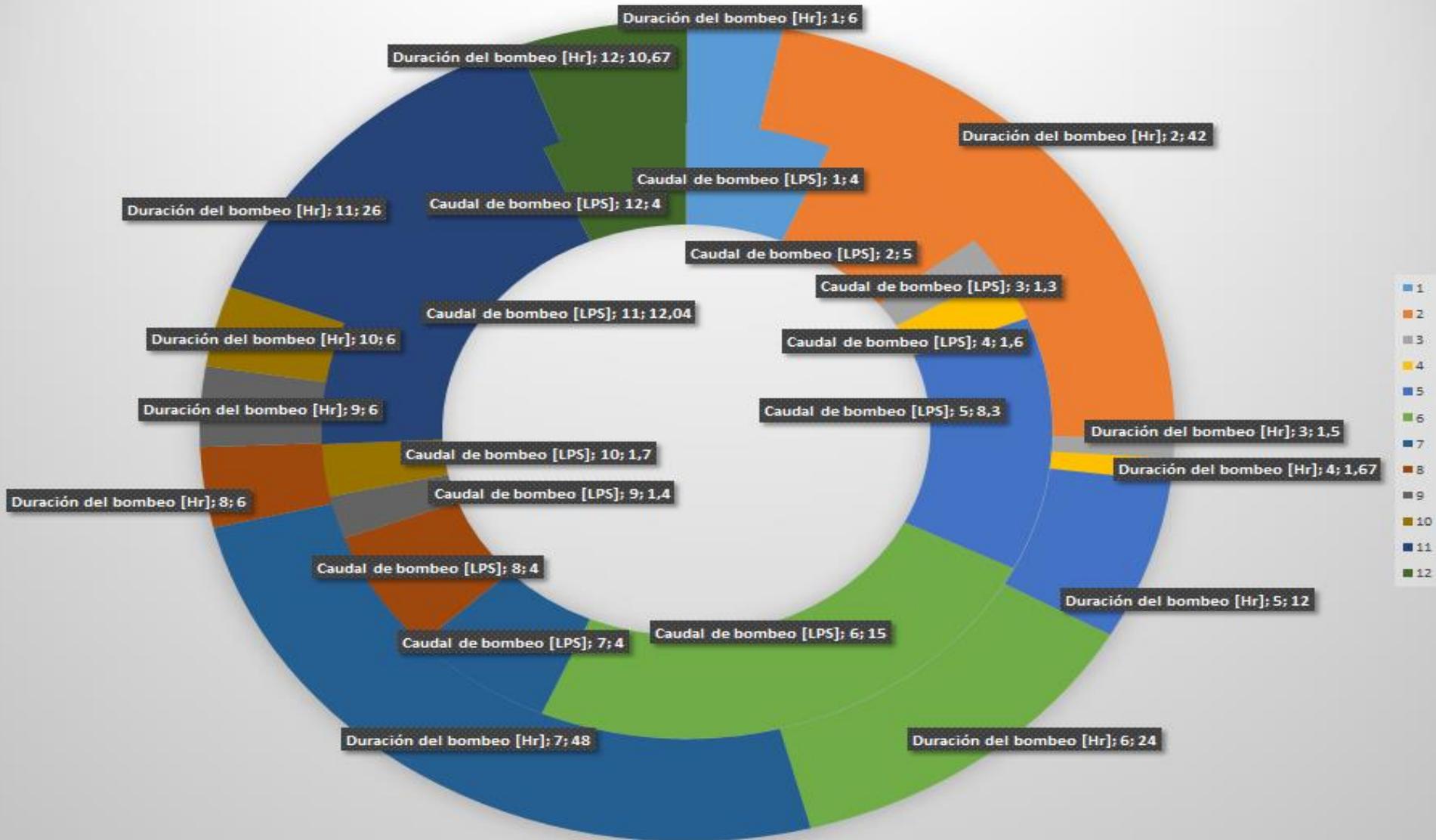


Figura 13. Características de Caudal de bombeo respecto a la duración del bombeo.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Figura creada desde la tabla 4 y 5. Características Técnicas del Pozo Interna.

