



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



**ANÁLISIS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2018. CASO: SECTOR CENTRO A.**

Autor (es):

Martin Pierina CI: 22.738.654

Alvarez Yordan CI: 22.696.869

Tutor (a):

Msc. Ing. Adriana, Márquez.

Naguanagua, Julio de 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



**ANÁLISIS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2018. CASO: SECTOR CENTRO A.**

Trabajo Especial de Grado Presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para
Optar por el título de Ingeniero Civil.

Autor (es):

Martin Pierina CI: 22.738.654

Alvarez Yordan CI: 22.696.869

Tutor (a):

Msc. Ing. Adriana, Márquez.

Naguanagua, Julio de 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ING CIVIL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2018. CASO: SECTOR CENTRO A.”**; realizado por los Bachilleres: Pierina Alejandra Martin Guevara C.I:22.738.654 y Yordan Alejandro Alvarez Cañizalez C.I:22.696.869, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado

Miembro del Jurado

Miembro del Jurado

Naguanagua, Julio de 2018

DEDICATORIA

DIOS que todo lo puedes a ti en principal dedico este gran trabajo, esfuerzo y dedicación, tu que nunca nos dejas solo y estas presente en cada momento de nuestras vidas.

Mi madre querida Glenis Guevara, quien ha estado conmigo en los bellos y malos momentos, por apoyarme y ayudarme en este largo camino, a ti madre querida te dedico este gran trabajo.

A pesar de que ya no estás conmigo, sé que donde estés tendré tu bendición papá, como me gustaría hoy recibir un gran abrazo y un beso y a pesar del poco tiempo que tuvimos sé que veías en mí una persona fuerte.

Jorge Niño, mi amado novio, a ti dedico gran parte de este trabajo, tú que siempre has estado allí, y has sido mi paño de lágrimas, el pilar donde puedo sostenerme, y esa persona que día a día me motiva.

Para terminar dedico este trabajo a mi familia quienes me han apoyado, amigos que han compartido en mi trayecto, y personas cercanas quienes se han convertido en mi familia y me han brindado su mano amiga.

Pierina A. Martín G.

DEDICATORIA

Primeramente, el presente trabajo de investigación va dedicado a Dios por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mi carrera.

En segundo lugar, este trabajo de investigación se lo dedico a mi Madre Valentina Cañizalez y mi Padre Jesús Alvarez por su apoyo incondicional que a pesar de cada situación ellos están siempre presentes para darme fuerza y valor de lograr lo que me proponga.

A mis hermanos que durante este largo viaje siempre han estado presente para darme su apoyo. En especial a mi hermano Jolien y mi hermana Mayerling.

A mi sobrino Wilson Alvarez, que fue mi compañero fiel de las aventuras extremas durante el final de mi carrera.

A mis amigos y compañeros de proyectos y batallas Sore y José que siempre estuvieron de mi lado para celebrar cada éxito y para apoyarme cuando hubo fracasos.

Al cuerpo de profesores que durante 10 semestres dedicaron parte de su tiempo en impartir y desarrollar a los futuros profesionales de relevo que son quienes quedamos con la misión de anexar al proceso de formación a nuevas generaciones de venezolanos.

Y por último quiero dedicar este trabajo de grado a todos mis amigos que aún quedan dentro de esta maravillosa escuela y están por culminar esta grandiosa experiencia ánimos y fuerza que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr.

Yordan A. Alvarez C.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente gracias a DIOS por ser ese motor de vida, por nunca abandonarme y siempre darme la fuerza, sabiduría y entendimiento que he necesitado durante mi vida y para lograr esta gran meta.

Le doy gracias a mi madre por tan gran apoyo y esfuerzo, el tiempo de dedicación que ha tenido, por su preocupación y su comprensión, quien ríe si yo río, y llora si yo lloro, gracias mami por darme fuerza todos los días y confiar en mí.

Agradezco a mi novio por ayudarme tanto en este camino, quien me hace ver las cosas de una manera sencilla y sin complicaciones.

A mis familiares que por sus pequeñas palabras siempre me han dado mucho aliento en especial mi abuelo Jose Guevara, quien con sus bellas palabras me ha enseñado que todo se puede en la vida y que podemos dar más de sí mismo.

Agradezco a mi compañero de tesis Yordan Alvarez, por compartir este trabajo a su lado y quienes hemos trabajado duro, y mis compañeros de apoyo incondicional.

A mi tutor Adriana Márquez, por darnos su atención y conocimiento, como también aquellos profesores que dejan huellas y un aprendizaje para el mañana tanto profesional como personal.

Pierina A. Martin G.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi madre Valentina Cañizalez y mi padre Jesús Alvarez por estar conmigo en los momentos malos y buenos y que han estado de mi lado para darme su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A nuestra tutora la Ing. Adriana Márquez por ayudarnos en cualquier momento a lo largo de la carrera y también brindarnos sus conocimientos en este proyecto con paciencia.

A mi compañera de tesis Pierina Martin por siempre estar conmigo desde el inicio, en momentos buenos y malos, aprendiendo y luchando para cumplir nuestra meta.

A mis compañeros Hery Villareal , Gabriel Monsalve, Soniris Urdaneta y Ana Flores por todo el apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

Al personal obrero y administrativo de Hidrocentro por todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo, en especial al sr Elisaul.

A mis compañeros de lucha desde el inicio de mi carrera Angelica Carrizalez, Luis Urdaneta, Adriana Torrealba, Pablo Morales, Nohemi Goyo, Sorennys Torrealba Y José Vilera, entre otros compañeros que estuvieron conmigo a lo largo de esta experiencia con momentos únicos. Muchas gracias.

A la ilustre Universidad de Carabobo por permitirme formar parte de su familia y brindarme el mayor conocimiento posible a lo largo de mi formación como Ingeniero Civil.

Yordan A. Alvarez C.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE ING CIVIL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL



ANÁLISIS DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2018. CASO: SECTOR CENTRO A.

Autor (es):

Martin Pierina CI: 22.738.654

Álvarez Yordan CI: 22.696.869

Tutor (a):

Msc. Ing. Adriana, Márquez.

Resumen

El propósito del presente trabajo de investigación es analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante el 2018 caso: Sector Centro A, para la cual se tomaron tres pozos, uno en observación y dos de bombeo, ubicados a través del software Google Earth obteniendo sus respectivas coordenadas UTM. Para dicho estudio se realiza la prueba de caudal variable para determinar los parámetros de transmisividad y coeficiente de almacenamiento utilizando el método de Theis, como también evaluar los niveles estáticos, dinámicos y caudal del pozo. Por otra parte se toma una muestra de agua para realizar un análisis físico-químico y bacteriológico.

Dicho trabajo va dirigido sobre el comportamiento del acuífero en la zona Sector Centro A, la cual favorecería la planificación de proyectos que beneficien el abastecimiento de agua en la zona y un adecuado uso de este recurso; de acuerdo a los estudios realizados el pozo bombeo La Esmeralda se clasifica como un acuífero confinado ya que el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento dio como resultado $4,59E-16$ S y el valor obtenido mediante la prueba de caudal variable arrojó como resultado una transmisividad de $570,22 \frac{m^2}{dia}$ que indica que el pozo se clasifica como un acuífero de alta transmisividad alto esto es debido al material que compone el suelo, a su vez cumple con la normativa arrojando valores aceptables según las especificaciones contenidas en la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, La Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91, siendo el agua subterránea contenida en el pozo apta para el consumo humano.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	v
INDICE.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLA.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación.....	5
1.5. Alcances y limitaciones.....	6
CAPITULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Marco Referencial.....	9
2.3. Bases Teóricas.....	11
2.3.1. Acuífero.....	11
2.3.2. Tipos de acuíferos según la presión hidrostática.....	11
2.3.3. Características De Los Acuíferos.....	12
2.3.4. Acidez y estado REDOX (de óxido reducción).....	16
2.3.5. Calidad del agua subterránea.....	17
2.3.6. Tipos de contaminación que influyen en los acuíferos.....	17
2.3.7. Nivel freático.....	18
2.3.8. Salinidad.....	18

2.3.9. Radiactividad	19
2.3.10. Parámetros hidráulicos	19
CAPITULO III	20
3. MARCO METODOLOGICO	20
3.1. Tipo de investigación	20
3.2. Diseño de la investigación.....	20
3.3. Técnica de recolección de datos	21
3.4. Fases de la investigación	22
CAPITULO IV	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Identificación de los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.	29
4.2. Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo en la zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.	30
4.3. Descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona.	37
4.4. Resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del municipio San Diego, estado Carabobo.	40
4.5. Análisis de la estimación de los parámetros hidráulicos del Acuífero del Municipio San Diego. Edo Carabobo.	44
4.6. Discusión de Resultados	44
CAPITULO V	46
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones	47
BIBLIOGRAFIA	48
APENDICE A	50
APENDICE B.....	53
APENDICE C.....	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Sectorización del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.....	10
Figura 2.2 Acuífero	11

Figura 2.3 Curva de Theis	15
Figura 2.4 Curva en campo descenso vs tiempo	16
Figura 3.1 Sonda para medir nivel del agua	21
Figura 3.2 Tobo de 18L.....	21
Figura 3.3 Cronómetro	22
Figura 3.4 Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis fisico-quimico y	24
Figura 3.5 Toma de las muestras para el análisis fisico-quimico y bacteriológico,.....	25
Figura 3.6 Medición del nivel estático del pozo El Morro I,	25
Figura 3.7 Medición de caudal del pozo El Morro I,	26
Figura 3.8 Medición del nivel freático (estático) pozo El Morro I,	26
Figura 3.9 Superposición de las gráficas para obtener U Y W(U).....	28
Figura 4.1 Distribución de porcentaje según el uso de los pozos de la zona Centro A,.....	29
Figura 4.2 Comparación de los resultados de los Sólidos Disueltos Totales realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.	32
Figura 4.3 Comparación de los resultados de Dureza Total realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, COVENIN 2771-91, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.	33
Figura 4.4 Comparación de los resultados de Cloruros realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.....	33
Figura 4.5 Comparación de los resultados de pH realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.....	34
Figura 4.6 Comparación de los resultados de Sulfatos realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.....	34
Figura 4.7 Comparación de los resultados del Nitrito realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.....	35

Figura 4.8 Comparación de los resultados del Nitrato realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.....	35
Figura 4.9 Comparación de los resultados de Coliformes Totales realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 5305, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.	36
Figura 4.10 Variación del Nivel Estático Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda,	38
Figura 4.11 Variación del Nivel Dinámico Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda,	38
Figura 4.12 Variación del Caudal Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda, zona Centro A,.....	39
Figura 4.13 Variación del Nivel Estático durante el periodo de mediciones del pozo de la Urb. El Morro I,.....	39
Figura 4.14 Caudal vs Tiempo del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego,	41
Figura 4.15 . Descenso vs Tiempo del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego,	41

INDICE DE TABLA

Tabla 2.1 Valores de transmisividad	13
Tabla 2.2 Valores de coeficientes de almacenamiento	14
Tabla 3.1 Identificación geográfica de los pozos en estudio	20
Tabla 3.2 Planificación de toma de datos del pozo bombeo (La Esmeralda).....	23
Tabla 3.3 Planificación de toma de datos del pozo de observación (El Morro I).....	23
Tabla 4.1 Calcificación de los pozos según su uso.....	29
Tabla 4.2 Identificación del pozo de bombeo y de observación,.....	30
Tabla 4.3 Parámetro relativo a la calidad organoléptica el agua potable.	31
Tabla 4.4 Aguas Subtipo 1ª, Límites y Rangos.	31
Tabla 4.5 Componentes inorgánicos.	32

Tabla 4.6 Clasificación de las aguas según su dureza.	32
Tabla 4.7 Resultados del análisis físico-químico del pozo La Esmeralda, zona Centro A,	37
Tabla 4.8 Nivel Estático, Nivel Dinámico y Caudal Promedio del pozo La Esmeralda, zona Centro A,	37
Tabla 4.9 Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de	40
Tabla 4.10 Valores obtenidos de la prueba de caudal variable pozo La Esmeralda, zona Centro A,	40
Tabla 4.11 Punto de ajuste en el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento	43
Tabla 4.12 Parámetros necesarios para la aplicación de Theis en el pozo La Esmeralda, zona Centro A,	43
Tabla 4.13 Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del pozo La Esmeralda,	44

INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es un cuerpo de agua que va desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, arroyos y lagunas, este recurso se debe proteger y manejar de forma racional ya que es indispensable para la salud y el bienestar humano, así como para la preservación del medio ambiente. Ningún ser vivo sobre la tierra puede sobrevivir sin ella, es por ello que es utilizada para la agricultura, consumo humano, forma parte de numerosos procesos industriales y en muchos países supone el principal medio de transporte. La mala calidad del agua, la escasez y un saneamiento defectuoso influyen de manera negativa en la producción de los alimentos, las opciones de sustento y las oportunidades de educación, por lo cual para tener un desarrollo sostenible se deben cubrir las necesidades básicas del ser humano, el abastecimiento de un agua pura y limpia y realizar servicios de saneamiento.

