



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN  
EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR NORTE – C, POZO  
Nº 1, COORD. LAT: 10°16'1.91"N; LONG: 67°57'34.30"O, PERÍODO 2019**

**Elaborado por:**

Eduardo García

C.I. 25.374.616

Manuel Cárdenas

C.I. 23.785.918

**Tutor:**

Ing. MSc. PhD. Adriana Márquez

Valencia, Julio 2019



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN  
EL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR NORTE – C, POZO  
N° 1, COORD. LAT: 10°16'1.91"N; LONG: 67°57'34.30"O, PERÍODO 2019**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para  
optar por el título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Eduardo García

C.I. 25.374.616

Manuel Cárdenas

C.I. 23.785.918

**Tutor:**

Ing. MSc. PhD. Adriana Márquez

Valencia, Julio 2019

## DEDICATORIA

A mis padres, Ana y Teddy, los guías y guardianes de mi camino en la vida hasta este momento, sin ellos no podría ser el hombre que hoy soy. No existe forma en el universo de agradecerles lo que han hecho por mí, aun así, espero que la vida me permita retribuirles todo el amor, apoyo, cariño y comprensión que me han brindado desde que me trajeron al mundo. Este logro es de los tres. Los amo, Mamá y Papá.

A mi familia, en especial a mis abuelas Josefa, Margarita y Carmen por su cariño y afecto hacia mi desde siempre.

A mis tíos y padrinos: Richard y Paulo, desde que tengo uso de razón han sido para mí dos padres más que la vida me permitió tener, y a mis tías Milagros y Elisabel junto con mis tíos Ysauro y Ramón, de quienes siempre seré: *el sobrino que más quieren*.

A mi Padrino, Emmanuel Escalona, una persona cuya estancia en mi vida fue relativamente corta, pero cuyas enseñanzas, lecciones y vivencias marcaron mi futuro por siempre. Fue un maestro, un amigo, un primo y en ocasiones otro papá. No ha habido un día que no sea extrañado, pues la vida no le permitió compartir con nosotros todo lo que hubiésemos deseado, sin embargo, es recordado en todo momento, en cada frase, en cada sitio y en cada historia, y así será por siempre, para nosotros *los chamos*.

A mi primo Manuel Barrios, más que un primo, un hermano, espero que este trabajo le sirva de ejemplo para culminar sus estudios y alcanzar todo su potencial en la vida.

A mis primos Adriana y Paulo Barrios, con quienes compartí un periodo muy importante de mi vida y a quienes espero ver en este mismo menester pronto.

A mi amigo Juan Flores, un ejemplo de persistencia y dedicación, y un gran apoyo durante los años más duros de la carrera. Es su amistad, después del título de Ingeniero Civil, una de las cosas más preciadas que llevare conmigo de la universidad.

**Eduardo J. García B.**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado está dedicado a mis padres, Manuel Cárdenas y Maggiore Medina, por ser mis principales ejemplos a seguir de perseverancia, honestidad y humildad, así como mi apoyo, motivación y guía indispensable a lo largo de toda mi carrera.

A mi hermana, Valentina Cárdenas, para la que espero ser un buen ejemplo.

A mi familia, mis abuelas, mi abuelo, mis tíos y tías, que se han preocupado por mí y han demostrado siempre su buena disposición a ayudarme.

A mis compañeros de carrera con los que compartí durante tanto tiempo siendo un apoyo académico y emocional, y por supuesto a los profesores que con las enseñanzas transmitidas a mi persona son la clave de que todo el esfuerzo realizado por mi parte tenga una base y un sentido para el futuro.

A Dios, por cuidarme y protegerme en este largo camino, permitiéndome salir de casa bien temprano cada día y llegar más tarde sano y a salvo para seguir con los objetivos trazados.

**Manuel J. Cárdenas M.**

## AGRADECIMIENTO

En primera instancia, debo agradecer a Dios padre, que me permite culminar hoy, esta etapa de mi vida. Los dones y las bendiciones que me otorgó me comprometen a trabajar para convertirme en la mejor persona que pueda llegar a ser, a nunca desfallecer y a mirar a la vida siempre con ética y rectitud, en aras de ser, algún día, completamente digno de los favores que me han sido concedidos.

Agradezco a mi madre y a mi padre, por sus sacrificios y esfuerzos, para que juntos hayamos llegado hasta aquí, por su apoyo infinito e inagotable que me conforta en mis peores momentos e ilumina mis más profundas dudas.

Doy gracias a mi familia: abuelas, tíos, primos y parientes queridos, por trascender los vínculos de sangre y enseñarme el verdadero significado de la familia. *Apoyarse los uno a los otros cuando nadie más lo haga.*

Un especial agradecimiento, a la profesora Adriana Márquez, por permitirnos continuar esta línea de investigación, asumiendo todas las responsabilidades que conllevo y aun así haber sido siempre una tutora atenta, paciente y esplendida.

A la Ing. Argelia Fernández, mi tía de cariño, que me permitió iniciar sin demora este viaje a través de la universidad. A quien le pedía una mano, y me daba su brazo completo. *Gracias Tía, por ser mi tía.*

Al Cnel. Dickson Valbuena y su esposa Adriana de Valbuena, mis vecinos y mentores en temas de la vida, a quienes siempre les guardare un gran afecto y un profundo sentimiento de gratitud.

A mi compañero de tesis y de viaje, Manuel Cárdenas, por ayudarme a sortear los embates de la escolaridad y acompañarme en la realización de este Trabajo de Grado.

Finalmente, agradezco a la Universidad de Carabobo, la institución que ahora tengo el honor de llamar, mi *Alma Mater*.

**Eduardo J. García B.**

## AGRADECIMIENTOS

Gracias infinitas a mis padres, son el ejemplo de todos los buenos valores que una persona pueda necesitar, y el apoyo, motivación y guía indispensable en las buenas y en las malas a lo largo de toda mi carrera.

A toda mi familia, mi hermana, mis abuelas, mi abuelo, tíos y tías que siempre me hicieron saber que podía contar con ellos. En especial a mis abuelas Susana y Delia, que fueron las personas fuera de mi casa que más se interesaron en mí, me apoyaron y colaboraron para alcanzar este gran objetivo.

Agradecer a la Universidad de Carabobo por brindar un espacio de primera calidad en el que una persona obtiene una formación que trasciende lo académico, y a los profesores que con buena voluntad lograron transmitir enseñanzas y conocimientos de los cuales me siento orgulloso, en especial a nuestra tutora la Ing. Adriana Márquez y al Ing. Edson Martínez.