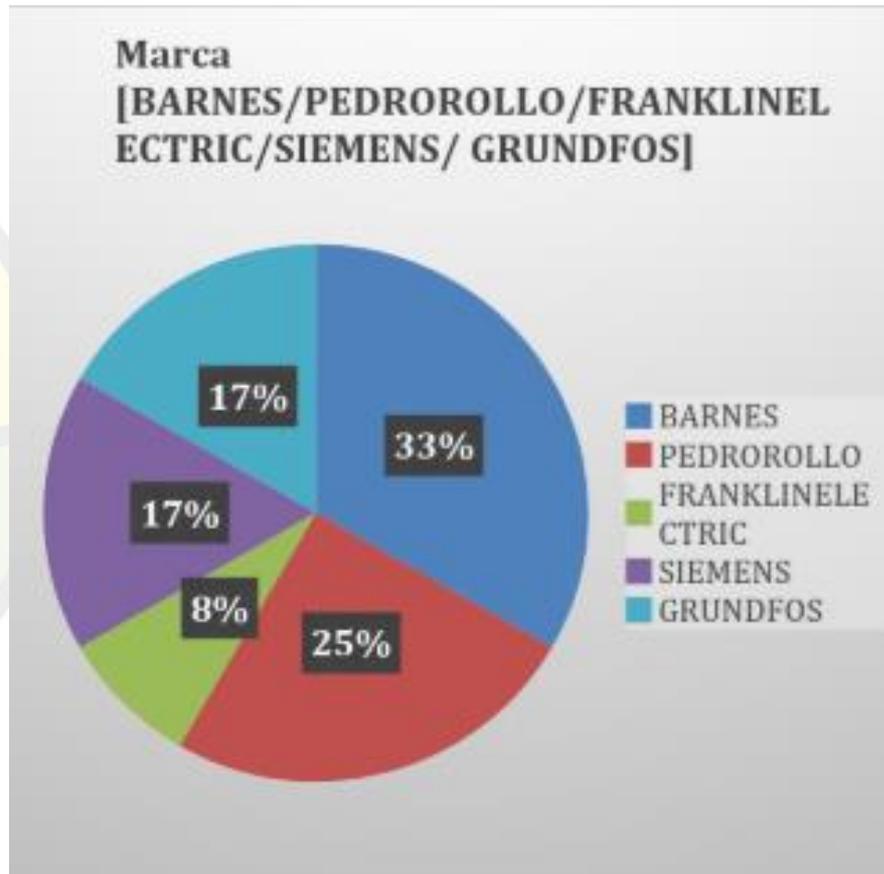


Figura 14. Características de Marca en la Bomba.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Tabla 4. Características Técnicas de la bomba.

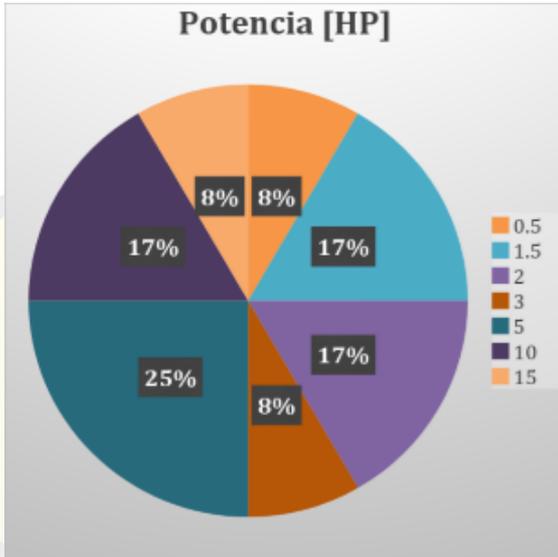


Figura 15. Características de potencia.

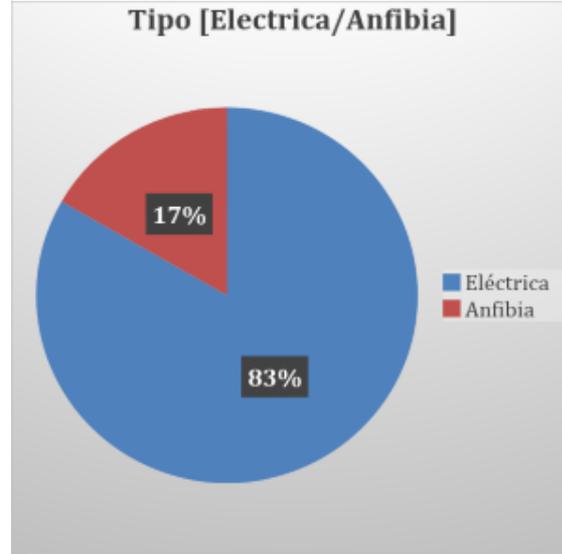


Figura 16. Características tipo de bomba.