Actualmente el acceso al vital líquido en condiciones adecuadas cada vez son más difíciles por varios factores, entre los cuales está, la contaminación de los ríos y el aumento de la demanda del agua debido al crecimiento poblacional, es por eso que surge la necesidad de hacer pozos que sustenten el urbanismo, más sin embargo la capacidad de regeneración no resulta lo suficiente ante la manera de uso, por lo cual a pesar de ser un recurso renovable, la sobreexplotación y la contaminación hacen que el recurso hídrico se manifieste en riesgo.

La sobreexplotación de las aguas subterráneas puede ocasionar ciertos problemas ambientales como lo son: descenso de los niveles piezométricos, salinización de suelos, cambios en las propiedades físicas de los acuíferos, inducción de hundimientos y colapsos, entre otros la cual deterioran la calidad del agua o la existencia del pozo.

Por dichas razones se colocan en estudio los acuífero del municipio San Diego Sector Centro A del Estado Carabobo, para llevar un seguimiento y poseer información suficiente acerca de la calidad del agua, los niveles para poder abastecer el urbanismo actualmente y en caso de generar nuevos rubros, tener la información acerca de la disponibilidad para cumplir la oferta y demanda sin que ésta se vea afectada, todo esto con la finalidad de que el acuífero no sea sobreexplotado y se tenga una optimización del recurso hídrico.

El trabajo de investigación se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: El problema; expone el planteamiento del problema y precisa el objetivo general y los objetivos específicos, así como la justificación de la investigación, sus alcances y delimitaciones.

Capítulo II: Marco teórico; contemplan los antecedentes de estudios previos a la investigación, el marco referencial, bases teóricas que lo sustentan y el glosario de términos.

Capítulo III: Marco metodológico; pauta el tipo y diseño de la investigación, la técnica de recolección de datos y las fases de la investigación.

Capítulo IV: Consiste en aplicar la metodología de desarrollo para mostrar los resultados obtenidos y su discusión.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Los acuíferos forman parte del ciclo hidrológico, el agua contenido en ella se renueva permanente. Por una parte, se produce alimentación gracias a la infiltración y por otra pérdida por hacer frente a las necesidades para los diferentes usos.

Según el Departamento de Hidrogeología, Universidad de España (2000), la sobreexplotación de un acuífero se puede definir como la extracción del agua de este en una cantidad superior a la correspondiente a su alimentación, todo ello referido a un periodo de tiempo suficientemente largo como para diferenciar las consecuencias similares que tendría periodos anómalamente secos. En consecuencia, el efecto más inmediato de la sobreexplotación sería el descenso continuado de los niveles piezómetros, que se acompaña normalmente del agotamiento de las surgencias.

De acuerdo con lo anterior Pulido (1989) establece que cuando el bombeo es continuo, con caudales medios que excedan la recarga y durante un tiempo suficientemente largo para evitar desequilibrios locales, el resultado es sobreexplotación o explotación minera de los acuíferos, que en algunos casos puede llevar al vaciado completo de las reservas.

Entre otros Llamas (1991) cita: el descenso de los niveles piezométricos, con el aumento consiguiente de la altura de elevación y su consecuencia inmediata de incremento de los costes de explotación, la afcción a las superficies de agua libre, ya sean ríos, lagos o humedales, la salinización de acuíferos y/o de suelos.

En Venezuela la regionalización de los acuíferos se representa mediante las provincias hidrogeológicas, las cuales poseen características generales similares en cuanto a agua subterránea se refiere, la parte central de Venezuela (región de Los Llanos) y otras llanuras y valles aluviales poseen acuíferos por porosidad TPP (terrenos permeables pequeño) donde la circulación de las aguas es lenta. En la mayor parte de los Andes y Cordillera de la Costa predominan rocas metamórficas y los acuíferos de tipo TPP se desarrollan localmente a través de intersticios, fisuras y poros en su parte más superficial, generando pequeños manantiales

locales definiéndose, así como acuíferos con mayor potencial y calidad con fines de consumo y riego, es por eso que en 1961 fue creada La Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH).

Actualmente existe el Plan Nacional de Recursos Hídricos que nace como una necesidad de la nación en el año 2007 de identificar, ordenar y cuantificar la cantidad y calidad de las aguas, superficiales y subterráneas, y hacer la prospección del recurso agua en el corto, mediano y largo plazo; por otra parte es indispensable o de mayor requisito y necesario registrar los pozos en la Sociedad Venezolana de Aguas Subterráneas (Sovas), para que el Ministerio del Ambiente tenga toda la información de los yacimientos acuíferos en Venezuela y se pueda tener un mejor control de los mismos en cuanto a su explotación y abastecimiento ya que estos actualmente son utilizados en su mayor magnitud para cubrir las necesidades del ser humano (doméstico, industrial, riego y recreacional) siendo HIDROCENTRO la principal planta o fuente que cubre la demanda doméstica e industrial.

Los acuíferos son una solución siempre y cuando sean utilizados de forma sostenible por el hombre, cosa que como vemos no se hace en la actualidad. En el Estado Carabobo en el municipio San Diego zona Centro, se muestra como un punto en donde la explotación de acuíferos a través de perforación de pozos es de mayor magnitud, por ende se debe estudiar los parámetros, métodos y condiciones en la cual están siendo utilizados y de qué manera o en qué estado quedarán para un futuro, si en condiciones óptimas o que el mismo no podrá abastecerse (por medio de venas de agua, aguas subterráneas) generando asentamientos en dicha área la cual ocasionen algún problema o daño a la comunidad.

1.2. Formulación del problema

¿Cuántos pozos de agua subterránea se encuentran ubicados en el municipio San Diego, Estado Carabobo?

¿Cómo se comportan los parámetros físico-químicos que se deben analizar del agua que proviene de los pozos?

¿Cuál es la magnitud de los parámetros hidráulicos que se deben estimar del acuífero?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante el 2018 caso: Sector centro A.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los pozos de agua subterránea en la zona centro del municipio San Diego. Estado Carabobo.
2. Describir los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo en la zona centro del municipio San Diego. Estado Carabobo.
3. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego del Estado Carabobo de acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos.

1.4. Justificación

Las aguas subterráneas se han convertido en uno de los recursos más utilizados por el ser humano para cubrir y abastecer sus necesidades domésticas e industriales y en su defecto otras actividades, que implican la explotación de los acuíferos por medio de perforación de pozos, bien sabemos que es una manera de conseguir agua subterránea y aprovechar de ella, pero que a su vez, de llegar a sobrepasar los límites podemos tener grandes consecuencias.

Por ello es de vital importancia mantener en estudio los acuíferos, ya que a través del análisis se puede estimar si los valores obtenidos, son beneficiosos (el acuífero se puede recargar, los valores de nivel freático están estables, las condiciones en la que este el agua puede ser utilizada) o de desventaja (los niveles estén llegando a su punto mínimo, no haya manera de que el acuífero se recargue debido a que las venas de agua que ya están consumidas o hayan tomado otro cause, generando que en un futuro el acuífero se seque y en su defecto ocasionar consecuencias en el terreno). De acuerdo a esto se puede estimar de cuánto tiempo puede ser aprovechable el acuífero.

En términos generales se han implementado políticas o normativas para su uso y explotación, por eso se ha estudiado los pozos ubicados en el municipio San Diego. Estado Carabobo, ya que estos están siendo utilizados para el abastecimiento de la comunidad. En este análisis se estudiara los parámetros hidráulicos del acuífero para mantener un seguimiento y comportamiento de los mismos, obtener información de la capacidad que tiene el acuífero para brindar el beneficio a los habitantes, realizar una evaluación de las condiciones del agua para que no ocasione algún daño en la salud, se garantice un suministro confiable de dicho recurso y satisfaga la demanda de la población sin consumir los valores de limitación, a su vez mantener el soporte técnico y económico que conlleva esta obra para su funcionamiento, conservación y mantenimiento.

Todos estos aspectos son de gran importancia ya que estarán previstos ante las autoridades y la fundación FUMCOSANDI del municipio de San Diego, como también avances para el desarrollo de investigación para la universidad la cual está apoyada por CIHAM-UC.

1.5. Alcances y limitaciones

- El estudio de los pozos solo contempla la zona Centro del municipio San Diego. Estado Carabobo, la cual anteriormente ya se han hecho estudios y se tienen referencias, el análisis que se hará a continuación es para seguir con la línea de investigación del mismo.
- Se determinaran los parámetros físico-químicos que contiene el agua de los pozos del municipio San Diego para certificar las calidad del recurso, los parámetros a estudiar contemplan olor, color, turbidez, componentes químicos, pH, contenido de solidos entre otros.
- Se tomara 1 muestra por semana durante 2 meses la cual será utilizada para la estimación de acuerdo a los ensayos realizados, los parámetros hidráulicos y coeficiente de almacenamiento de los acuíferos del municipio San Diego, que podrá confortar el trabajo de investigación anteriormente realizado.

- De acuerdo a la Gaceta N° 36.298 varios pozos han sido cerrados por falta de mantenimiento o porque están contaminados, por ello la muestra y el estudio a realizar solo se tomara para 3 pozos de la zona Centro del municipio San Diego.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Urdaneta y Carrizales (2017), su trabajo de investigación titulado: Determinación de los Parámetros Hidráulicos del Acuífero del Municipio San Diego durante 2017. Caso Sector Centro, los resultados de los parámetros obtenidos fueron, una transmisividad baja de 31,87 m²/día debido al material que compone el suelo y un coeficiente de almacenamiento de 5,24E-14 clasificándolo como un acuífero confinado, resultando en promedio el nivel estático en 15,94 m, dinámico en 23,50 m y caudal de 4,02 l/s y en cuanto a los cambios de niveles variaron en promedio 20 cm el estático y 50 cm el dinámico.

Vázquez y Hernández (2016), en su tesis titulada: Estimación de Parámetros Hidráulicos en el Acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo en el año 2016, Sector Zona Industrial. Obteniendo como resultado una Transmisividad de 3,46 (m²/día) lo cual se denomina bajo, lo cual indica un movimiento horizontal del agua lento y un Coeficiente de Almacenamiento de 5,94E-16 que es un valor también bajo lo que clasifica el acuífero de tipo confinado.

Vegas y Palma (2016) en su tesis titulada Estimación de Parámetros Hidráulicos del Municipio San Diego 2016: Zona Norte, Estado Carabobo. En el estudio realizaron días de visitas para la toma del nivel estático, nivel dinámico y aforo, con el fin de representar gráficos de variaciones de caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo. Como resultado de la investigación lograron estimar que el acuífero era confinado teniendo un Coeficiente de Almacenamiento de 1,55E-14 y una Transmisividad de 19,47 (m²/día).

Farías y Vallejo (2015), realizaron su trabajo de investigación titulado: elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo durante el año 2015, caso sector Norte B y C, en el cual dieron a conocer que en dicha zona, el 81% de los pozos se encuentran activos y el 92% de los mismos son de uso residencial. Los estudios químicos de las aguas del acuífero reflejaron que según la Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, el acuífero en estudio es apto para el consumo

humano, lo que es de gran importancia ya que esta zona es de las más pobladas en el municipio. Por otra parte, la transmisividad que determinaron se consideró baja y que por el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento y los estudios litológicos que entregaron en el Ministerio de Ecosocialismo y Agua, concluyeron que el acuífero es confinado por lo que la extracción procede de la descompresión del agua lo que indica que los pozos a estudiar tienen valores aceptables para el consumo.

2.2. Marco Referencial

El municipio San Diego se encuentra ubicado al Norte del Lago de Valencia en el estado Carabobo, teniendo un estimado de habitantes para el registro del 2014 según catastro de 132.947 habitantes y con una superficie de 106 km². Limita al norte con el Municipio Puerto Cabello, al sur con los Municipios Valencia y Los Guayos, al este con el Municipio Guacara, y al oeste con los Municipios Valencia y Naguanagua; se encuentra dividido en 7 ámbitos de planificación (Norte A, Norte B, Norte C, Centro A, Centro B, Centro C, Sur, Zona Industrial).