Agradecer a la comunidad de la urbanización el tulipán, en el municipio San Diego, estado Carabobo, por recibirnos y permitirnos amablemente realizar los estudios respectivos.

A mis compañeros de promoción, un apoyo académico fundamental intercambiando conocimientos y realizando juntos una gran cantidad de proyectos y actividades, en especial a mi compañero en el presente trabajo de grado, Eduardo García.

Agradecer a Dios por cuidarme a lo largo de toda mi carrera, dándome buena salud a mí y a mi familia para que juntos sigamos alcanzando metas.

**Manuel J. Cárdenas M.**

## Índice General

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	v
Índice General .....	vii
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Figuras .....	xi
Resumen .....	xvi
Introducción .....	1
Capítulo I. El problema de Investigación .....	2
• Planteamiento del problema .....	2
• Formulación del problema .....	4
• Objetivo general .....	4
• Objetivos específicos .....	4
• Justificación de la investigación .....	4
• Alcances y limitaciones .....	5
Capítulo II. Marco Teórico .....	7
• Antecedentes de la Investigación .....	7
• Bases teóricas .....	9
Capítulo III. Marco metodológico .....	19
• Tipo de Investigación .....	19
• Diseño de la Investigación .....	20
• Población .....	21
• Muestra .....	21
• Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	22
• Fases de la Investigación .....	26

Capítulo IV. Resultados y discusión .....	36
• Resultados .....	36
• Descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona de estudio. ....	43
• Resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del municipio San Diego, estado Carabobo .....	46
• Resultados del Análisis Comparativo del funcionamiento de los pozos surtidores de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego. ....	50
• Discusión de Resultados .....	53
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones .....	55
• Conclusiones .....	55
• Recomendaciones .....	57
Bibliografía .....	58
Anexos .....	60



## Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Valores del Coeficiente de Almacenamiento .....	11
Tabla 2. Valores de Transmisividad .....	12
Tabla 3. Formato de Identificación de los Pozos Estudiados .....	22
Tabla 4. Cronograma de Mediciones Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	29
Tabla 5. Cronograma de Mediciones Pozo N°2, Coordenadas UTM 613.687,88 E; 1.135.089,09 N, elevación 473,35 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo .....	29
Tabla 6. Aguas Subtipo 1ª, Límites y Rangos. ....	37
Tabla 7. Componentes Inorgánicos .....	37
Tabla 8. Clasificación de las Aguas Según su Dureza .....	37
Tabla 9. Resultados Obtenidos de los Parámetros Físico-Químicos del Agua Provenientes del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo .....	43
Tabla 10. Nivel Estático, Nivel Dinámico y Caudal Promedio del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	44
Tabla 11. Propiedades de los Pozos Utilizados para la Estimación de los Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento para el Acuífero del Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo .....	47
Tabla 12. Resultados Prueba de Caudal Variable Realizada para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo .....	47
Tabla 13. Coordenadas del punto de ajuste para Método de Theis. ....	49

Tabla 14. Parámetros Hidráulicos Estimados de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del Acuífero del Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	50
--	----

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Sonda Marca PLM de 1000m de Profundidad, Utilizada para Realizar las Mediciones de Nivel .....	23
Figura. 2. Envase Utilizado para Muestras Destinadas a Análisis Fisicoquímico. ....	23
Figura 3. Envase Utilizado para Muestras Destinadas a Análisis Bacteriológicos. ....	24
Figura 4. Tobo Graduado de 8 Litros para Mediciones de Caudal. ....	24
Figura 5. Esquema de Cronometro Usado para Mediciones de Caudal Variable.	25
Figura 6. Formato de Planilla de Control de Mediciones. ....	25
Figura 7. Ubicación del Municipio San Diego. ....	26
Figura 8. Ubicación del Conjunto Residencial Tulipán, Municipio San Diego. ....	27
Figura 9. Cambio de Configuración a Coordenadas UTM .....	28
Figura 10. Obtención de Coordenadas UTM del Pozo N°1. ....	28
Figura 11. Medición de Nivel de Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo .....	31
Figura 12. Prueba de Caudal Variable .....	32
Figura. 13. Caseta de Cobertura para el Tanque que recibe el Suministro de Agua de los Pozos N° 1 y 6 .....	32
Figura 14. Boca de Visita del Tanque que recibe el Suministro de Agua de los Pozos N° 1 y 6. ....	33

Figura 15. Ubicación del Comando “Mostrar Regla” .....	34
Figura 16. Distancia entre los Pozos de Observación y Explotación. ....	34
Figura 17. Coincidencia de Puntos Sobre la Gráfica de Theis Patrón. ....	35
Figura 18. Comparación de los Resultados del pH Obtenido para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo., respecto a lo establecido en el decreto 3219.....	38
Figura 19. Comparación de los Resultados de Turbiedad Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	38
Figura 20. Comparación de los Resultados de Coliformes Totales obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219 .....	39
Figura 21. Comparación de los Resultados de Cloruro Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	39
Figura 22. Comparación de los Resultados de Dureza, CaCO3 Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	40
Figura 23. Comparación de los Resultados de Solidos Disueltos Totales Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	40

Figura 24. Comparación de los Resultados de Sulfatos Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	41
Figura 25. Comparación de los Resultados de Nitrito Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	41
Figura 26. Comparación de los Resultados de Nitrate Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. ....	42
Figura 27. Variación del Nivel Estático Durante Periodo de Mediciones al Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	44
Figura 28. Variación del Nivel Dinámico Durante el Periodo de Mediciones al Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	45
Figura 29. Variación del Caudal Promedio Durante el Periodo de Mediciones para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego. ....	45
Figura 30. Variación del Nivel Estático Durante el Periodo de Mediciones al para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	46
Figura 31. Caudal vs Tiempo para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	48

Figura 32. Nivel dinámico vs Tiempo para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	48
Figura 33. Comparación del Parámetro Hidráulico Nivel Estático Medio (m.s.n.m) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	51
Figura 34. Comparación del Parámetro Hidráulico Nivel Dinámico Medio (m.s.n.m) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	51
Figura 35. Comparación del Parámetro Hidráulico Caudal Medio (L/seg) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	52
Figura 36. Comparación del Parámetro Hidráulico Transmisividad (T) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	52
Figura 37. Comparación del Parámetro Hidráulico Coeficiente de Almacenamiento en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. ....	52
Figura 38. Mapa de Ubicación y Uso de los Pozos del Municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	61
Figura 39. Carta de Solicitud de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Dirección Carabobo. ....	63
Figura 40. Carta de Solicitud de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Dirección Aragua. ....	64