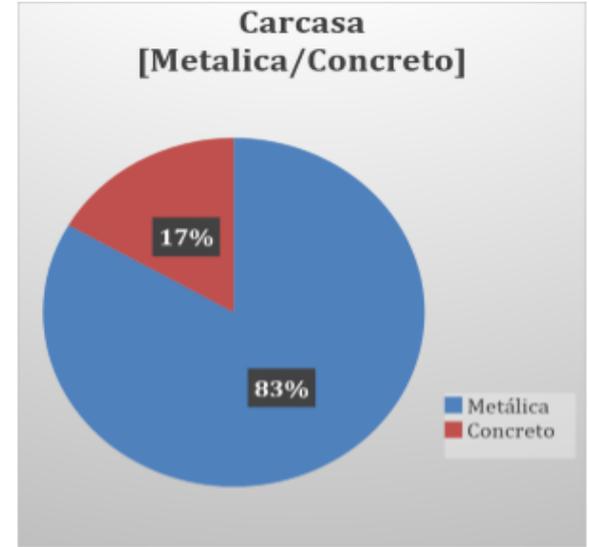


Figura 17. Características de tipo de carcasa.

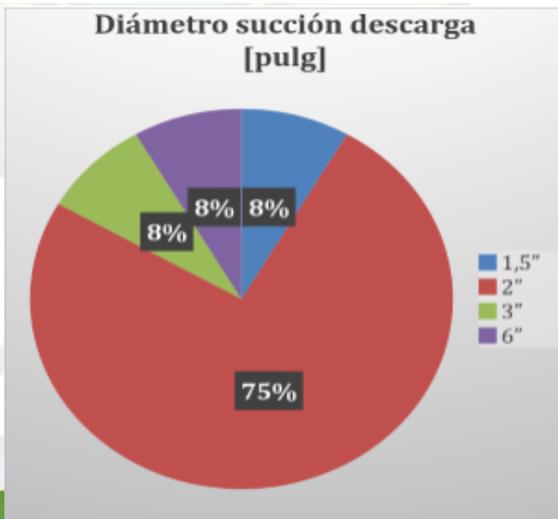


Figura 18. Características diámetro descarga.

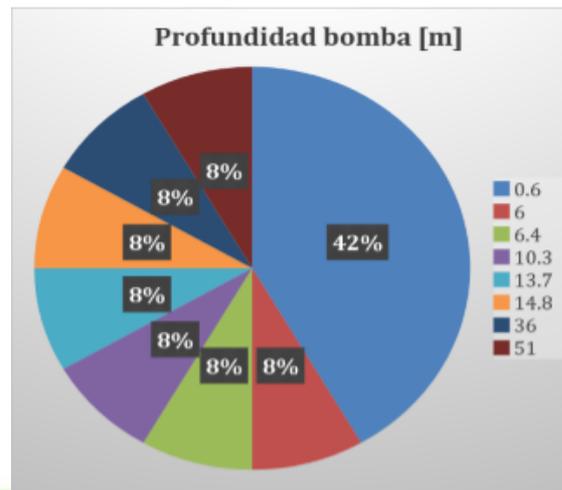


Figura 19. Características de profundidad bomba.

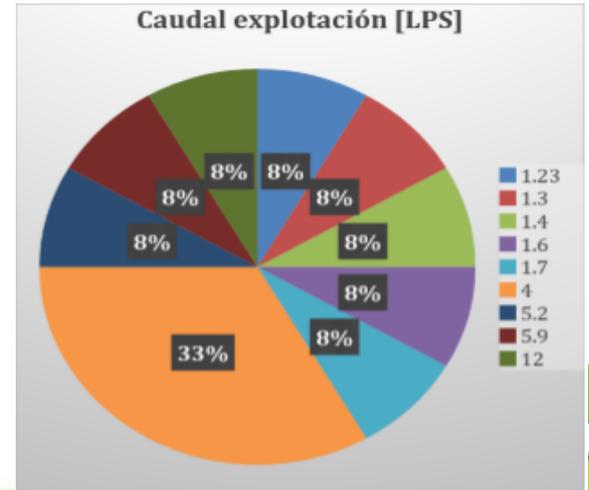


Figura 20. Características de caudal explotación.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Figura creada desde la tabla 6. Características Técnicas de la bomba.