- ✓ **Norte A:** Josefina I, Josefina II; Casco de San Diego, las Mercedes, Emmanuel I y II, Sabana del Medio, El Polvero, Hacienda San Antonio, Higuero, La Lopera, La Leonera, Los Tamarindos, El Manantial, La Ponderosa, Santa Eduvigis, Mini Granja Colonial, Mini Granja San Diego, El Llanito, El Polvero, El Otro Lado, Las Morochas I, II, III, IV, Valle Fresco Norte, Hacienda La Caracara, El Mirador, Montecarmelo, San Francisco de Cúpira, Los Pinos, Pueblo Nuevo, Guarda Tinaja, Villa del Valle 2001-2002.
- ✓ **Norte B:** Montaserino, Montaserino 12, Bosqueserino, Villa Maporal, Parqueserino, Villaserino Country Park, Santa Marta, Divino Niño, Portachuelo, Villas de San Diego, Parque Campestre La Cumaca, Rivera Country Club, Monterrey Suite, Villa Monterrey, Las Majaguas, Los Colores, Las Aves.
- ✓ **Norte C:** El Remanso, Tulipán, San Antonio, La Haciendita. Senderos de San Diego.

- ✓ **Centro A:** Urb. El Morro II, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda.
- ✓ **Centro B:** El Morro I, Yuma I y II, Res. Los Andes I y II, Las Gaviotas, Valle Verde.
- ✓ **Centro C:** Aseprovica, El Parque, Sansur, Poblado de San Diego, Valle de Oro, Yuma 26-28, Resd. Los Anaucos, Resd. Orión y Chalet's Country.
- ✓ **Sur:** Campo Solo, Fundación Los Cedros, Primero de Mayo, Los Próceres, Paraíso, Magallanes, Asentamiento Campesino Santa Ana, Ciudadela Enrique Bernardo Núñez, Ciudadela Valencey, Urb. Enmanuel, Altos de Paraíso, Harales, Colinas de los Árales, Jarales, laguna Club, Paso Real.
- ✓ **Zona Industrial:** Urb. Industrial Castillito, Urb. Industrial Terrazas de Castillito, Urb. Industrial San Diego, Urb. Industrial Castillete, Mozanga, Fundo la Unión, Terminal de Pasajeros Big Low Center.



Figura 2.1 Sectorización del Municipio San Diego, Edo. Carabobo

Fuente: Alcaldía de San Diego (Pagina web)

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Acuífero

El término acuífero es utilizado para hacer referencia a aquellas formaciones geológicas en las cuales se encuentra agua y que son permeables permitiendo así el almacenamiento de agua en espacios subterráneos. El agua de los acuíferos no está normalmente a disposición simple o inmediata del ser humano ya que se encuentra bajo tierra (salvo que en alguna parte de su extensión se acerque a la superficie).

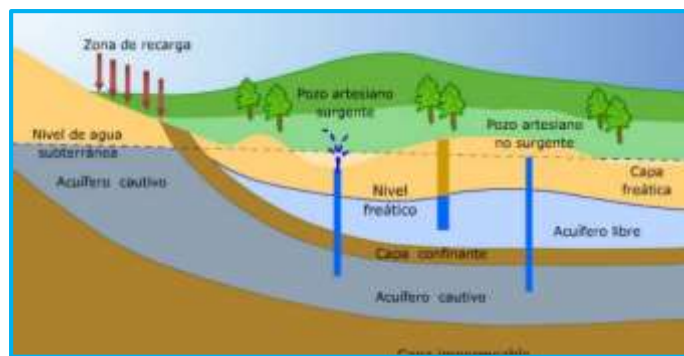


Figura 2.2 Acuífero

Fuente: Suplemento por Leandro Mascareño

2.3.2. Tipos de acuíferos según la presión hidrostática

- ✓ **Acuíferos libres:** también llamados no confinados o freáticos. Entre ellos existe una superficie libre y real del agua almacenada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. La superficie hasta donde llega el agua, se denomina superficie freática; cuando esta superficie es cortada por un pozo se habla de nivel freático en ese punto.
- ✓ **Acuíferos confinados:** también llamados cautivos, a presión en carga, en ellos el agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. Si se extrae agua de él, ningún poro se vacía, sólo disminuye la presión del agua. Al disminuir la presión, pueden llegar a producirse asentamientos y subsidencias del terreno. En ellos

no existe zona no saturada. En el caso de que se perforase este tipo de acuíferos, el nivel de agua ascendería hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga; a este nivel se le conoce con el nombre de nivel piezométrico. Si unimos todos los niveles piezométricos, obtendremos la superficie piezométrica (superficie virtual formada por los puntos que alcanzaría el agua si se hicieran infinitas perforaciones en el acuífero).

- ✓ **Acuíferos semiconfinados:** son más frecuentes que los acuíferos confinados, pudiendo afirmar que se trata de acuíferos a presión, pero en algunas de las capas confinantes son semipermeables, acuitados.
- ✓ **Acuíferos colgados:** Se producen ocasionalmente cuando, por efecto de una fuerte recarga, asciende el nivel freático quedando retenida una porción de agua por un nivel inferior impermeable.
- ✓ **Acuíferos multicapas:** son un caso particular (y frecuente) de acuíferos en los que se suceden niveles de distinta permeabilidad.

2.3.3. Características De Los Acuíferos

- ✓ Transmisibilidad o Transmisividad

Transmisividad o transmisibilidad de un sistema acuífero es la que mide la cantidad de agua, por unidad de ancho, que puede ser transmitida horizontalmente a través del espesor saturado de un acuífero con un gradiente hidráulico igual a 1 (unitario). La transmisividad es el producto de la conductividad hidráulica y el espesor saturado del acuífero:

$$T = b \times K$$

Donde T es la transmisividad (L^2/T), b es el espesor saturado del acuífero (L) y K es la conductividad hidráulica (L/T). Para un acuífero compuesto de muchos estratos la transmisividad total es la suma de las transmisividades de cada estrato.

T (m ² /día)	Calificación estimada
T < 10	Muy baja
10 < T < 100	Baja
100 < T < 500	Media
500 < T < 1000	Alta
T > 1000	Muy alta

Tabla 2.1 Valores de transmisividad

Fuente: Benitez (1992)

✓ Coeficiente de Almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento, (S) es el volumen de agua, por unidad de área y cambio en altura de agua, que una unidad permeable absorberá o liberará desde su almacenamiento. De acuerdo a esta definición esta cantidad es adimensional. En la zona saturada la presencia de agua induce una presión interna (usualmente denominada presión de poros) que afecta la distribución de los granos de mineral así como a la densidad del agua en los poros. Si la presión interna aumenta, el esqueleto mineral se expande, mientras que si la presión disminuye el esqueleto se contrae. Este concepto se conoce como elasticidad. Asimismo, el agua se contrae debido a un aumento en la presión y se expande frente a una disminución en la presión. Cuando la carga hidráulica del acuífero disminuye, su esqueleto se contrae lo que reduce la porosidad efectiva y se libera agua. En forma adicional, una cantidad de agua es liberada debido a su expansión en los poros debido a la disminución de la presión interna.

Coeficiente de almacenamiento (S)	
Acuíferos Libres (Porosidad Eficaz): 0,3 a 0,01 ($3 \cdot 10^{-1}$ a 10^{-2})	El agua proviene del vaciado de los poros.
Acuíferos semiconfinados (coef. De almacenamiento): (10^{-3} a 10^{-4})	El agua proviene de descompresión y de los resúmenes desde las capas confinantes.
Acuíferos confinados (coef. De almacenamiento): (10^{-4} a 10^{-5})	El agua proviene de descompresión.

Tabla 2.2 Valores de coeficientes de almacenamiento

Fuente: Sánchez (2007)

El coeficiente de transmisividad indica cuánta agua se moverá a través de la formación; mientras que el coeficiente de almacenamiento, indica cuánta agua está almacenada en la formación con posibilidades de ser removida por bombeo o drenaje.

Cuando se perfora un acuífero, la transmisividad es un parámetro que da una idea de la productividad del acuífero; es decir, de la capacidad del mismo para permitir la extracción del agua en el pozo (Arocha et al., 1967)

✓ Formula de Theis

Es un método que requiere de un pozo de bombeo y una o más observaciones de pozo, es decir que el nivel de agua cambie para ser registrado desde el inicio del bombeo. La solución se muestra a continuación:

$$d = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \quad (1) \quad \text{Despejando T} \quad T = \frac{Q}{4\pi d} W(u) \quad (2)$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad (3) \quad \text{Despejando S} \quad S = \frac{4Ttu}{r^2} \quad (4)$$

$$W(u) = -0.577 - \ln(u) + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2!} + \frac{u^3}{3 \cdot 3!} - \frac{u^4}{4 \cdot 4!} + \frac{u^5}{5 \cdot 5!} - \dots \text{ Ó}$$

Donde:

d= descenso, cambio en la presión hidráulica en un punto desde el comienzo de la prueba (m)

Q = caudal (volumen por unidad de tiempo, en m³/s)

T y S = son la transmisividad y almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m²/s)

r = distancia al pozo de bombeo, donde se observa el descenso (en metros)

t = tiempo que ha transcurrido desde que comenzó el bombeo (minutos o segundos)

$W(u)$ = Es la "Función de pozo" (llamada también la integral exponencial)

Como esta ecuación no puede solucionarse directamente Theis ideó un gráfico mostrado a continuación que consiste en superponer la curva de los datos obtenidos en campo vs la curva de Theis.

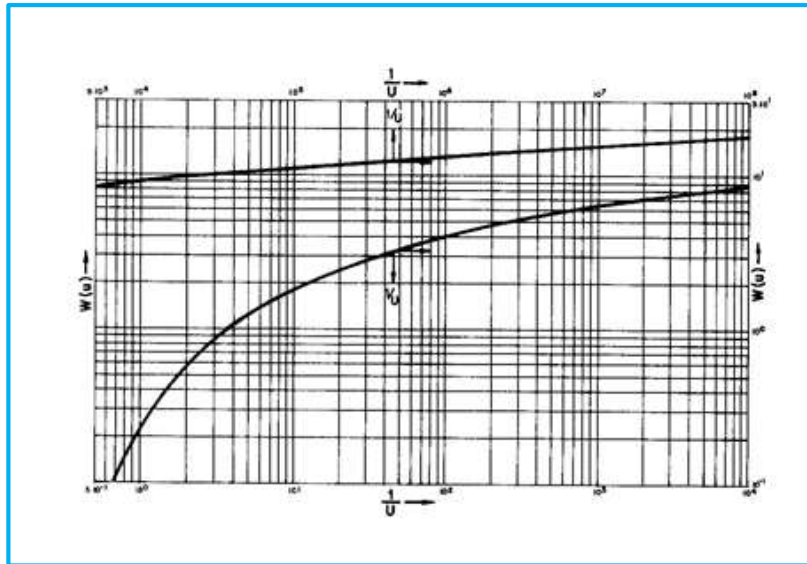


Figura 2.3 Curva de Theis

Fuente: Benítez (1963)

El cálculo de los parámetros se basa en el llamado método de coincidencia de curvas, que hace coincidir la curva tipo $\log(W(u))$ versus $\log(1/u)$ con tres alternativas de curvas:

- Representación $\log(s)$ v/s $\log(r^2/t)$
- Representación $\log(s)$ v/s $\log(t)$
- Representación $\log(s)$ v/s $\log(r^2)$

Con cada una de ellas se obtienen los términos que permiten determinar, haciendo uso de las ecuaciones I y II, los parámetros del acuífero T y S .

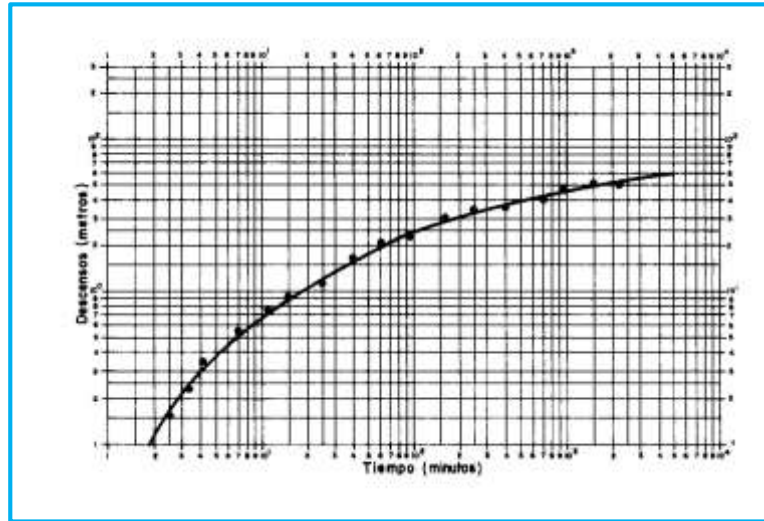


Figura 2.4 Curva en campo descenso vs tiempo

Fuente: Benítez (1963)

2.3.4. Acidez y estado REDOX (de óxido reducción)

Las emisiones industriales de SO_x y NO_x han llevado, en ciertos lugares, a reducir en un orden de magnitud el pH promedio de las lluvias. Esto ha acelerado las tasas de meteorización natural y reducida la capacidad de atenuación de los suelos y rocas, provocando un incremento de la acidez de las aguas subterráneas someras, especialmente en áreas con deficiencia de minerales carbonatados. En grandes áreas de América del Norte, Norte de Europa, Sudeste de Asia y América del Sur, la acidificación es un problema mayor para la salud del hombre y de los ecosistemas. El impacto sobre las aguas superficiales se agrava en aquellos lugares donde disminuyen los efectos de atenuación del HCO_3 , en los flujos base de agua subterránea que alimentan a ríos y lagos. Los cambios del estado de óxido-reducción (Redox) del agua subterránea (principalmente como consecuencia de la reducción de O_2) también pueden tener lugar rápidamente debido a los procesos microbianos o químicos en sistemas naturales o en los resultantes la contaminación. Un aumento de la acidez (disminución del pH) o una disminución del Eh (potencial redox) pueden dar lugar a incrementos indeseables de metales disueltos. Sin embargo, el inicio de condiciones de reducción puede acarrear beneficios tales como de-nitrificación in situ.