Figura 41. Carta de Entrega de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos. ....	65
Figura 42. Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos, en la Tubería de Aducción en la cual Confluyen los Pozos N°1 y N°6. ....	66
Figura 43. Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos, en el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. ....	67
Figura 44. Planilla de Medición Fecha: 03/02/2019. ....	69
Figura 45. Planilla de Medición Fecha: 17/02/2019. ....	70
Figura 46. Planilla de Medición Fecha: 03/03/2019. ....	71
Figura 47. Planilla de Medición Fecha: 24/03/2019. ....	72



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

**ANALISIS DE LA VARIACION DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS EN EL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR NORTE – C, POZO N° 1, COORD. LAT: 10°16'1.91"N; LONG: 67°57'34.30"O, PERIODO 2019**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar por el título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Eduardo García

C.I. 25.374.616

**Tutor:** Ing. MSc. PhD. Adriana Márquez

Manuel Cárdenas

C.I. 23.785.918

**Resumen**

Los acuíferos son una de las principales fuentes de agua potable que se encuentran en la naturaleza, ya que brindan la oportunidad de abastecer a núcleos urbanos alejados de cuerpos de agua y a su vez eliminan la necesidad de potabilizar su suministro. Bajo esta premisa y considerando la problemática en el suministro de agua potable en el estado Carabobo, el presente trabajo de investigación tiene como propósito Analizar la variación de los parámetros hidráulicos en un pozo en el municipio San Diego, a partir de la descripción de los parámetros físico-químicos de su agua, la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero y el análisis comparativo del funcionamiento de los pozos surtidores de la comunidad. La importancia de este trabajo se centra en el monitoreo de las condiciones de los acuíferos como una herramienta que permita mejoras en la gestión del agua. Esta investigación es de tipo descriptivo y de campo y su diseño es de tipo no experimental. La metodología comprende la cuantificación de los parámetros a analizar, aplicación de encuestas, entrevistas y la contratación de los valores paramétricos encontrados con los establecidos en la normativa pertinente con el fin de identificar No Conformidades. Finalmente se concluyó que los estudios físico-químicos y bacteriológicos realizados a la muestra de agua en estudio, arrojaron valores aceptables; La transmisividad se encuentra en el rango de clasificación baja, el coeficiente de almacenamiento indica que se trata de un acuífero confinado y el análisis comparativo entre los parámetros hidráulicos de los dos pozos estudiados refleja valores cercanos en los niveles estáticos y dinámicos



## INTRODUCCIÓN

Los acuíferos son altamente convenientes para el aprovechamiento humano, ya que brindan la oportunidad de abastecer a núcleos urbanos alejados, sin embargo, estos son sensibles a las actividades antrópicas, tales como: deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, contaminación de los suelos, entre otras. Todas estas actividades merman su capacidad y perjudican la calidad de su almacenaje.

El descenso en el nivel freático que disminuye la capacidad de bombeo de los acuíferos es un fenómeno natural en épocas de sequía y deben cuantificarse las magnitudes de descenso con la finalidad de generar registros históricos a partir de los cuales poder tomar las medidas o decisiones necesarias para garantizar la dotación de agua a las comunidades servidas.

Considerando la problemática actual en el suministro de agua potable, tanto a nivel nacional, regional y local en el municipio San Diego, se hace aún más imperativa la tarea de monitorear los mencionados parámetros hidráulicos de los distintos cuerpos de agua subterráneos, debido a la dependencia crítica que recae sobre ellos en virtud del déficit del Sistema Regional del Centro II en su capacidad de abastecimiento,

Sin embargo, la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos, trae consecuencias perjudiciales a los usuarios del servicio, en un plazo no necesariamente conocido. Y se requiere conocer las condiciones de funcionamiento de los pozos y sus parámetros hidráulicos a lo largo de su periodo de explotación para poder aprovechar de la forma más eficiente y ecológica su capacidad de almacenaje y proyectar a futuro, planes de aprovechamiento total o parcial de los recursos hídricos subterráneos.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los acuífero subterráneos son una de las principales y más importantes fuentes de agua potable que se encuentran en la naturaleza, ya que brindan la oportunidad de abastecer a núcleos urbanos alejados de cuerpos de agua superficiales sin la necesidad de realizar grandes inversiones en acueductos y a su vez eliminan la necesidad de potabilizar su suministro, debido al desarrollo natural de un proceso bioquímico de filtrado durante su periodo de captación según dicta la investigación de Carrillo (2015). Aunque a pesar de ser tan convenientes para el aprovechamiento humano, los acuíferos son sensibles a las actividades antrópicas, tales como: deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, contaminación de los suelos, entre otras. Todas estas actividades merman su capacidad y perjudican la calidad de su almacenaje.

El descenso en el nivel freático que disminuye la capacidad de bombeo de los acuíferos es un fenómeno natural en épocas de sequía como lo establecen Van der Sluijs y De Gruijter (1985), sin embargo, en años recientes debido al recrudecimiento de fenómenos climáticos tales como ENOA (El Niño-Oscilación Austral), capaz de afectar la frecuencia e intensidad de las precipitaciones que recargan el almacenaje de los yacimientos subterráneos de agua, en mayor o menor medida según los

estudios de Paredes, Guevara, Barbosa y Uzcategui (2015), deben cuantificarse las magnitudes de descenso con la finalidad de generar registros históricos a partir de los cuales poder comparar los valores actuales y de esta forma poder detectar incrementos sistemáticos o demás tipos de anomalías en la tasa de decrecimiento anual de dicha variable y así poder tomar las medidas o decisiones necesarias para garantizar la dotación de agua a las comunidades servidas por los sistemas de explotación de aguas subterráneas.

Considerando a su vez, la problemática actual en el suministro de agua potable, tanto a nivel nacional y regional en el estado Carabobo, como a nivel local en el municipio San Diego, se hace aún más imperativa la tarea de monitorear los parámetros hidráulicos de los distintos cuerpos de agua subterráneos que proveen a los sistemas de abastecimiento de aguas blancas, debido a la dependencia crítica que recae sobre ellos en virtud del déficit del Sistema Regional del Centro II en su capacidad de abastecimiento, por lo cual el consumo de agua proveniente de acuíferos subterráneos cobró relevancia en los últimos años, ya que permitió el auge en el desarrollo urbano, dándole una robusta independencia en materia de dotación de agua a los nuevos complejos habitacionales del municipio San Diego.