Comparación Propiedades Hidráulicas de los Aljibes o Pozos

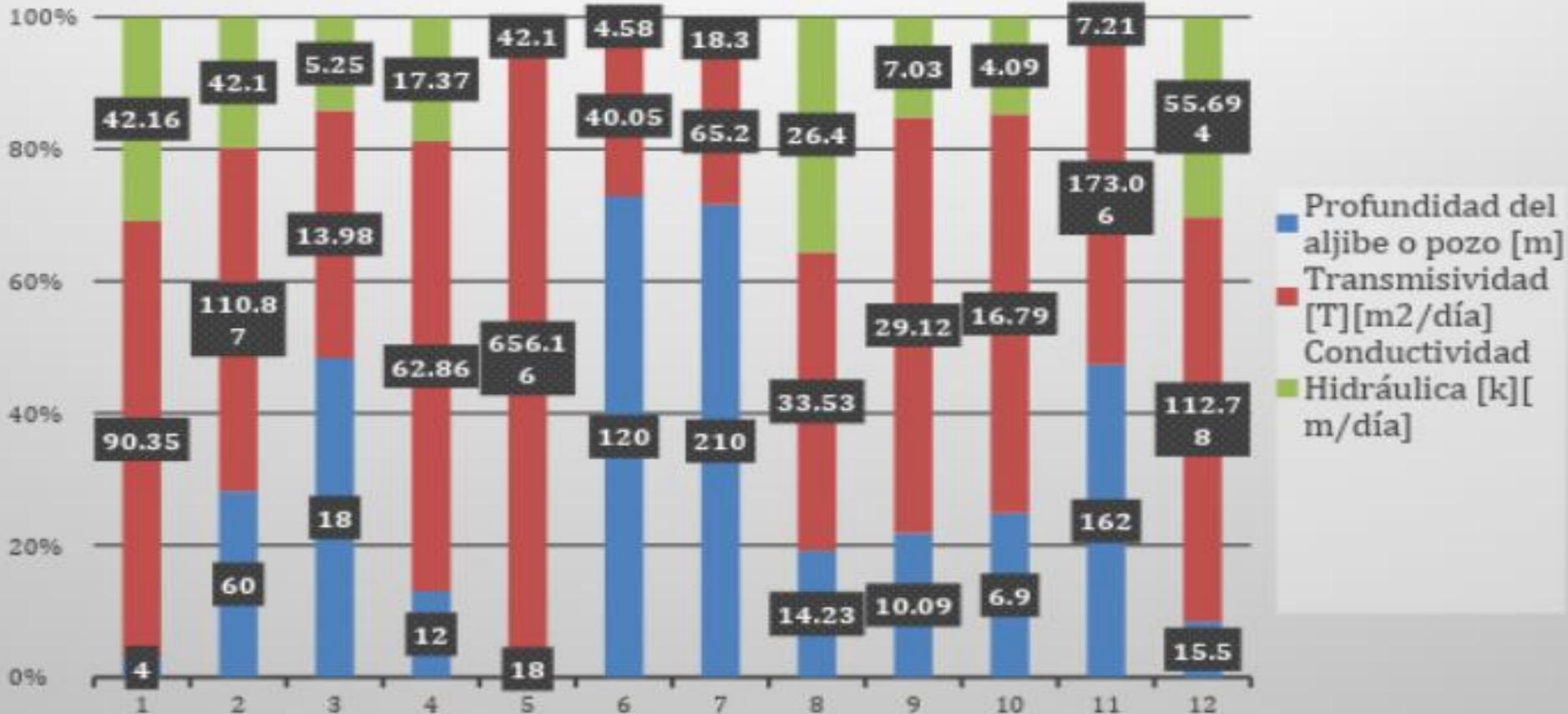


Figura 21. Características comparativas entre pozos.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Tabla 6. Resultados procesados en resumen en las visitas técnicas.