2.3.5. Calidad del agua subterránea

La calidad (química) del agua subterránea refleja los aportes desde la atmósfera, el suelo y las reacciones agua-roca (meteorización), así como también desde fuentes de contaminación tales como minas, áreas despejadas, agricultura, lluvias ácidas, residuos domésticos e industriales. El movimiento relativamente lento del agua a través del terreno indica que los tiempos de permanencia de las aguas subterráneas están generalmente dentro de órdenes de magnitud mayores que los de las aguas superficiales.

2.3.6. Tipos de contaminación que influyen en los acuíferos

✓ Contaminación de origen agrícola

El nitrato, y otros parámetros móviles derivados de los fertilizantes tales como K (K/Na), DOC y SO₄, sirven como indicadores importantes de la degradación ambiental provocada por el hombre, aunque también puede ocurrir la desnitrificación natural bajo condiciones de reducción (ver: Acidez). Los herbicidas y pesticidas (insecticidas, fungicidas) y otros agroquímicos, también pueden ser móviles en las aguas subterráneas y servir como un índice de contaminación difusa debajo de terrenos agrícolas durante los últimos 20 a 30 años. Debido a que el análisis es sumamente dificultoso, no es factible usarlos como indicadores. Sin embargo, su presencia puede ser inferida si se presentan altas concentraciones de otros indicadores.

✓ Contaminación de origen minero

El sulfato derivado de la oxidación de minerales sulfurosos es el mejor indicador individual de la contaminación derivada de la explotación minera de metales y carbón, de la producción de gas y petróleo y, en menor grado, de las actividades de exploración. Una disminución del pH está generalmente asociada con este proceso, al igual que los incrementos de cargas disueltas de Fe y otros metales podrían contaminar tanto aguas subterráneas como superficiales en forma de drenaje ácido de minas.

- ✓ Contaminación de origen urbano e industrial

El impacto de los asentamientos humanos y la acumulación de residuos, caracterizados por numerosos compuestos químicos, se hace invariablemente evidente en la calidad local del agua subterránea. Muchos compuestos químicos ingresan al terreno, pero el deterioro de la calidad del agua puede ser evaluado a través de aquellos constituyentes que son más móviles. Un aspecto clave sería proteger los acuíferos no contaminados más profundos, y monitorear los efectos de las plumas contaminantes que se desplazan en las áreas circundantes. Así, DOC, Cl y HCO₃ constituyen indicadores primarios de contaminación de localidades, ciudades, basurales y vertederos de residuos.

2.3.7. Nivel freático

El nivel freático corresponde (en un acuífero libre) a la profundidad a la cual se encuentra el agua subterránea. En éste caso, la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica. También se conoce como capa freática, tabla de agua o simplemente freático. Al perforar un pozo en un acuífero libre, el nivel freático es la profundidad a la que se encuentra el agua, medida desde la superficie del terreno. En el caso de un acuífero confinado, el nivel de agua que se observa en el pozo, corresponde al nivel piezométrico, el cual es equivalente a la presión hidrostática a la cual está sometido el acuífero.

2.3.8. Salinidad

La intrusión del agua salada en los acuíferos costeros puede ser el resultado del bombeo intensivo del agua dulce subterránea, o producto de la disminución del caudal de una corriente (por ejemplo debido a la construcción de diques o derivaciones), lo que conduce a reducir la recarga de acuíferos en los deltas y llanuras aluviales. La intensa evaporación en áreas con niveles freáticos poco profundos también puede llevar a la salinización. Las variaciones en los niveles de salinidad pueden ocurrir debido al cambio climático natural o al bombeo excesivo y las prácticas de riego que estimulan la precipitación de sólidos disueltos, como las sales, en las tierras agrícolas. Es importante monitorear todos los cambios

en la salinidad usando Cl (cloruros) o la SEC (conductividad eléctrica) y, si fuera posible, caracterizar la fuente de salinidad, usando uno o más de los indicadores secundarios.

2.3.9. Radiactividad

La radiactividad natural antecedente puede estar estrechamente relacionada con la presencia, o ausencia, de rocas y sedimentos que contienen uranio u otros materiales naturalmente radiactivos.

2.3.10. Parámetros hidráulicos

Las medidas de las propiedades hidráulicas del suelo son fundamentales para numerosos estudios relacionados con la agronomía, hidrología y ciencias ambientales o trabajos que permiten la localización de acuíferos de los que se puede obtener agua en cantidad y calidad adecuada para el fin que se pretende, en este caso para el consumo humano, el cual es realizado mediante un sondeo que refleja la altura de la presión del agua mientras que el caudal que puede proporcionar el sondeo depende de la transmisividad y del coeficiente de almacenamiento.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo de investigación

El nivel de conocimiento que se adquieren durante la realización de esta investigación la define según su naturaleza de tipo descriptivo. Se basa en el estudio que permite la participación real del investigador o los investigadores, desde el mismo lugar donde ocurren los hechos, los problemas o fenómenos. Por lo tanto en estas investigaciones se miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar y a través de esta modalidad, se establecen las relaciones entre la causa y el efecto y se predice la ocurrencia del caso o fenómeno. (Heredia, 2009).

3.2. Diseño de la investigación

La investigación planteada tiene como objetivo analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante el 2018 en la zona centro A, se aplicó un diseño no experimental. “Un diseño no experimental es aquella investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir se trata de no variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación es observar el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para después analizarlo.” Hernández, Fernández y Baptista (2010).

A continuación se muestra una tabla donde se especifica la ubicación y característica de los pozos en estudio.

UBICACIÓN	LA ESMERALDA	EL MORRO I
POZO	POZO BOMBEO	POZO DE OBSERVACION
COORDENADAS	N 1130435	N 1129903
	E 615367	E 613992
ELEVACION(m)	465	470

Tabla 3.1 Identificación geográfica de los pozos en estudio

Municipio San Diego Estado Carabobo

3.3. Técnica de recolección de datos

Sabino (2000) menciona, que un instrumento de recolección de datos “es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”. Es decir, se refiere a la secuencia de procedimientos ejecutados para la obtención de la información válida y precisa que será utilizada como datos científicos. Para la recolección de datos de este trabajo se utilizó un block de notas que se le dio uso en campo para llevar un registro de los valores de nivel y caudal obtenidos durante cada medición.

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos:



Figura 3.1 Sonda para medir nivel del agua



Figura 3.2 Tobo de 18L



Figura 3.3 Cronómetro

3.4. Fases de la investigación

Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte A del municipio San Diego estado Carabobo. Para poder identificar los pozos de aguas subterráneas se hizo una reunión con el Ing. Victor Carrillo en las instalaciones de MINEA (Ministerio de Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas), donde se acordó una visita guiada para ubicar algunos de los pozos del municipio San Diego sector centro. Es importante mencionar que de los pozos visitados el de menor problema es el de la Esmeralda.

Para la ubicación geográfica de los pozos, se utilizó el software Google Earth con el fin de obtener las coordenadas geográficas.

1. Al abrirse el programa en buscador se coloca la ubicación deseada.
2. Ubicar la posición en donde se encuentra el primer pozo en estudio (pozo bombeo) y posteriormente se determinan sus coordenadas UTM.
3. Después de identificada la zona se debe convertir a coordenadas UTM ya que el programa lo arroja en grado, minutos y segundos. (haciendo clic en herramienta opciones).
4. Se abrirá una ventana y en el grupo que dice “Mostrar lat./long.” se marcará el botón de Universal Transversal De Mercator (UTM). Luego clic en Aplicar →Aceptar.
5. Se aplica el mismo procedimiento para obtener las coordenadas del pozo de observación.

Fase II: Describir la variación del caudal, niveles y los parámetros físico-químicos del pozo en estudio de la zona centro A, del Municipio San Diego, Estado Carabobo durante el año 2018, la cual la muestras serán analizadas en el laboratorio Se realizaron visitas planteadas en las siguientes tablas para la toma de niveles estático y dinámico para representar gráficos de variaciones de caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo.

Planificación
8/3/2018
9/4/2018
24/4/2018
11/5/2018

Tabla 3.2 Planificación de toma de datos del pozo bombeo (La Esmeralda)

Coordenadas UTM 615367E; 1130435N. Elevación: 465m.

Planificación
8/3/2018
9/4/2018
24/4/2018
11/5/2018

Tabla 3.3 Planificación de toma de datos del pozo de observación (El Morro I)

Coordenadas UTM 613992E; 1129903N. Elevación: 470m.

Se medirán los niveles dinámicos y estáticos del pozo bombeo y de observación, anexo a esto se harán las pruebas de caudal variable al pozo bombeo, dichas mediciones se utilizaran para realizar el grafico de nivel vs tiempo y el de caudal vs tiempo, a continuación se describe el procedimiento empleado para la toma de datos:

1. Para la medición del nivel estático se utiliza la sonda, la cual se introduce el sensor por el agujero para medir el nivel freático hasta que la luz encienda, que indica el momento donde hizo contacto con el agua, cabe destacar que para medir el nivel estático el sistema de bombeo deberá estar apagado durante 12horas.

2. Se recopila la medida tomando en cuenta que dicho valor debe ser hasta el nivel del suelo y por ende se le debe restar una longitud de 75cm.
3. Para la medición de caudal variable se procede a encender el sistema de bombeo y tomar los distintos niveles para las diferentes aberturas de la llave.
4. Se realizan tres medidas, una con la llave completamente abierta $3/3$ de abertura, luego se cierra hasta $2/3$ de abertura y por ultimo a $1/3$ de abertura, para los tres caso se mide nivel y caudal.
5. Para la medición del caudal se deja llenar un tobo de 18litros y se anota el tiempo de llenado.
6. Se deja un tiempo de separación entre medidas de caudal de aproximado 3 minutos para que se estabilice el nivel del pozo.
7. Se tabulan los datos de los niveles del pozo, el caudal, el tiempo de llenado y la capacidad del tobo.



Figura 3.4 Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis fisico-químico y bacteriológico del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 3.5 Toma de las muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 3.6 Medición del nivel estático del pozo El Morro I, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 3.7 Medición de caudal del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 3.8 Medición del nivel freático (estático) pozo El Morro I, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 3.9 Medición del nivel freático (estático) pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

Fase III: En esta fase se estimara los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego, estado Carabobo, junto con la información recopilada en la fase anterior la cual se desarrolla de la siguiente manera:

1. Selección del pozo, para este caso se tomara el pozo de observación y mediante el programa Google Earth se ubicaran las coordenadas y se medirá la distancia mínima (r) que hay entre ambos pozos, información que será utilizada para realizar el método de Theis.
2. Con la opción regla y haciendo clic en ambos pozos (observación y bombeo) se obtiene la distancia lineal entre ellos, cabe destacar que la opción de medir se debe seleccionar en metros, para este caso la distancia lineal es 1474.330 metros.
3. Se procede a realizar el cálculo del coeficiente r^2/t con los datos obtenidos (distancia, descenso y tiempo entre los pozos) para realizar la gráfica de la función del pozo.
4. Al obtener la gráfica de pozo y la gráfica del método Theis, estas deben superponerse para hacer coincidir los puntos de las medidas en campo sobre la línea del grafico patrón, de esta manera se obtendrá el punto de ajuste $W(u)$.