Sin embargo, la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos, así como de cualquier recurso natural, trae consecuencias perjudiciales a los usuarios del servicio, en un plazo no necesariamente conocido. Es por tanto, que en el caso particular del municipio San Diego, en la comunidad de El Tulipán cuyo abastecimiento principal de agua proviene de la explotación de 2 pozos profundos, se requiere conocer las condiciones de funcionamiento de los pozos y sus parámetros hidráulicos a lo largo de su periodo de explotación para poder aprovechar de la forma más eficiente y ecológica su capacidad de almacenaje y proyectar a futuro, planes de aprovechamiento total o parcial de los recursos hídricos subterráneos según las circunstancias lo permitan.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿En qué condiciones de aprovechamiento se encuentran los acuíferos del municipio San Diego actualmente?

¿Cuáles son los parámetros hidráulicos actuales del pozo N° 1, de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego?

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la variación de los parámetros hidráulicos en el Pozo N° 1, de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego.

### **Objetivos Específicos**

1. Describir los parámetros físico-químicos del agua proveniente del Pozo N° 1, de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego.
2. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo, de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos.
3. Realizar un Análisis Comparativo del funcionamiento de los pozos surtidores de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego.

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Considerando la significativa dependencia de la comunidad del municipio San Diego, del sistema de abastecimiento de pozos de extracción y la incapacidad de incorporarse al sistema de abastecimiento regional, se vuelve prioritaria la tarea de monitorear las condiciones de los acuíferos subterráneos en aras de garantizar el servicio de agua a los usuarios a lo largo del tiempo y aportar la información recabada en la presente investigación a las autoridades competentes a fin de que actualicen los

registros que llevan del principal cuerpo proveedor de agua del municipio y puedan tomar las medidas convenientes para su preservación y correcto funcionamiento. Es importante resaltar que el desconocimiento de las condiciones actuales de los acuíferos podría conllevar a una eventual pérdida de estos recursos, así como a una posible contaminación de todo su potencial almacenado, hecho que generaría una posible amenaza en términos de salud para toda la comunidad involucrada.

En cuanto al aporte a la comunidad académica, esta investigación busca incentivar a los entes regionales privados y públicos, cuyas poblaciones dependen de acuíferos subterráneos para abastecerse, a realizar los estudios de monitoreo necesarios tanto en lo concerniente a los parámetros hidráulicos como a las características físico-químicas del agua proveniente de ellos y que los resultados encontrados en la presente investigación sirvan de apoyo a estas actividades.

## **ALCANCE Y LIMITACIONES**

El alcance de esta investigación está contemplado en el análisis de la variación de los parámetros hidráulicos en el acuífero explotado mediante el pozo n°1, del Sector Norte-C, ubicado en el municipio San Diego. Este análisis permitirá determinar el estado de uso del acuífero, motivo por el cual se analizarán sus propiedades fisicoquímicas e hidráulicas.

Por su naturaleza el estudio permitirá contrastar los resultados de los análisis antes mencionados con los requerimientos establecidos por los organismos competentes, en materia de suministro de agua potable.

Esta investigación se centrará en el estado actual del pozo en estudio, lo que permitirá determinar si se hace el uso adecuado del recurso hídrico, así como las condiciones operativas adecuadas para su uso futuro.

Este estudio se realizará en el pozo n°1, ubicado en el Sector Norte-C de la población de San Diego, estado Carabobo y no contempla la determinación del estado operativo actual del pozo ni se manejará ningún tipo de información comercial (costos) de los procesos o procedimientos existentes.

En cuanto a la delimitación temporal, la investigación fue iniciada en mayo de 2018 y se estima la culminación de la misma en abril de 2019.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se expondrán algunas investigaciones previas que han servido de soporte para el estudio realizado.

##### **Internacionales**

**Vegas, F. y Álvarez, C. (2011).** Estimación de las propiedades hidráulicas del acuífero superficial en cuencas húmedas de montañas mediante el análisis de caudales de recesión. En el presente estudio se analiza la capacidad del análisis de recesión de caudales en cuencas de montaña de clima húmedo para estimar los principales parámetros hidráulicos del acuífero superficial (poco profundo), basándonos en relaciones acuífero-esorrentía. Para la estimación de los parámetros hidráulicos se basaron en el modelo conceptual de Rorabaugh (1960), en combinación con los parámetros geomorfológicos de las cuencas de estudio. Los resultados obtenidos indicaron que las estimaciones son razonablemente coherentes con la geología regional y las propiedades del suelo y se encuentran dentro del rango de valores medidos en el terreno.

Este trabajo contiene una opción de método a utilizar para la determinación de los parámetros hidráulicos de un acuífero.

**Montes de Oca, J. (2009).** Diagnóstico de Calidad de Agua en Pozos Excavados de tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras. El estudio consistió en un levantamiento en campo que incluyó el registro de la ubicación, la medición del nivel freático y el análisis de calidad de agua in situ. Además, se realizaron análisis físico-químicos y bacteriológicos en el laboratorio de calidad de agua, la generación de una base de datos georreferenciada y un análisis estadístico de los resultados obtenidos. Los resultados muestran concentraciones de nitratos de valores tan altos como 29.6 mg L<sup>-1</sup> (NO<sub>3</sub>-N), altas concentraciones de coliformes termo tolerantes (6300 UFC 100ml<sup>-1</sup>) y una profundidad del nivel freático que va de 0.4 a 16.3 m. Se concluye que estos valores son el resultado de las actividades agrícolas y ganaderas presentes en las comunidades, además de la ubicación y mantenimiento inadecuado de fosos sépticos en la zona y la proximidad del nivel freático

El aporte de esta investigación es proporcionar una opción de método utilizable para realizar el análisis físico-químico del agua proveniente de pozos.

### **Nacionales**

**Palma, M. y Vegas, D. (2016).** Estimación de parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego, 2016: Zona Norte. Estado Carabobo, Trabajo que inició por organizar un plan de visitas a los pozos de la zona norte del municipio San Diego, donde fueron recolectadas muestras de los pozos con una sonda PLM, utilizando un envase con una cinta graduada para la determinación del caudal relativo mediante el método de Theis. Los pozos a estudiar se ubican en Villas de San Diego Country Club y posteriormente en el sector del conjunto residencial El Tulipán. Las coordenadas se obtuvieron mediante el software geodésico Google Earth en el sistema UTM. A los pozos se le realizaron análisis físico- químicos y bacteriológico, donde la dureza total estuvo entre los valores de 100 - 130 mg/l CaCO<sub>3</sub>, pH entre 7,10 – 7,30, los sólidos disueltos se encuentran entre 160-200 mg/l, cloruros iguales a 8 mg/l y coliformes totales y fecales menores a 1, 1 NMP/100 ml., dando como resultado un cumplimiento



en todos los parámetros establecidos en **Las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta Oficial N° 36.395.**

Con esto se inicia la determinación de parámetros hidráulicos de los pozos del municipio de San Diego en la zona norte y el control de los mismos, ya que muchos se encuentran inoperativos por falta de mantenimiento o por incumplimiento con las especificaciones técnicas del **Decreto N° 2048, Gaceta Oficial N° 36.298, Normas de Ubicación, Construcción y Mantenimiento de Pozos Destinados a Abastecimiento del Agua Potable.** En cuanto a los parámetros hidráulicos se obtuvo una transmisividad de 19,47 m<sup>2</sup> /día, que es un valor de transmisividad clasificado como “baja”. Esto puede ser debido a la gran cantidad de material de baja permeabilidad, pues posee una litología de arena, grava y arcillas, además con un coeficiente de almacenamiento de 1,55E-14, clasificando al acuífero como un acuífero confinado.