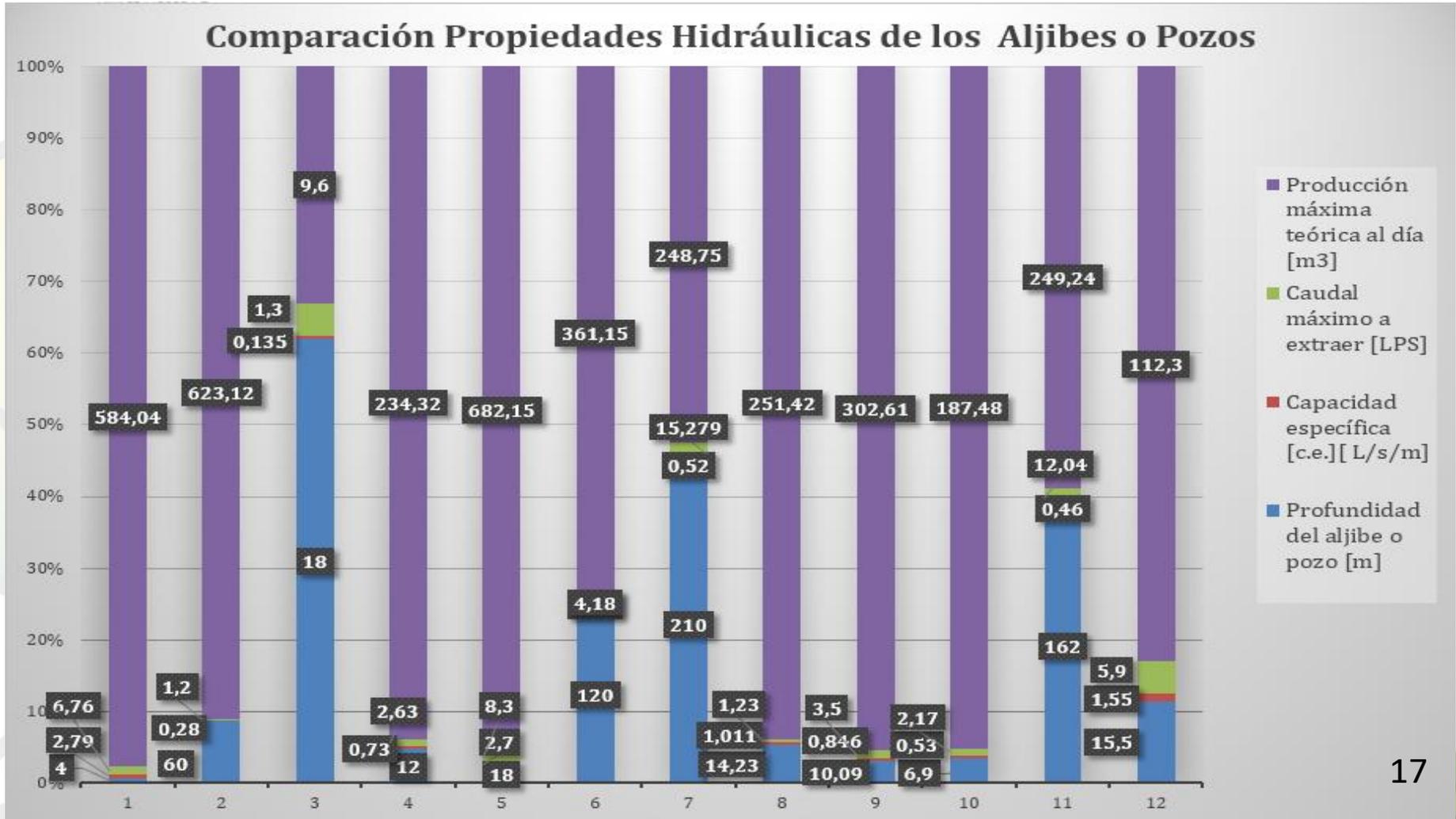


Figura 21. Características comparativas entre pozos.

5.1.4 CARACTERÍSTICAS DE PRUEBA DE POZO EN GENERAL

Figura creada desde la tabla 6. Resultados procesados en resumen en las visitas técnicas.

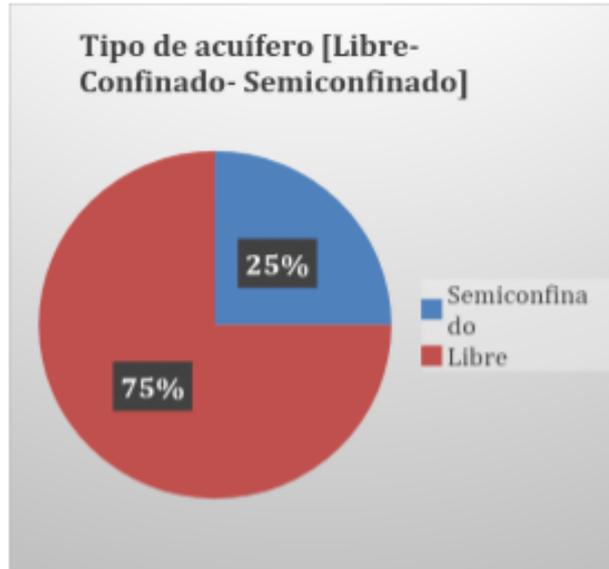


Figura 22. Características tipo de acuífero.