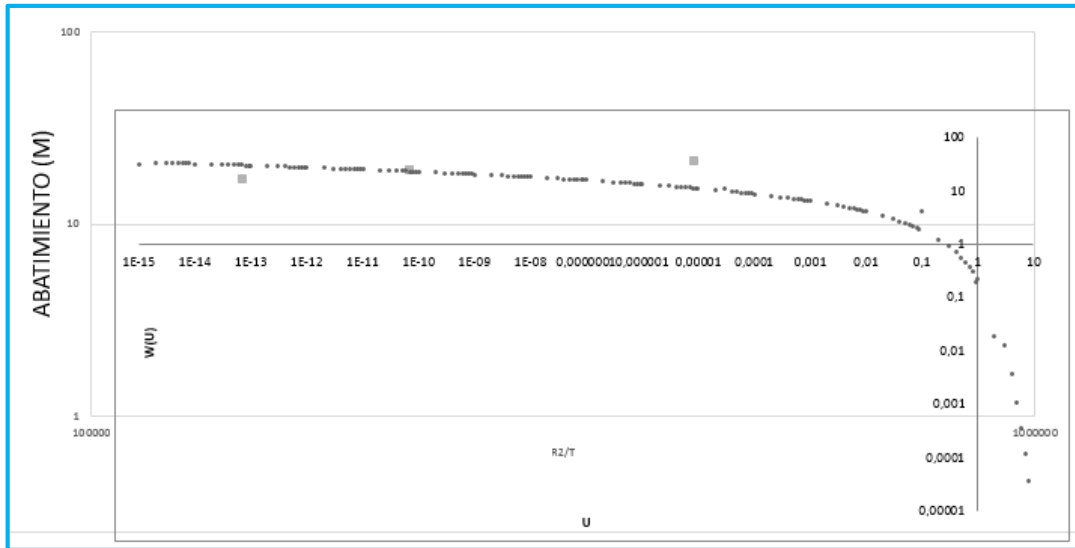


Figura 3.10 Superposición de las gráficas para obtener U Y W(U)

5. Una vez tenido $W(u)$ se procede a calcular el valor de T (Transmisividad) y S (Coeficiente de almacenamiento).

$$T = \frac{Q}{4\pi d} W(u) \quad (2)$$

$$S = \frac{4Ttu}{r^2} \quad (4)$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.

La identificación de la observación de los pozos dio como resultado que actualmente existen 17 pozos en el municipio San Diego sector Centro A, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 16 son de uso habitacional ,1 es de uso comercial. De los 16 pozos existen 2 inactivos, el primero ubicado en la urbanización Valle de oro y el segundo ubicado en la urbanización el Morro II. Los datos fueron facilitados por el Ingeniero Víctor Carrillo de su trabajo de grado Vulnerabilidad Hidrogeológica del acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo. La distribución de los pozos se puede observar en la **Figura 4.1**

Uso	Cantidad
Habitacional	16
Comercial	1

Tabla 4.1 Calcificación de los pozos según su uso
municipio San Diego, estado Carabobo.

En la **Figura 4.1** se muestra la distribución porcentual de los pozos en el sector centro A del municipio San Diego estado Carabobo, la cual representa 5,88% de uso comercial y 94,12% de uso habitacional.



Figura 4.1 Distribución de porcentaje según el uso de los pozos de la zona Centro A,
municipio San Diego, estado Carabobo.

La ubicación geográfica de los pozos se obtuvo con el soporte del software Google Earth para así poder obtener las coordenadas UTM del pozo de observación y el pozo de bombeo.

En la urbanización El Morro Av. 144, pozo de abastecimiento poblacional coordenadas UTM 613992E; 1129903N y Elevación 470 m.s.n.m.

Urbanización La Esmeralda Av. Don julio centeno, vía de servicio c/c Av. 1, pozo de abastecimiento poblacional, coordenadas UTM 613367E; 1130435N.

IDENTIFICACION DE LOS POZOS DE AGUA SUBTERRANEA							
URBANIZACION	COORDENADAS			PROF(m)	SECTOR	MUNICIPIO	USO
	NORTE (m)	ESTE(m)	COTA(msnm)				
Ur El Morro Av. 144	1129903	613992	470	-	Centro	San Diego	Habitacional
La Esmeralda Av. Don julio centeno, vía de servicio c/c Av. 1	1130435	615367	465	N/E	Centro	San Diego	Habitacional

Tabla 4.2 Identificación del pozo de bombeo y de observación, municipio San Diego, estado Carabobo.

4.2. Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo en la zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

Se realizó un análisis físico- químico y bacteriológico de las aguas captadas del pozo ubicado en la urbanización la esmeralda Av. Don Julio Centeno, Vía de servicio c/c Av. 1, El cual arrojo como análisis que todos los parámetros cumplen con los rangos máximos y mínimos permitidos según la norma COVENIN 2771- 91 Aguas naturales Aguas Naturales, Industriales y Residuales, la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la norma COVENIN 3124:2001 FIAMBRE. El análisis de la muestra se realizó como colaboración y aporte a este trabajo de grado por el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.

PARAMETROS RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA POTABLE			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DESEABLE <	VALOR MAXIMO ACEPTABLE (a)
COLOR	UCV(b)	5	15 (25)
TURBIEDAD	UNT (c)	1	5 (10)
OLOR O SABOR	-	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	600	100
DUREZA TOTAL	mg/LcaCo ₃	250	500
pH	-	6.5-8.5	9.0
ALUMINIO	mg/l	0.1	0.2
CLORURO	mg/l	250	300
COBRE	mg/l	1.0	(2.0)
HIERRO TOTAL	mg/l	0.1	0.3 (1.0)
MANGANESO TOTAL	mg/l	0.1	0.5
SODIO	mg/l	200	200
SULFATO	mg/l	250	500
CINC	mg/l	3.0	5.0

Tabla 4.3 Parámetro relativo a la calidad organoléptica el agua potable.

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N°36.395.

(a) Los valores entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.

(b) UCV: unidades de color verdadero.

(c) UNT: unidades nefeleométricas de turbiedad.

parámetro	Límite o rango máximo
Organismos coliformes totales	Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100 ml
Coliformes fecales	9.0

Tabla 4.4 Aguas Subtipo 1ª, Límites y Rangos.

Fuente: Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N°5305.

componentes	Valor máximo aceptable (mg/l)
nitrito	0.03
nitrato	45.0

Tabla 4.5 Componentes inorgánicos.

Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, Gaceta N°36.395

CLASIFICACION DE LAS AGUAS SEGUN SU DUREZA	
TIPO DE DUREZA	mg/l de dureza
Suave	0 - 75
Moderadamente dura	75 - 150
Dura	150 - 300
Muy dura	>300

Tabla 4.6 Clasificación de las aguas según su dureza.

Fuente: Norma de Calidad de las aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91

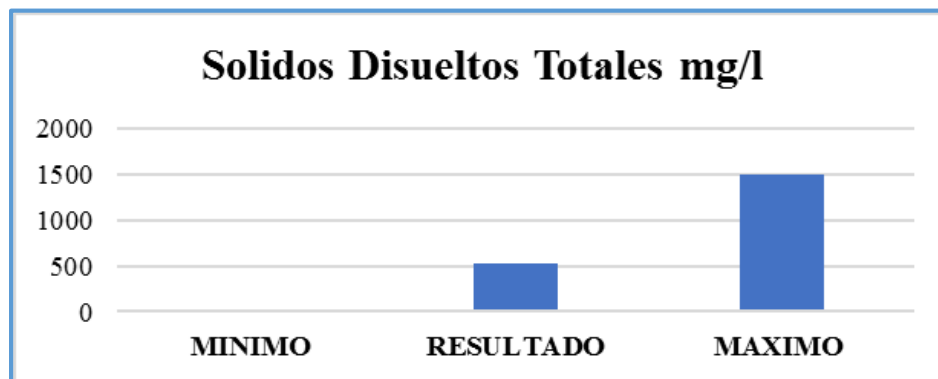


Figura 4.2 Comparación de los resultados de los Sólidos Disueltos Totales realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

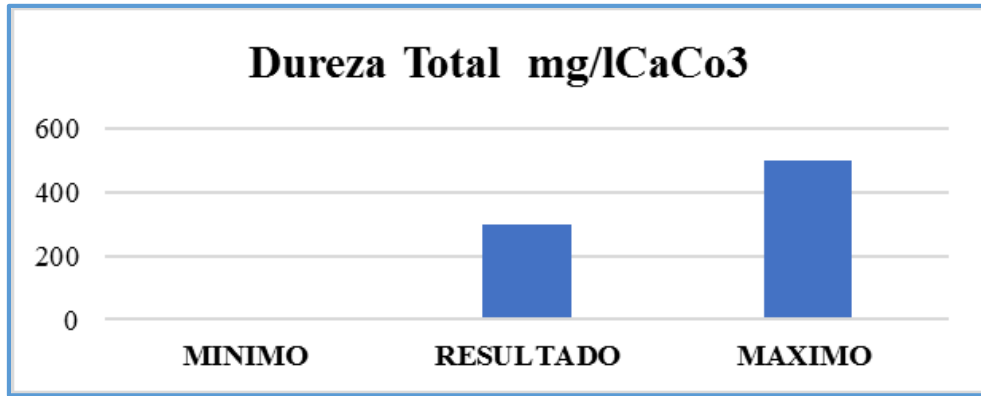


Figura 4.3 Comparación de los resultados de Dureza Total realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, COVENIN 2771-91, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

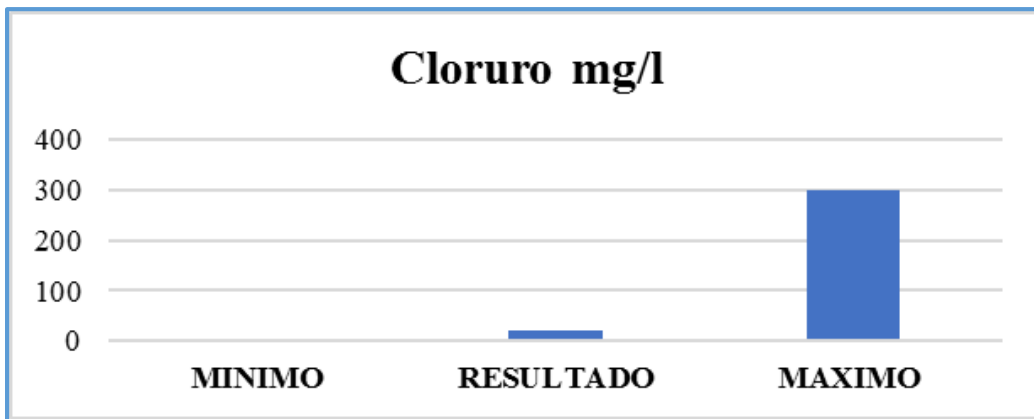


Figura 4.4 Comparación de los resultados de Cloruros realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

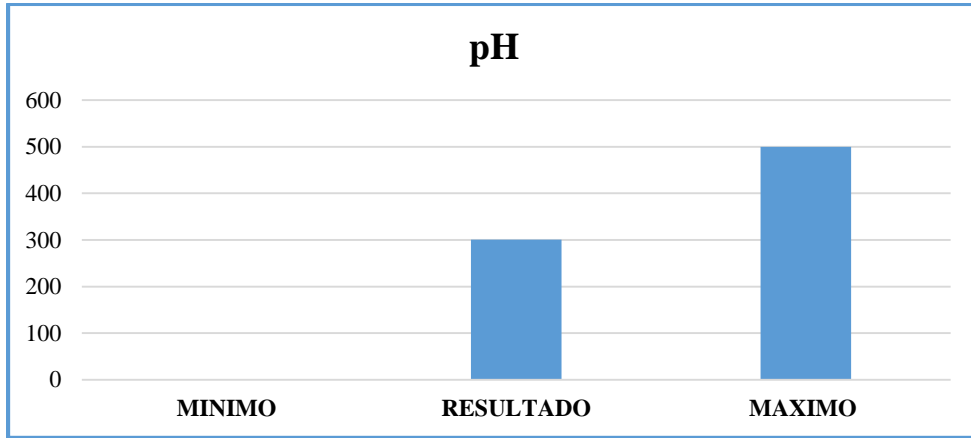


Figura 4.5 Comparación de los resultados de pH realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