Esta investigación sirvió de base para proporcionar una guía referente a los pasos y métodos a seguir para realizar el análisis físico-químico del agua proveniente de los pozos, así como también para estimar los parámetros hidráulicos de un acuífero.

## **BASES TEÓRICAS**

### **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 la misma 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. Es por esto que el ser humano para poder aprovechar este tipo de agua debe realizar excavaciones y pozos. En muchos casos, el agua puede encontrarse a muchos metros de profundidad.

### **Acuífero cautivo o confinado**

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior). Sólo recibe el agua de lluvia por una zona en la que existen materiales permeables, recarga alóctona donde el área de recarga se encuentra alejada del punto de medición, y puede ser directa o indirecta dependiendo de si es agua de lluvia que entra en contacto directo con un afloramiento del agua subterránea, o las precipitaciones deben atravesar las diferentes capas de suelo antes de ser integrada al agua subterránea. A las zonas de recarga se les puede llamar zonas de alimentación. Debido a las capas impermeables que encierran al acuífero, nunca se evidenciarán recargas autóctonas (situación en la que el agua proviene de un área de recarga situada sobre el acuífero), caso típico de los acuíferos semiconfinados y los no confinados o libres (freáticos).

### **Pozo Artesiano**

Un pozo artesiano es aquel tipo de manantial o pozo que comunica con un acuífero cautivo de agua, estando el nivel piezométrico del líquido por encima del nivel freático. Hablaremos de un pozo artesiano surgente cuando el líquido confinado asciende por encima de la superficie del terreno de forma natural hasta alcanzar un nivel casi equivalente al del punto de alimentación de la capa cautiva, quedando minorado debido a la pérdida de carga.

Los parámetros hidráulicos más importantes y comúnmente evaluados son: **El Coeficiente de Almacenamiento (S) y la Transmisividad (T).**

### **Coeficiente de Almacenamiento (S)**

Coeficiente de almacenamiento (S) es el volumen de agua que es capaz de liberar un prisma de acuífero de base unitaria y altura la del espesor saturado (b), cuando el

potencial hidráulico varía la unidad. Es un parámetro adimensional. El coeficiente de almacenamiento en un acuífero cautivo (se suele denominar también coeficiente de almacenamiento elástico) se expresa así:  $S = \gamma b (\text{me } \beta + \alpha)$ . Siendo  $\gamma$  el peso específico del agua y  $b$  el espesor saturado del acuífero.

En un acuífero confinado el agua y el acuífero están comprimidos y el agua que libera el acuífero confinado cuando se la extrae por ejemplo mediante un bombeo, proviene exclusivamente de la descompresión (componente elástico); no del almacenamiento. De hecho, el acuífero al acabar el bombeo, sigue completamente saturado, solo que ligeramente descomprimido. A esa agua que expulsa gracias a la descompresión permaneciendo saturado el acuífero, se le denomina coeficiente de almacenamiento elástico ( $S$  elástico, cuya fórmula aparece arriba). Lo único que pasa es que tanto el agua como el terreno son poco compresibles. El agua normalmente es menos compresible que el terreno.

Material Permeable	Acuífero	S (Valores medios)
Kárstico: Calizas y dolomías jurásicas	Libre	$2 \cdot 10^{-2}$
	Semiconfinado	$5 \cdot 10^{-4}$
	Confinado	$5 \cdot 10^{-5}$
Calizas y dolomías cretácicas y terciarias	Libre	$2 \cdot 10^{-2} - 6 \cdot 10^{-2}$
	Semiconfinado	$10^{-3} - 5 \cdot 10^{-4}$
	Confinado	$10^{-4} - 5 \cdot 10^{-5}$
Poroso intergranular gravas y arenas	Libre	$5 \cdot 10^{-2} - 15 \cdot 10^{-2}$
	Semiconfinado	$10^{-3}$
	Confinado	$10^{-4}$
Kársticos y porosos Calcarenitas marinas terciarias	Libre	$10 \cdot 10^{-2} - 18 \cdot 10^{-2}$

**Tabla 1. Tabla de Valores del Coeficiente de Almacenamiento.**

*Fuente Iglesias y Villanueva (1984)*

Las dimensiones de  $S^*$  es  $L^{-1}$ . El coeficiente de almacenamiento representa el volumen de agua que puede extraerse de un acuífero. Así por ejemplo en un acuífero libre con  $S = 25\%$ , se podría extraer 2500 m<sup>3</sup> de una hectárea por cada m que se deprimiera el nivel piezométrico. Análogamente un acuífero cautivo de 200 km<sup>2</sup> de extensión y  $S = 10^{-4}$ , indica que si se deprime el nivel piezométrico 1 m se habrán extraído del acuífero: Volumen =  $200 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} = 20\,000\text{ m}^3$

### Transmisividad (T)

La transmisividad, es el caudal de agua subterránea que circula por una sección de acuífero de altura, el espesor saturado y anchura igual a la unidad cuando el gradiente hidráulico es la unidad.

$T = k \cdot b$ . Siendo  $k$  la permeabilidad y  $b$  el espesor saturado.

Es un parámetro que indica la posibilidad que ofrece un acuífero de cara a su explotación. La transmisividad (algunos autores la llaman transmisibilidad), se suele hallar mediante ensayos de bombeo. También se puede deducir si conocemos  $b$  y  $k$ .

T (m <sup>2</sup> /día)	Calificación	Posibilidades del acuífero
T < 10	Muy baja	Menos de 1 l/s con 10 metros de depresión
10 < T < 100	Baja	Entre 1 y 10 l/s con 10 metros de depresión
100 < T < 500	Media a alta	Entre 10 y 50 l/s con 10 metros de depresión
500 < T < 1000	Alta	Entre 50 y 100 l/s con 10 metros de depresión
T > 1000	Muy alta	Más de 100 l/s con 10 metros de depresión

Tabla 2. Valores de Transmisividad, Fuente: Iglesias (2002)

## **Características Fisicoquímicas del Agua**

### **Características físicas**

Existen ciertas características del agua, se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos (vista, olfato o gusto), y tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua:

#### **Color**

Esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color, se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. Se considera que el color natural del agua puede originarse por las siguientes causas:

- la descomposición de la materia;
- la materia orgánica del suelo;
- la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores, el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados.