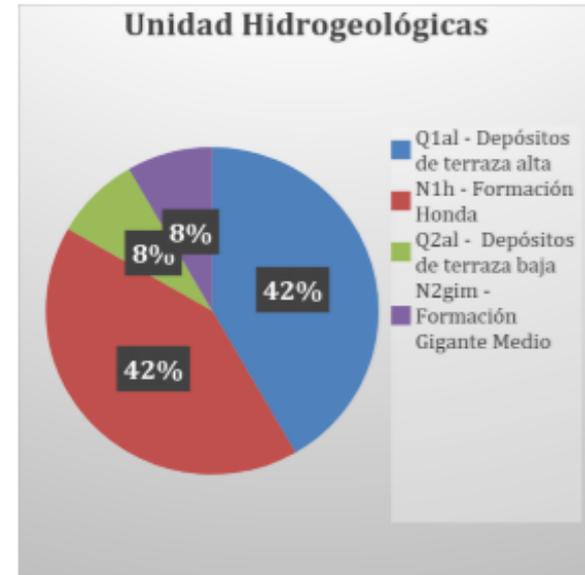


Figura 23. Características unidades hidrogeológicas.

Se efectuó la caracterización externa e interna de los pozos usando información hidrogeológica con la planificación y conservación del área hidrográfica en los doce (12) pozos localizados en el Departamento del Huila, permitió usar simultáneamente el Estudio Hidrogeológico, aprestamiento, diagnóstico y formulación del Plan De Manejo Ambiental De Acuíferos (PMAA) En El Sector Centro, Noroccidental Y Nororiental De La Cuenca Del Río Magdalena En El Departamento Del Huila, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 1640 de 2012 con la Toolbox Stowe Hidraulics.

Se determinó Transmisividad (T), conductividad hidráulica (k), capacidad específica (c.e.), en cada uno de los doce (12) pozos, mediante tablas y figuras comprensibles ante los jurados y director de grado, con análisis y comparación.

Se elaboró una herramienta interactiva que muestra la información con la caracterización hidráulica, exterior e interior de los doce (12) pozos de este trabajo de grado.

7. APOORTE ESPECÍFICO E INDIVIDUAL

Mapas ArcGIS 10.1 Licenciado por la Universidad Surcolombiana.



Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the User Community



ELABORÓ:
SERGIO ALEXANDER SANCHEZ CASTRO
ESTUDIANTE INGENIERÍA AGRÍCOLA



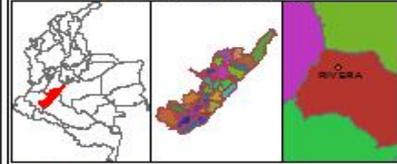
CONVENCIONES

◆ VISITA 1

DIRECTOR:
ORLANDO GUZMAN MANRIQUE
MSc. INGENIERO AGRÍCOLA
FECHA: 29/12/2018

TUTOR DE PRACTICA:
CARLOS ANDRES GONZALEZ TORRES
Subdirector de Regulación y Calidad Ambiental
PROFESIONAL ESPECIALIZADO
FECHA: 29/12/2018