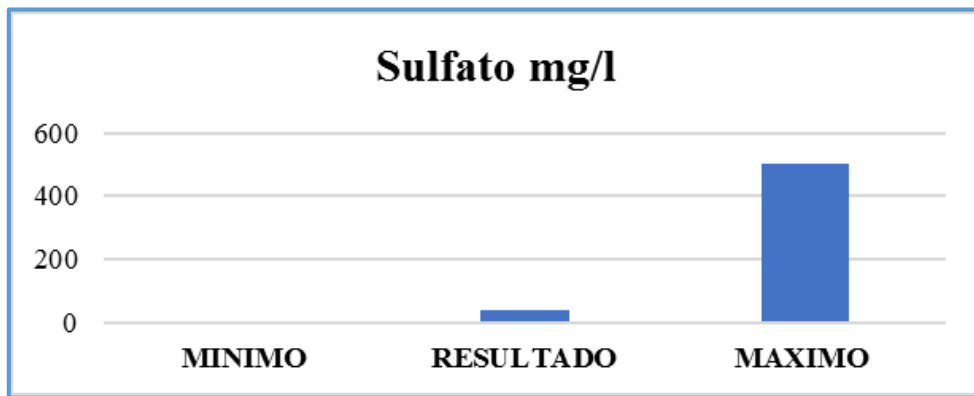


Figura 4.6 Comparación de los resultados de Sulfatos realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

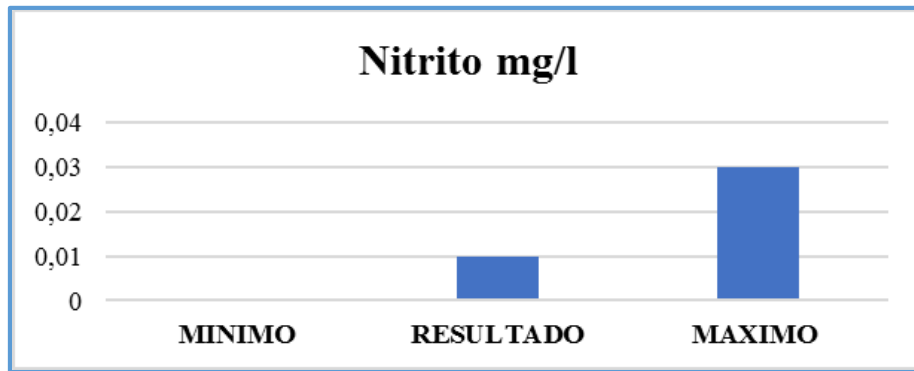


Figura 4.7 Comparación de los resultados del Nitrito realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

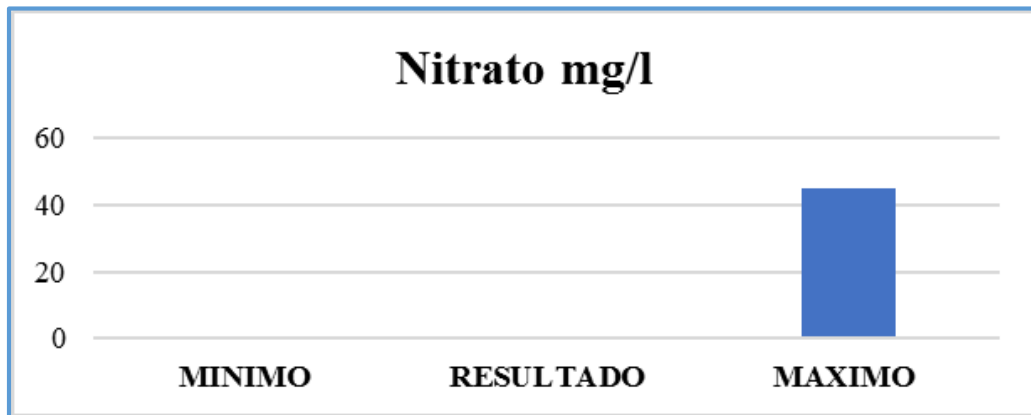


Figura 4.8 Comparación de los resultados del Nitrato realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 36.395, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

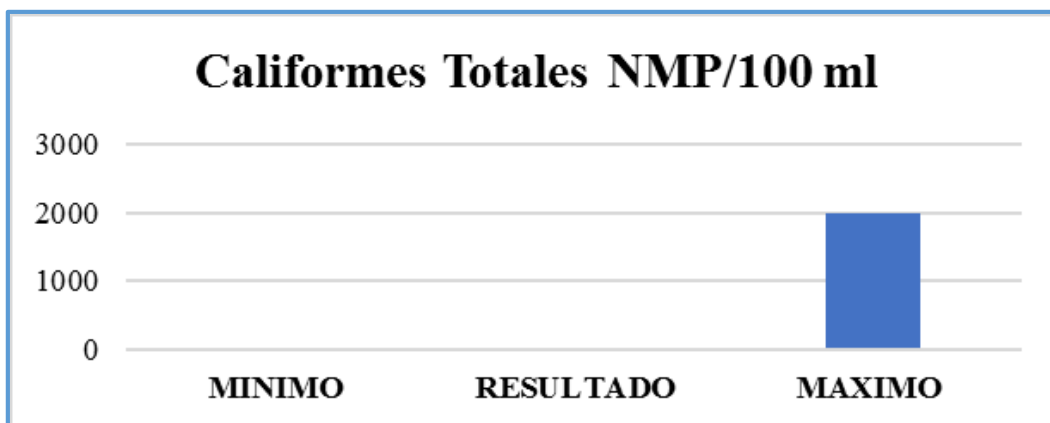


Figura 4.9 Comparación de los resultados de Coliformes Totales realizados el 03/04/2018 respecto a las normas sanitarias de calidad de agua potable, Gaceta N° 5305, pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el laboratorio estatal para el Ecosocialismo Y Aguas Aragua, es necesario mencionar lo siguiente:

La dureza total de la muestra del pozo La Esmeralda resultó ser 301, encontrándose así dentro del rango que establece la norma COVENIN 2771-91, clasificándose en muy dura. El pH se encuentra dentro de los límites establecidos por la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.

Los resultados obtenidos de los ensayos para el nitrito y nitrato son 0.01 y 0.34 respectivamente. Cumpliendo así con los rangos permisibles según la Gaceta N° 36.395. Los sólidos totales disueltos fueron 530, por los que están dentro de los valores establecidos por la Gaceta N°36.395.

De las coliformes totales se obtuvieron valores por debajo de 1.1 NMP/100ml. según la norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305, estos valores están dentro de los valores permisibles. Una vez obtenidos todos los resultados y comparándolos con las normas y gacetas correspondientes, se puede afirmar que el agua esta apta para el consumo humano. .

Codigo	Parametro	Unidad	Resultado	Agua Tipo 1	observacion
2510-B	Conductividad Electrica	μS/cm	539	NA	
2340-C	Dureza Total	mg/l CaCO3	301	500	CUMPLE
3500-D	Dureza Calcica	mg/l CaCO3	157	NA	
3500-Mg-E	Dureza Magnesica	mg/l CaCO3	144	NA	
2320-B	Alcalinidad	mg/l CaCO3	250	NA	
4500HB	Ph		7,18	6,0-8,5	CUMPLE
2540-C	Solidos Totales Disueltos	mg/l	530	1500	CUMPLE
4500-B	Cloruros	mg/l	22	600	CUMPLE
4500-E	Sulfato	mg/l	39	400	CUMPLE
4500-C	Nitrito	mg/l	<0,01	Suma <10	CUMPLE
4500-C	Nitrato	mg/l	0,34		
3500-D	Calcio	mg/l	63	NA	
3500-E	Magnesio	mg/l	35	NA	
9221-B	Califormes Totales	NMP/100 ml	<1,1	<2000	CUMPLE

Tabla 4.7 Resultados del análisis físico-químico del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

4.3. Descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona.

Los resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos del pozo ubicado en la Urbanización la Esmeralda, Don Julio Centeno, Vía de Servicio en el municipio San Diego, estado Carabobo, mostro un nivel estático promedio de 26,375metros y un nivel dinámico promedio de 47,23metros y un caudal medio de 18,19 l/s. adicionalmente se muestran las gráficas que evidencian los cambios de caudal y de nivel durante el tiempo que se realizaron las mediciones.

Parámetro	Pozo La Esmeralda
Nivel Estático (m)	26,375
Nivel Dinámico (m)	47,23
Caudal (l/s)	18,19

Tabla 4.8 Nivel Estático, Nivel Dinámico y Caudal Promedio del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

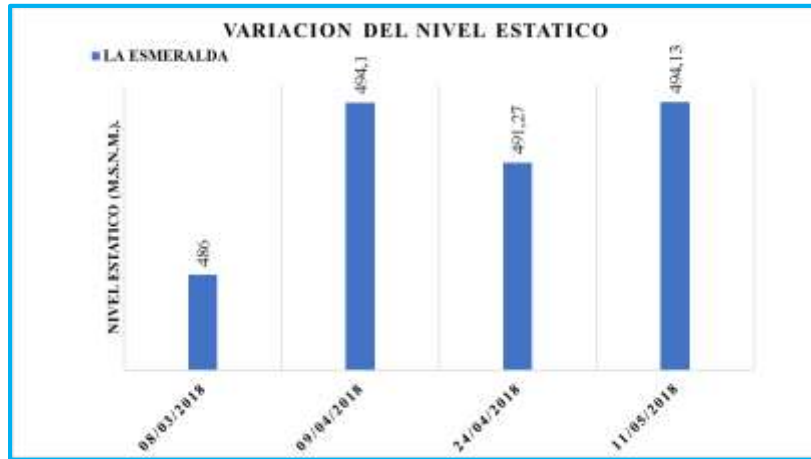


Figura 4.10 Variación del Nivel Estático Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, municipio Carabobo.

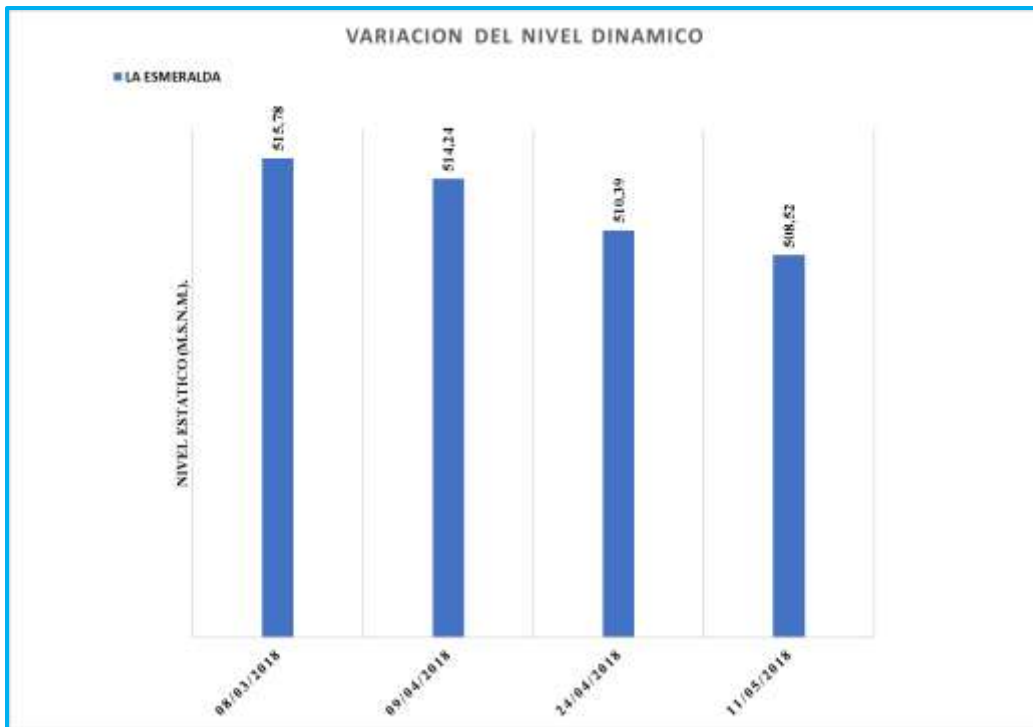


Figura 4.11 Variación del Nivel Dinámico Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

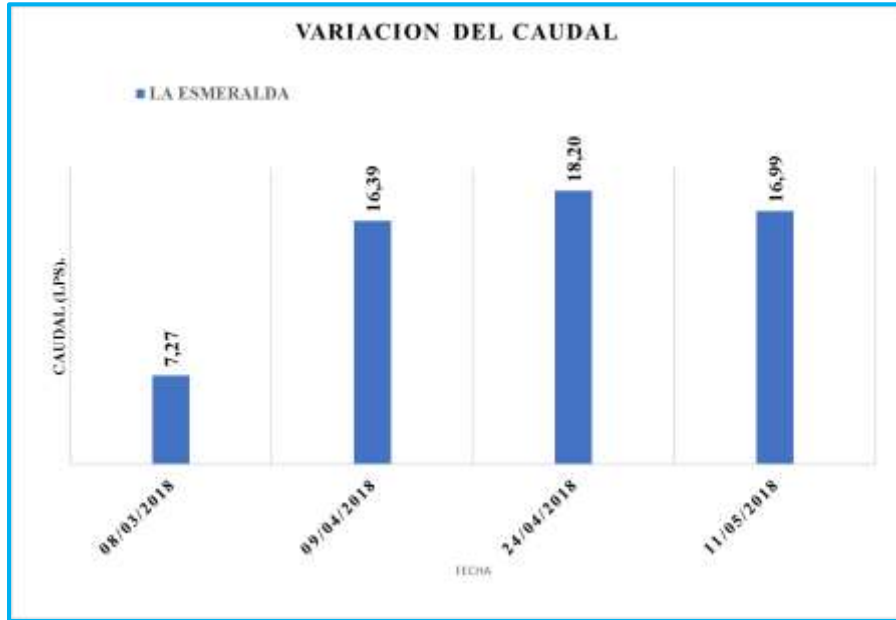


Figura 4.12 Variación del Caudal Durante el periodo de mediciones del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.