#### **Olor y sabor**

El sabor y el olor están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. La falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos, por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua.

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser o compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o provenir de descargas de desechos industriales

### **Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

Existen múltiples factores, que principalmente son ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe.

### **pH**

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 6 a 9.

Cuando se tratan aguas ácidas, es común la adición de un álcali (por lo general, cal) para optimizar los procesos de coagulación. En el tratamiento del agua de consumo, se requerirá volver a ajustar el pH del agua hasta un valor que no le confiera efectos corrosivos ni incrustantes.

### **Turbidez**

Es originada por las partículas en suspensión o coloides. Es decir, causada por las partículas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro, siendo la unidad utilizada la unidad nefelométrica de turbidez (UNT).

Aunque no se conocen sus efectos directos sobre la salud, esta afecta la calidad estética del agua, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de los consumidores. Por otra parte, se ha demostrado que, en el proceso de eliminación de organismos patógenos, por la acción de agentes químicos como el cloro, las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante. Por esta razón, si bien las normas de calidad establecen un criterio para turbidez, esta debe mantenerse mínima para garantizar la eficacia del proceso de desinfección.

### **Características Químicas**

Los múltiples compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración. Vamos a ver las particularidades de algunos de ellos:

#### **Aluminio**

Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo.

#### **Mercurio**

Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua, ya que es un metal pesado muy tóxico para el hombre. En el agua, se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos orgánicos por acción de los microorganismos presentes en los sedimentos. De estos, puede trasladarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos superiores como peces, aves rapaces e incluso al hombre.

#### **Plomo**

Prácticamente no existe en las aguas naturales superficiales, pudiendo detectarse su presencia en algunas aguas subterráneas. Su presencia en aguas superficiales generalmente proviene es consecuencia de vertidos industriales. En instalaciones antiguas, la mayor fuente de plomo en el agua de bebida proviene de las tuberías de abastecimiento y de las uniones de plomo. Si el agua es ácida, puede liberar gran cantidad de plomo de las tuberías, principalmente en aquellas en las que el líquido permanece estancado por largo tiempo.

### **Hierro**

Por lo general, no produce trastornos en la salud en las proporciones en que se lo encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico.

### **Fluoruro**

Elemento esencial para la nutrición del hombre. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar “fluorosis” y dañar la estructura ósea, los efectos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas.

### **Cobre**

En el agua potable puede existir debido a la corrosión de las cañerías de viviendas, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera, también, por el sulfato de cobre que se aplica para controlar las algas en plantas de potabilización. En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua.



## **Cloruro**

En el agua potable, su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

## **Sulfatos**

Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas.

## **Nitritos y nitratos**

Las concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en zonas rurales por la descomposición de la materia orgánica y los fertilizantes utilizados. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables

en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo se tratarán todos los aspectos concernientes al carácter de la investigación realizada, la metodología aplicada durante el proceso de investigación, la población y muestra de estudio, las técnicas de recolección de datos, así como los instrumentos materiales empleados para recabar información.

#### **Tipo de Investigación**

Para identificar el tipo de investigación que engloba el siguiente estudio, podemos valernos de lo expuesto por Baptista, Fernández y Hernández (2014) que dictaminaron lo siguiente:

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas.

Realizando una interpretación objetiva y detallada de los objetivos del presente estudio, que estipulan la realización de ensayos para la determinación de parámetros asociados a las formaciones naturales llamadas acuíferos, junto con la descripción de características intrínsecas asociadas a estos, tales como: propiedades físico-químicas de sus aguas, propiedades de transmisividad y de abatimiento al ser explotados, entre

otras, se puede concluir sin pérdida de generalidad que este proyecto de investigación clasifica claramente como una investigación de tipo descriptivo.

Ahora bien, la investigación realizada se toma, a su vez, por una investigación de campo con bases en lo argumentado por Ochoa, Pineda y Rodríguez (2008), quienes establecen, que: “Este tipo de investigación aplica el conocimiento en la recabación de datos de problemas reales y en las condiciones en que aparecen.”

Partiendo de lo expuesto en la cita anterior se podría concluir con certeza que esta investigación es de campo, puesto que se están recogiendo datos de tipo paramétricos vinculados a un fenómeno natural como son los acuíferos subterráneos, en el contexto de una problemática de escasez de agua, siendo el fenómeno estudiado en las condiciones tal y como se presenta.

### **Diseño de la Investigación**

En un principio es importante destacar que Baptista et al. (2014) apuntan dos condiciones en los diseños no experimentales: La ausencia de manipulación de variables y la imposibilidad de agrupamiento aleatorio. Dejando muy en claro que la investigación no experimental es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los entes de estudio.

Durante los estudios realizados al acuífero subterráneo explotado, se tenía por objetivo cuantificar una variedad de parámetros asociados a su funcionamiento como proveedor de agua potable, tales parámetros fueron obtenidos al caracterizar el fenómeno en sus condiciones naturales de explotación, sin manipular el entorno o las condiciones de funcionamiento del pozo estudiado en ninguna ocasión.

Superponiendo lo establecido anteriormente, junto a los razonamientos de Baptista et al. (2014), es apreciable que tal como establece el autor la variable de estudio, que en el caso concerniente a esta investigación estaría definida por los

parámetros hidráulicos asociados al acuífero subterráneo seleccionado, no está siendo manipulada por los investigadores, más aun, el estudio se limita a estudiarla y cuantificarla tal como se presenta, y es por tales motivos que se afirma que el diseño de esta investigación es de tipo No Experimental.

### **Población**

Uno de los conceptos de población más adecuados para la investigación realizada vendría a ser el que ofrece Ochoa et al. (2008), el cual reza: "...se considera que la población se define como el conjunto al cual afecta los resultados de la investigación y sobre el que puede generalizarse, porque sus especificaciones concuerdan con las del objeto de análisis." Considerando esto, la población de estudio englobada en esta investigación, vendría dada por todos los acuíferos en explotación presentes en el sector Norte C del municipio San Diego.

### **Muestra**

Baptista et al. (2014) definen la muestra como un sub-grupo de la población que se utiliza principalmente por economía de tiempo y recursos, esta, a su vez puede ser probabilística o no probabilística, quedando definidas las muestras probabilísticas como todas aquellas que tienen la misma probabilidad de ser escogidas de forma aleatoria sobre la población total, mientras que las muestras no probabilísticas son aquellas muestras cuya selección obedece a las características específicas de la investigación o fines propios del investigador.