LOCALIZACIÓN GENERAL

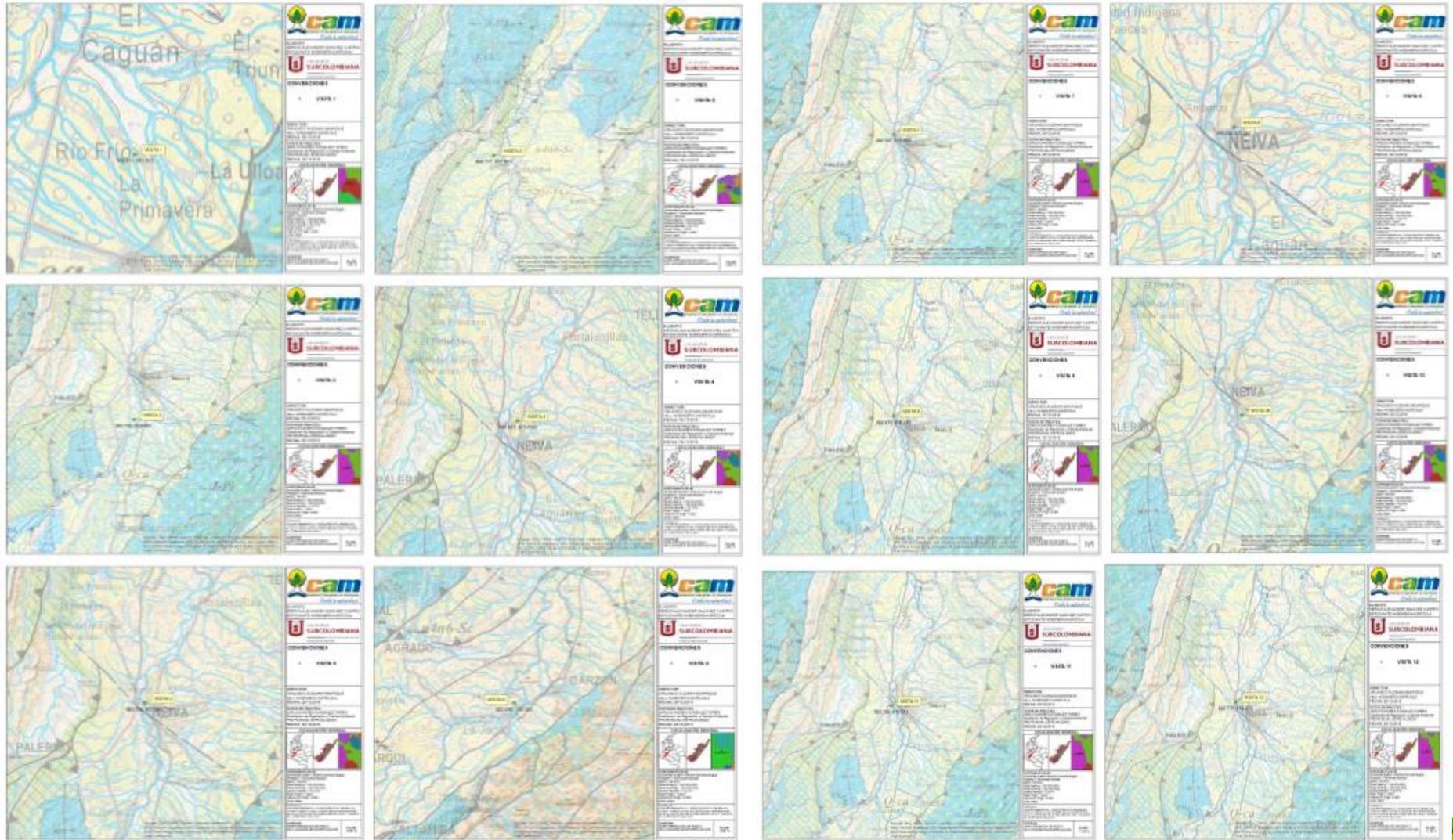


CARTOGRAFIA BÁSICA
Coordinate System: MAGNA Colombia Bogotá
Projection: Transverse Mercator
Datum: MAGNA
False Easting: 1.000.000.0000
False Northing: 1.000.000.0000
Central Meridian: -74.0775
Scale Factor: 1,0000
Latitude Of Origin: 4.5962
Units: Meter

PROYECTO
ANÁLISIS GEOSPACIAL Y CARACTERIZACIÓN GENERAL EN FORMA INTERACTIVA DE 12 POZOS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL MUNICIPIO DE ABE, RIVERA AGRADO, NEIVA Y PALERMO EN JURISDICCIÓN DE LA CAM

CONTIENE CARACTERIZACIÓN DE POZO 1 CON UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	PLANO 1 DE 12
---	------------------

7. APOORTE ESPECÍFICO E INDIVIDUAL



REGISTRO FOTOGRÁFICO



REGISTRO FOTOGRÁFICO



1. Tecnologías para el uso sostenible del agua, FAO (2013). Tecnologías para la distribución de agua para fines agropecuarios. pág 40.
2. Datos Geodésicos. IGAC (2019). Recuperado de <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/informacion-geodesica>
3. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2018). Aplicación Web ArcGIS. Registros pluviométricos de Estaciones.
4. Servicio Geológico Colombiano, SGC. (2015). Planchas de Geología Colombiana. Recuperado de internet: <http://colombiamining.blogspot.com/2014/06/descargar-planchas-geologicas-de.html>
5. Muñoz Carpena, R., & Ritter Rodríguez, A. Muñoz & Rodríguez, (2005). Captación de Aguas Subterráneas. Hidrología Agroforestal (pp. 271-282). Madrid, Spain: Mundi-Prensa. Recuperado de <http://ezproxy.usco.edu.co:2164/apps/doc/CX3737100032/GVRL?u=usco&sid=GVRL&xid=fa83128c>
6. Alfaro, P. E. M., Santos, P. M., & Castaño, S. C. Alfaro, et al., (2006). *Fundamentos de hidrogeología*. Mundi-Prensa Libros.
7. Miyar (1829). *Fuentes ascendentes*. Madrid: Librería de Miyar.
8. The Meinzer Era of U.S. Hydrogeology, 1910-1940. Meizer (1923) Recuperado de Internet: [https://doi.org/10.1016/S0167-5648\(09\)70007-3](https://doi.org/10.1016/S0167-5648(09)70007-3)
9. Peyton, GR (1986) Effective Porosity of Geologic material. Proceedings of the 12th Annual Research Symposium. U.S. E.P.A. 9-86- 21-28
10. Davis, SN (1969) Porosity and Permeability in Natural Materials. In flow through porous media. Ed. R. J. M. de Wiest, pp. 53-89. Academic Press.