Figura 4.13 Variación del Nivel Estático durante el periodo de mediciones del pozo de la Urb. El Morro I, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

4.4. Resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del municipio San Diego, estado Carabobo.

Los resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos como transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, se logró mediante la prueba de caudal variable realizada el día 24/04/2018. Los resultados se pueden observar en la **Tabla 15**. La prueba de caudal variable fue realizada en el pozo La Esmeralda, Don Julio Centeno, Vía de Servicio de Coordenadas UTM 615367E; 1130435N. Elevación: 465 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Tomando como pozo de observación el pozo ubicado en La Urb. El Morro, Av. 144 coordenadas UTM 613992E; 1129903N. Elevación: 470 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

UBICACIÓN	LA ESMERALDA	EL MORRO I
POZO	POZO BOMBEO	POZO DE OBSERVACION
COORDENADAS	N 1130435	N 1129903
	E 615367	E 613992
ELEVACION(m)	465	470
DESCENSO (m)	5	
R (m)	1474,330	

Tabla 4.9 Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del municipio San Diego, estado Carabobo.

PRUEBA CAUDAL VARIABLE				
FECHA	TIEMPO (min)	CAUDAL (l/s)	DESCENSO (m)	
24/04/2018	3	19,78	47,49	42,49
	6	17,82	45,35	40,35
	9	14,60	43,33	38,33

Tabla 4.10 Valores obtenidos de la prueba de caudal variable pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

Mediante la realización de esta prueba se obtuvo un gráfico de caudal vs tiempo y un gráfico descenso vs tiempo donde se puede apreciar y tener evidencia del cambio de caudal a medida que se cierra la llave cada 3 minutos.

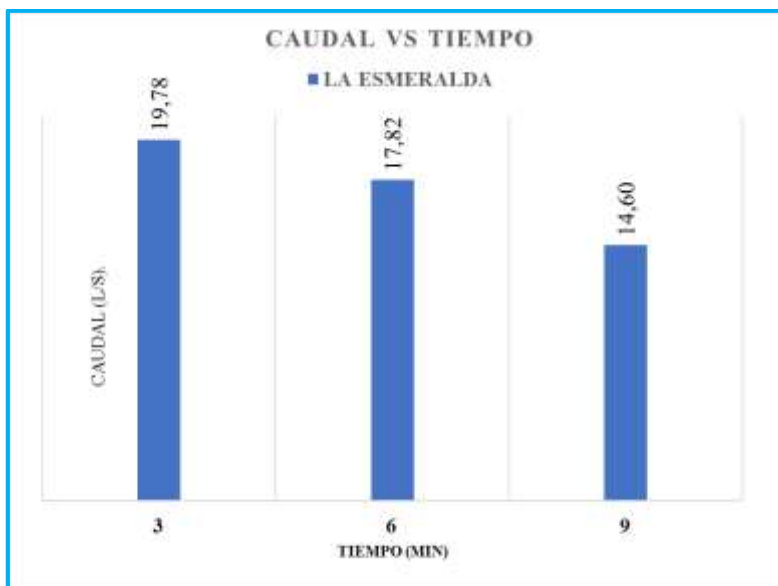


Figura 4.14 Caudal vs Tiempo del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Fecha 24/04/2018.

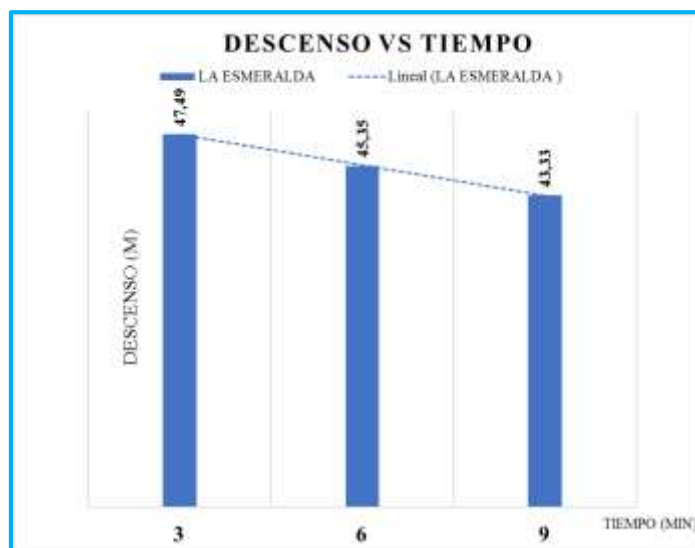


Figura 4.15 . Descenso vs Tiempo del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Fecha 24/04/2018.

Al aplicar el método de Theis, se obtienen los parámetros hidráulicos los cuales son la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero estudiado, se calculan los puntos de ajuste a partir de la superposición de las gráficas (curva de Theis y curva de la función del pozo con los datos obtenidos), esto arroja como valores una transmisividad de 570,72 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 4,59E-16.

Ejemplo del cálculo de Theis.

$$d = \frac{Q}{4\pi(T)} \times W(u) \quad (1)$$

Donde:

d= descenso de un punto situado a la distancia r del pozo de bombeo.

Q= caudal de bombeo constante.

T= transmisividad.

u= se representa con la siguiente ecuación.

$$u = \frac{r^2(s)}{4Tt} \quad (3)$$

Despejando los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento se tiene lo siguiente:

$$T = \frac{Q \cdot W(u)}{4\pi d} \quad (2)$$

$$S = \frac{4Tt}{r^2 \cdot \frac{1}{u}} \quad (4)$$

Sustituyendo en la ecuación número 2 se obtiene.

$$QW(u) = W(u) \times Q \frac{m^3}{día}$$

W(u): Se obtiene de las superposición de las gráficas y Q es el caudal medio en $\frac{m^3}{día}$

$$QW(u) = (1572,10269) \times (22,81) = 35859,66245$$

$$4\pi d = 4\pi (5) = 62,832, \quad \text{Por lo tanto.}$$

$$T = \frac{35859,66}{62,832} = 570,723 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Transmisividad

$$T = 570,723 \text{ m}^2/\text{dia}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación (4)

$$\frac{r^2}{t} = 241516,56 \text{ (m}^2/\text{min)}$$

$$\frac{1}{u} = 14285714286$$

$$T = 570,723 \text{ m}^2/\text{dia}$$

$$S = 4,595E-16$$

Coefficiente de almacenamiento

$$S = 4,595E-16$$

Coordenadas Punto de Ajuste			
W(U)	22,81	ho-h (m)	38,33
U	7,00E-11	r²/t (m²/min)	241516,56

Tabla 4.11 Punto de ajuste en el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento

Pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

Parametros Para La Aplicación de THEIS				
QW(U)	4pid	1/U	4T	r ² /t (m ² /d)
35859,66245	62,832	14285714286	2,2828916763E+03	347.783.840,00

Tabla 4.12 Parámetros necesarios para la aplicación de Theis en el pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

Transmisividad	570,7229190788	T (m ² /d)
Coef de Almacenamiento	4,595E-16	S

Tabla 4.13 Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del pozo La Esmeralda, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo.

4.5. Análisis de la estimación de los parámetros hidráulicos del Acuífero del Municipio San Diego. Edo Carabobo.

La estimación de los parámetros hidráulicos arrojó como resultados los siguientes: El coeficiente de Almacenamiento 4,59E-16, se clasifica de acuerdo con el Instituto Geológico y Minero de España como un acuífero confinado según los valores de la **Tabla 18**. Por otra parte, se obtuvo que la transmisividad es de 570,723 m²/día y de acuerdo al valor de la Tabla 1 de Transmisividad de Benítez (1992), esta se encuentra entre 500 y 1000 por lo que su clasificación estimada es alta.

4.6. Discusión de Resultados

- Se realizó una visita guiada en conjunto con personal técnico de Hidrocentro por los pozos del municipio San Diego, estado Carabobo, se pudo constatar que actualmente existen 17 pozos de agua subterránea en la región centro, 16 destinados a uso poblacional dos de estos están inactivos, y uno destinado al uso comercial.
- Se obtuvo la localización de los pozos de la zona Centro A, mediante el software Google Earth, la cual nos permitió conocer las coordenadas UTM del pozo la Esmeralda y el pozo de la Urb. El Morro.
- Se realizó un análisis físico-químico y bacteriológico en el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas a muestras obtenidas del pozo La Esmeralda, Don Julio Centeno, Vía de Servicio de Coordenadas UTM 615367E; 1130435N. Elevación: 465 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Edo. Carabobo. Arrojando valores permisibles y aceptables por la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, por La Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91.

- El estudio de los pozos se llevó a cabo por un periodo de 3 meses donde se puede hacer notorio la variación del nivel estático el cual arrojó una variación en promedio de 10 cm aproximadamente, variación que se puede asumir debido a que el pozo se encuentran en constante recarga por la cercanía a la zona montañosa que lo rodea, considerando la aplicación de la toma de estas muestras para diferentes estaciones y poder observar la velocidad de recarga o descarga de dichos pozos.
- La prueba de caudal variable se realizó el día 24/04/2018 en el pozo de bombeo ubicado en La Esmeralda, Don Julio Centeno, Vía de Servicio de Coordenadas UTM 615367E; 1130435N. Elevación: 465 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Teniendo como pozo de observación ubicado en La Urb. El Morro I, Av. 144 coordenadas UTM 613992E; 1129903N. Elevación: 470 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Dando como resultado que la distancia entre ellos es de 1474,33m dicha distancia fue estimada mediante el software Google Earth.

El valor obtenido de mediante la prueba de caudal variable arrojó como resultado una transmisividad de $570,22 \frac{m^2}{dia}$ que comparándolo con la **Tabla 2.1** Valores de Transmisividad de Benítez (1992), se clasifica como un acuífero de alta transmisividad alta esto es debido al material que compone el suelo.

Por otra parte, el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento dio como resultado $4,59E-16$ S que de acuerdo con la **Tabla 2.2** Valores de Coeficientes de Almacenamiento, dependiendo del tipo de suelo mostrado por el Instituto Geológico y Minero de España se clasifica como un Acuífero Confinado.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) Se obtuvo la ubicación geográfica de los pozos mediante el uso del software Google Earth arrojando que el pozo de bombeo se encuentra en La Esmeralda, Don Julio Centeno, Vía de Servicio de Coordenadas UTM 615367E; 1130435N. Elevación: 465 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo y el pozo de observación en La Urb. El Morro, Av. 144 coordenadas UTM 613992E; 1129903N. Elevación: 470 msnm, zona Centro A, municipio San Diego, estado Carabobo. Así mismo se identificaron que actualmente existen 17 pozos en la zona centro uno de uso comercial y 16 de uso habitacional de los cuales dos de ellos están inactivos, uno ubicado en la Urbanización Valle de Oro y el otro ubicado en la Urb. Morro I.
- 2) Los estudios físico-químicos y bacteriológicos realizados a la muestra de agua del pozo de Bombeo ubicado en La Esmeralda, realizado por el Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas arrojaron valores aceptables según las especificaciones contenidas en la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, La Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91, siendo el agua subterránea contenida en el pozo apta para el consumo humano.
- 3) El proceso de bombeo en el pozo donde se llevó a cabo la prueba de caudal variable, ubicado en la Esmeralda, el nivel estático y dinámico del pozo estudiado tiende a ser estable en el tiempo, por lo que se puede deducir que el acuífero no se encuentra sobre explotado.

- 4) La transmisividad se encuentra en el rango de clasificación alta, lo que indica que la cantidad de agua que se filtra a través del suelo es considerablemente alta.
- 5) Por otra parte, el coeficiente de almacenamiento indica que los estratos del suelo son lo suficientemente densos para permitir la liberación de columnas de agua del pozo con facilidad lo que caracteriza a un acuífero confinado.