La muestra seleccionada fue el Pozo N°1, ubicado en el Sector Norte C del municipio San Diego, Edo Carabobo. Coordenadas UTM: Norte 1.135.141,28; Este 613.940,99. Elevación 475,89 m.s.n.m. Tal elección se debió principalmente a su importancia crítica para la dotación de agua potable de la comunidad de El Tulipán

sin ningún proceso de sección aleatorio de por medio, por tanto, debido a estos argumentos, se afirma que el tipo de muestra utilizado sería, no probabilístico.

IDENTIFICACIÓN DE LOS POZOS DE AGUAS SUBTERRANEAS							
URBANIZACIÓN	COORDENADAS (m)			PROFUNDIDAD (m)	SECTOR	MUNICIPIO	USO
	X	Y	Z				
SECTOR EL TULIPAN, POZO N°1	613.940,99	1.135.141,28	475,89	140	NORTE-C	SAN DIEGO	ABASTECIMIENTO POBLACIONAL
SECTOR EL TULIPAN, POZO N°2 (Observación)	613.687,88	1.135.089,09	473,15	130	NORTE-C	SAN DIEGO	ABASTECIMIENTO POBLACIONAL

*Tabla 3. Formato de Identificación de los Pozos Estudiados. Fuente: Los Autores (2019)*

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

La técnica empleada durante la investigación para recabar los datos necesarios para estimar los parámetros calculados subsecuentemente fue la de observación indirecta, que según Ochoa et al. (2008), se refiere al registro de hechos a través de un instrumento o equipo auxiliar, tal como es el caso de la investigación presente, durante la cual los datos fueron recabados por una serie de mediciones realizadas a través de una sonda de nivel, a través de la cual se recabaron mediciones de nivel freático. Junto con la sonda se utilizaron formularios realizados por los investigadores previamente para registrar los datos obtenidos de cada medición.

Cabe mencionar también, que, para las mediciones de tiempo necesarias para el cálculo de los distintos caudales necesarios para llevar a cabo la prueba de caudal variable, fue utilizado un cronometro digital preinstalado en un teléfono inteligente.

A su vez fue necesaria la utilización de envases plásticos esterilizados, para la toma de la muestra de agua destinada a análisis bacteriológicos. Estos envases fueron proporcionados por el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.



**Figura 1. Sonda Marca PLM de 1000m de Profundidad, Utilizada para Realizar las Mediciones de Nivel. Fuente: Los Autores (2019)**



**Figura 2. Envase Utilizado para Muestras Destinadas a Análisis Físico-Químico.**

*Fuente: Los Autores (2019)*



**Figura 3. Envase Utilizado para Muestras Destinadas a Análisis Bacteriológicos.**

*Fuente: Los Autores (2019).*



**Figura 4. Tobo Graduado de 8 Litros para Mediciones de Caudal.**

*Fuente: Los Autores (2019)*





*Figura 5. Esquema de Cronometro Usado para Mediciones de Caudal Variable.*  
*Fuente: Los Autores (2019)*



**PLANILLA DE CONTROL DE MEDICIONES**

Fecha: \_\_\_\_\_

Pozo: \_\_\_\_\_  
 Ubicación: \_\_\_\_\_  
 Nivel Estatico (m): \_\_\_\_\_

Estación	Tiempo (min)	Nivel Dinamico (m)	Caudal (L/s)
Full	0		
1	5		
2	10		
3	15		
4	20		

*Figura 6. Formato: Planilla de Control de Mediciones. Fuente: Los Autores (2019)*

## Fases de la Investigación

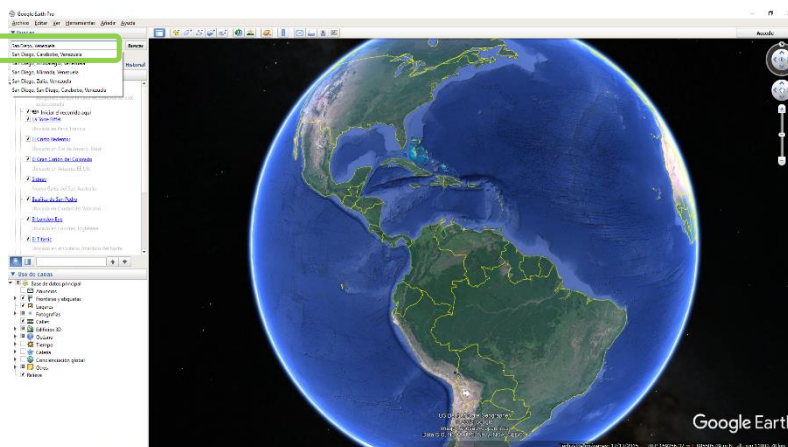
**Fase I:** Ubicar Geográficamente el Pozo de Estudio y el Pozo de Observación.

Se dio inicio a esta fase mediante una reunión en las adyacencias del Conjunto Residencial El Tulipán, que fue llevada a cabo entre el equipo académico procedente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo y el Técnico Designado por la Junta de Condominio de la Comunidad. Durante esta visita de campo, se procedió a inspeccionar los pozos necesarios para realizar el estudio, tanto el pozo de observación como el pozo de explotación. Se decidió utilizar el Pozo N°2 que anteriormente proveía de agua a la comunidad de Tulipán debido a que se encontraba fuera de funcionamiento y cumplía con los requisitos técnicos para la selección.

Una vez finalizada la visita, se obtuvieron las coordenadas UTM de ambos pozos por medio del software de cartografía satelital, Google Earth Pro.