11. Meinzer O.P. (1928) Compressibility and elasticity of artesian aquifers. *Econom. Geology* 23: 263-291
12. Darcy, H. (1856) Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Dalmont, Paris.
13. Bosch, A. P. (2014). *Nociones de hidrogeología para ambientólogos* (Vol. 7). Universidad Almería. p.157
14. Chavarro, Nicole Castañeda; Plazas, Melany Lizette Muñoz. Chavarro & Plazas (2018). *Balance Hídrico de la Cuenca del Río del oro para determinar la recarga del acuífero Gigante Medio*. Universidad Surcolombiana. p.14
15. CAM (2018) Contrato 369 de 2018. Estudio de Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo del Departamento del Huila.
16. Guevara Díaz, José Manuel. Guevara (1987). Métodos de estimación y ajuste de datos climáticos. p 34
17. IGAC. (2008). Metodología para la clasificación de las tierras por su vocación de uso. Conflictos de uso del territorio colombiano. Subdirección de Agrología. 64 p. Bogotá.
18. EOT Municipio de Rivera. (2012-2015). RIVERA DESPENSA VERDE Y ECOTURISTICA DEL HUILA. Recuperado de Internet: [cdim.esap.edu.co/BancoMedios/.../ambiental_rivera_\(67_kb_1566_kb\).doc](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/.../ambiental_rivera_(67_kb_1566_kb).doc)
19. A. Fuquen, Jaime & García, Gabriel & Cossio, Ubaldo. (2003). Geología de la Plancha 302 Aipe. 10.13140/RG.2.1.3489.3686. Servicio Geológico Colombiano. DOI: 10.13140/RG.2.1.3489.3686
20. Ferreira, Paulina; Alberto Nuñez; Miguel A. Rodriguez. Ferreira et al, (1998). Geología de la Plancha 323 Neiva. Servicio Geológico Colombiano. <https://yadi.sk/d/r9hBu4RPSGWcg>
21. Guerrero, J. (1993) Magnetostratigraphy of the upper part of the Honda Group and Neiva Formation. Miocene Uplift of the Colombian Andes. Tesis PhD, Duke University., p. 108

22. Butler, K.R. (1983) Andean-Type foreland deformation: Structural development of the Neiva Basin, Upper Magdalena Valley, Colombia (Volumes I and II) Tesis PhD, Ann Arbor University Michigan.
23. Morales, C. J.; Velandia, F; Nuñez, A; Caicedo, J.C. (1998) Mapa Geológico de la plancha 345 Campoalegre. INGEOMINAS. Escala 1:100.000 Ibagué.
24. Howe, M.W. (1969) Volcaniclastic rocks of Pliocene age, Upper Magdalena Valley, Colombia. Tesis PhD, Princeton University, p 13.
25. Kroonenberg, S.B; Diederix, H (1982). Geology of South Central Huila, uppermost Magdalena Valley, Colombia. A preliminary note. Guide Book 21 Annual Field Trip, Col. Soc Petrol. Geol and Geophys, p 39, Bogotá
26. Van der Wiel, A.M. (1991) Uplift and volcanism of the SE Colombian Andes in relation to Neogene sedimentation in the Upper Magdalena Valley, Tesis PhD, Agriculture University Wageningen, p 208. Amsterdam. The Netherlands.
27. INGEOMINAS (2002) Levantamiento geológico de la plancha 323 Neiva.
28. INGEOMINAS-CAM. (1998). Estudio hidrogeológico y plan de manejo de aguas subterráneas en el sector nororiental de la cuenca del río Magdalena en el departamento del Huila. Convenio IngeominasCAM. Bogotá.
29. Camargo, J. y Atehortua, E. (2010). Evaluación de las condiciones de oferta, uso y susceptibilidad a la contaminación de las aguas subterráneas en la región Andina de Colombia. Tesis para optar el título de Ingeniera Ambiental. Bogotá. 168 p.
30. Vargas, N. O. (2001). Mapa hidrogeológico de Colombia. Escala 1:1.200.000. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.



Gracias *por su* **atención**



UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA

Contáctenos: www.cam.gov.co