5.2. Recomendaciones

- 1) Realizar un análisis físico-químico y bacteriológico del resto de los pozos ubicados en todo el municipio, esto con la finalidad de conocer si cumplen o no con lo especificado en las normas nacionales pertinentes para el consumo humano.
- 2) Realizar con mayor frecuencia el estudio de los parámetros hidráulicos esto con la finalidad de conocer y tener mejor control sobre el estado actual y comportamiento de los acuíferos.
- 3) Realizar la prueba de caudal variable a todos los pozos ubicados en la zona Centro del municipio San diego para así poder estimar con mayor confiabilidad la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento, obteniendo una base de datos completa del sector para lograr controlar el consumo y calidad del agua.

BIBLIOGRAFIA

Estudio para el Aprovechamiento Racional de los Recursos Naturales

<https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea28s/begin.htm#Contents>

La explotación de las aguas subterráneas y su implicación en la desertización, Pulido Bosch, A. (2000), Boletín Geológico y Minero

http://www.igme.es/Boletin/2000/111_5-2000/1-EXPLOTACION.pdf

El Agua: imágenes, folletos, afiches, reportajes.

<http://sistemajpii.blogspot.com/>

Ríos subterráneos y acuíferos kársticos de Venezuela: Inventario, situación y conservación. Carlos Galán & Francisco F. Herrera.

http://www.aranzadi.eus/wp-content/files_mf/1442327598Total.RSV.webSCA.pdf

Pozos y agua, Guía empresarial.

http://pozosyagua.blogspot.com/2011/11/la-sociedad-venezolana-de-aguas_18.html

El Impulso, Uso y conservación del agua: Un recurso hídrico que debemos proteger.

<https://www.elimpulso.com/noticias/actualidad/uso-y-conservacion-del-agua-un-recurso-hidrico-que-debemos-proteger>

Slideshare, Aguas Subterráneas

<https://www.slideshare.net/JoseLuisMartinez66/clase-aguas-subterranas>

Hispagua, Hidrogeología

<http://hispagua.cedex.es/datos/hidrogeologia>

Definiciones

<https://definicion.de/>

Hernández, R.; Fernández, C., y Batista, P. (2006). Metodología de la Investigación. Mc. Graw Hill. México

http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf

Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395

Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305

Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91

Página web, Alcaldía de San Diego

http://www.alcaldiadesandiego.gob.ve/direccion_urbano_catastro.pht

APENDICE A



Nº: EE 0583

Fecha: 12 ABR 2018

Ciudadano:
ADRIANA MARQUEZ
Coordinadora centro de investigaciones Hidrológicas y Ambientales
Estado Carabobo.
Presente.-

Me dirijo a usted, en atención a su comunicación de fecha 12/03/2018 y recibida en este Ministerio el 13/03/2018, mediante la cual solicita el apoyo a estudiantes para realizar análisis fisicoquímico y microbiológico de 05 muestras de aguas provenientes de pozos profundos de diferentes puntos, identificados como: pozo n° 1,3,4,5 y 6, localizados todos en Valencia, Estado Carabobo, a los fines de determinar la calidad del agua de los diferentes acuíferos destinados para el consumo humano e industrial.

Al respecto quien suscribe, Directora Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua, una vez analizadas las muestras captadas por los estudiantes en fecha 03/04/2018, le informo que de acuerdo a lo establecido en los Artículos 5 y 8 del Decreto 3.219, de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305, Extraordinaria de fecha 01/02/1999 el cual contempla las "**Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia**", concerniente a la clasificación de las aguas, los parámetros evaluados en las muestras de agua, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para ser clasificadas como Tipo 1, aguas destinadas al uso doméstico o industrial que requiera de agua potable y que desde el punto de vista sanitario se logran catalogar en su desagregado Sub-Tipo 1A, aguas que pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes para asegurar su calidad en la distribución.

Finalmente, se le notifica que lo antes expuesto no le exime del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por otros organismos.

Sin más a que hacer referencia, se suscribe

ING. CARMEN CANNATA GONZÁLEZ

Directora Estatal de Ecosocialismo y Aguas Aragua
Designada mediante Resolución N° 205 de fecha 19/05/2015
Publicada en la Gaceta Oficial N° 40.693 de fecha 01/07/2015

EE/YV/LD/A/vav.
H.S.: 0240 Fecha: 13/03/2018
Se anexan resultados.

Oficina Auxiliar. Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua.
Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez, frente a C.C. Maracay Plaza, Maracay. Estado Aragua.
Teléfono: 0243-2358639. www.minea.gov.ve

RESULTADOS

SOLICITADO POR: ADRIANA MARQUEZ

LUGAR DE CAPTACION: POZO PROFUNDO (POZO N° 1)

MOTIVO ANALISIS: CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO E INDUSTRIAL

APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS

TIPO DE MUESTRA: SIMPLE

FECHA DE CAPTACION: 03/04/2018

DIRECCION URB: MORRO I, AV. 72-A CIC AV. 142, VALENCIA, ESTADO CARABOBO

OBSERVACIONES: AGUA CRISTALINAS E INODORAS, LIGERO PRECIPITADO DE COLOR ROJIZO. LAS AGUAS SON EMPLEADAS PARA CONSUMO HUMANO Y NO SE APLICA UN PROCESO DE DESINFECCION. MUESTRAS CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION POR PERSONAL DEL LABORATORIO.

COORDENADAS GEOGRAFICAS: N. 1.129.798 E. 813.566

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1 SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	371	N A	
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	207	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	137	N A	
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	70	N A	
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	145	N A	
4500HB	pH		6,76	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	241	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	30	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	25	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	Suma nitrato y nitrato + 10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,02		
3500-D	CALCIO	mg/L	55	N A	
3500-E	MAGNESIO	mg/L	17	N A	
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	8,0	< 2.000	CUMPLE

* Artículo 8, Capítulo II De la Clasificación de las Aguas Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela N° 5.305, Extraordinaria de fecha 01/02/1999 el cual contempla las "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia"

N.A.: No Aplica un valor en las normas.

Análisis realizados por


CBO Alejandro Valles


MCs Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida del pozo profundo localizado en la Urb. Morro I, Valencia Estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos para los parámetros analizados y establecidos en el Artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la Republica de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", en concordancia las aguas se pueden clasificar como agua Tipo 1, "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él, en su desagregado Sub-Tipo 1A, "Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5 del decreto antes mencionado.

Los resultados aquí descritos, estarán sujetos a la discusión y recomendaciones establecidas en el oficio de entrega.


MCs Luisa Durán
Responsable Laboratorio Ambiental Aragua

Figura A. Informe de resultados del análisis físico-químico y bacteriológico del pozo El morro I, municipio San Diego, estado Carabobo Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua

APENDICE B

Coordenadas (UTM)		ELEVACION (m)		POZO LA ESMERALDA, DETRÁS DE FIN DE SIGLO				POZO DE OBSERVACION		
E	N	465						E	N	ELEVACION (m)
615367	1130435							613992	1129903	470
Fecha	CAPACIDAD TOBO (lts)	ABERTURA LLAVE	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (Lts/s)	CAUDAL PROMEDIO (Lts/s)	(Dinamico) (m)	(Estatico) (m)	Fecha	Nivel Estatico (m)	
8/3/2018	18	3/3 (full)	1,35	13,33	8,52	51,52	21	8/3/2018	7,8	
			1,13	15,93						
			1,35	13,33						
		2/3 (medio)	2,49	7,23	7,25	50,93				
			2,48	7,26						
			2,48	7,26						
		1/3 (poco)	2,95	6,10	6,05	49,89				
			3,02	6,10						
			3,03	5,94						
9/4/2018	18	3/3 (full)	0,99	18,18	17,39	50,33	29,1	9/4/2018	7,64	
			1,08	16,67						
			1,04	17,31						
		2/3 (medio)	1	18,00	17,19	49,28				
			1,17	15,38						
			0,99	18,18						
		1/3 (poco)	1,2	15,00	14,60	48,1				
			1,27	14,17						
			1,23	14,63						
24/4/2018	18	3/3 (full)	0,91	19,78	19,78	47,49	26,27	24/4/2018	7,67	
			0,92	19,57						
			0,9	20,00						
		2/3 (medio)	1	18,00	17,82	45,35				
			1,01	17,82						
			1,02	17,65						
		1/3 (poco)	1,07	16,82	16,98	43,33				
			1,05	17,14						
			1,06	16,98						
11/5/2018	18	3/3 (full)	0,9	20,00	19,64	45,24	29,13	11/5/2018	8,35	
			0,92	19,57						
			0,93	19,35						
		2/3 (medio)	1	18,00	17,59	43,23				
			1,04	17,31						
			1,03	17,48						
		1/3 (poco)	1,3	13,85	13,74	42,1				
			1,31	13,74						
			1,32	13,64						

Figura B. Medición en campo de Caudal, Nivel Estático y Nivel Dinámico de pozo Bombeo y de Observación.

APENDICE C

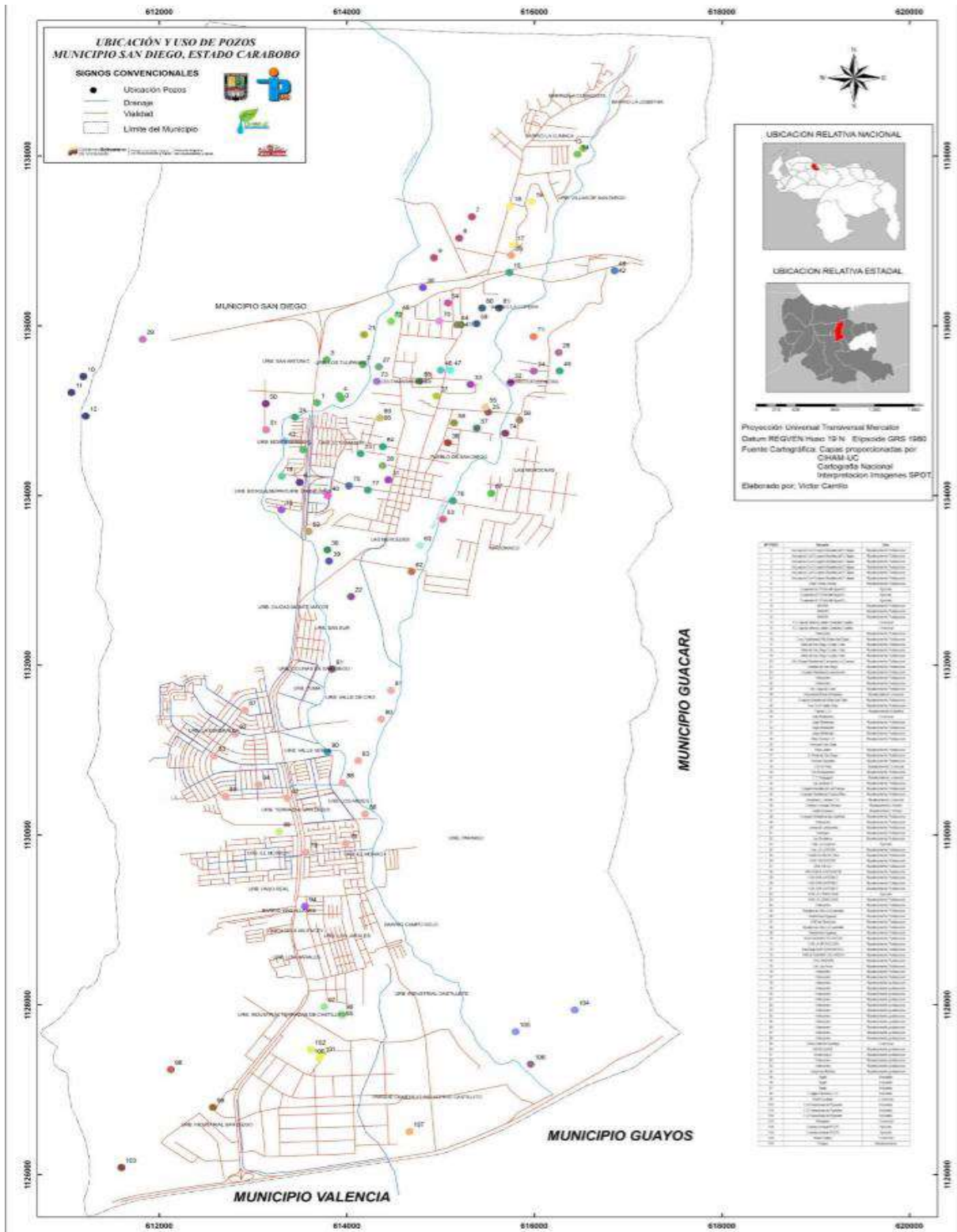


Figura C Mapa de ubicación y uso de los pozos del municipio San Diego, Edo. Carabobo