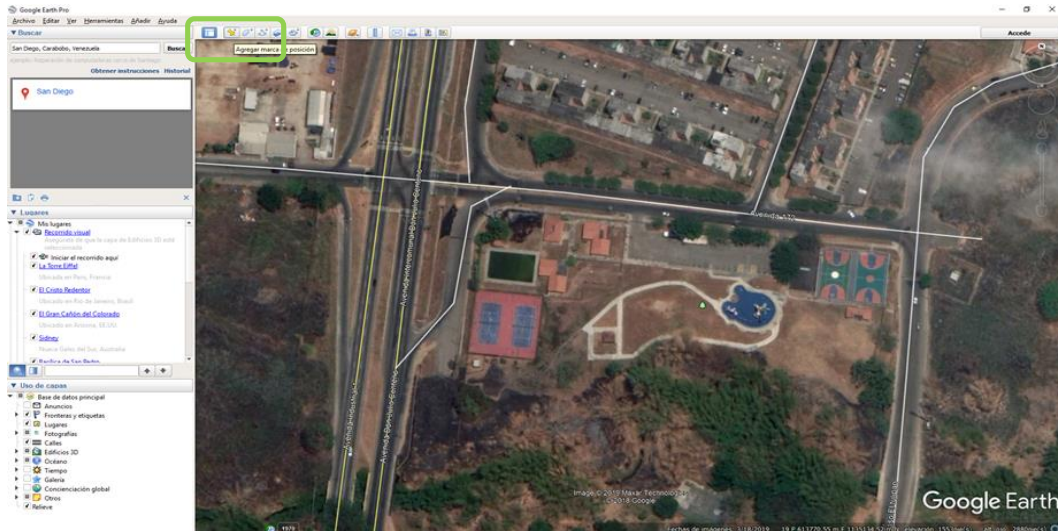
Para tal fin se realizaron los siguientes pasos:

- 1) Una vez abierto el programa Google Earth Pro, se realizó una búsqueda geográfica del municipio San Diego, Edo. Carabobo, colocando las palabras clave “San Diego, Venezuela”, en la barra de búsqueda del software.



*Figura 7. Ubicación del Municipio San Diego. Fuente: Google Earth Pro*

- 2) Luego de haber localizado el Conjunto Residencial El Tulipán y las proyecciones cartográficas de los pozos de estudio, se hizo clic en el botón: “Agregar Marca de Posición”, ubicado en la barra superior de comandos y se colocaron marcas de posición tanto al pozo de explotación como al pozo de observación.



**Figura 8. Ubicación del Conjunto Residencial Tulipán, Municipio San Diego.**

*Fuente: Google Earth Pro*

- 3) Se modificaron las configuraciones de fábrica del software, haciendo clic en la barra de “Herramientas” en el borde superior de la ventana, luego en el botón “Opciones” de la lista desplegable, finalmente, en la nueva ventana, se cambió la opción “Mostrar lat./long.” de “Grados, minutos, segundos” a “Universal Transversal de Mercator”.

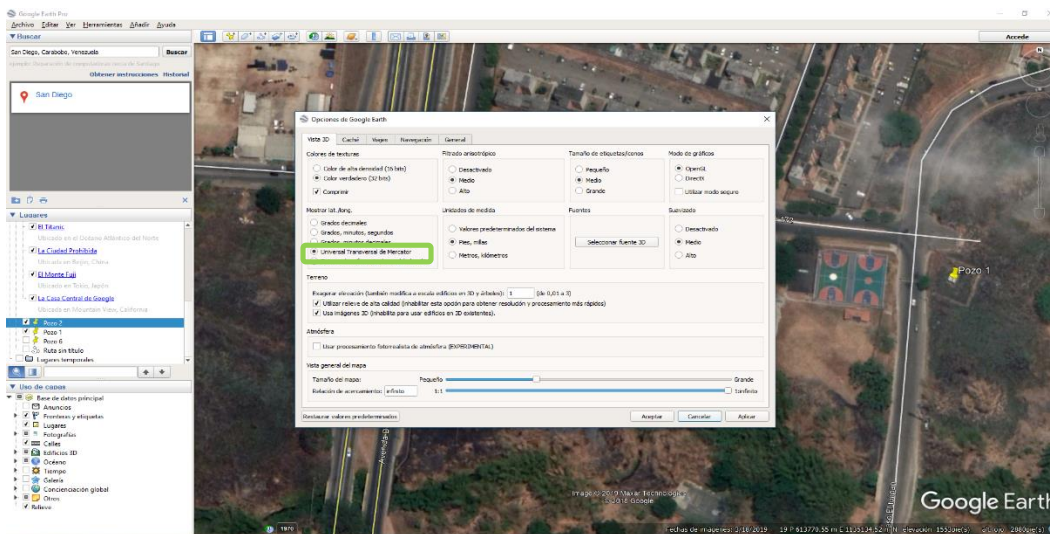


Figura 9. Cambio de Configuración a Coordenadas UTM. Fuente: Google Earth Pro

4) Finalmente, para obtener las coordenadas de las marcas previamente establecidas, se hizo clic derecho en la viñeta amarilla, con el nombre asignado a la marca del pozo n°1, en la columna izquierda, luego en la lista desplegable que emergió se hace clic normal en el botón “Propiedades”, luego de eso apareció una nueva ventana, señalando las coordenadas UTM del pozo n°1.

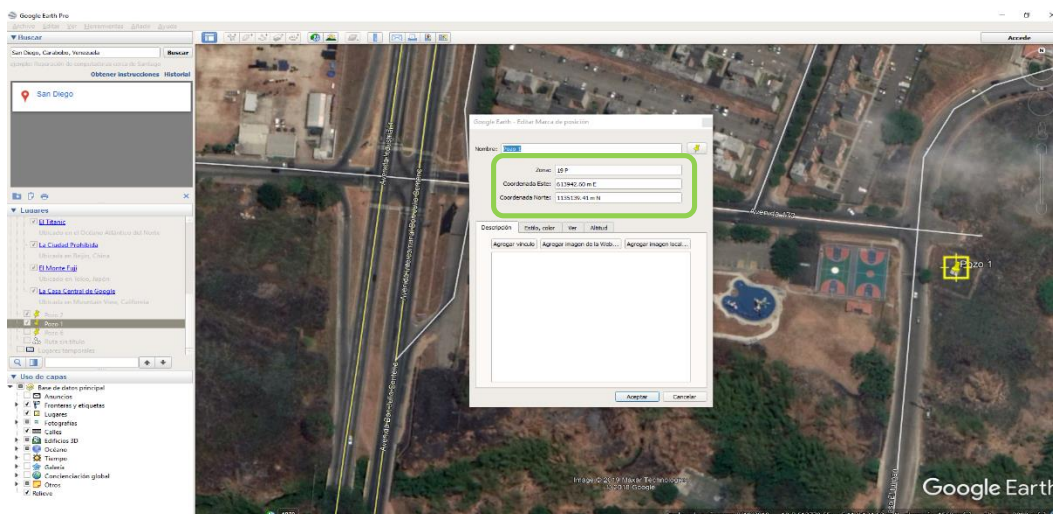


Figura 10. Obtención de Coordenadas UTM del Pozo N°1. Fuente: Google Earth Pro

- 5) Se repitió el paso #4 para obtener las coordenadas UTM del Pozo de Observación, también.

**Fase II:** Registrar la Variación en el Caudal y Nivel del Pozo N° 1, de la Comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego, durante el año 2019.

En primer lugar, se realizó un cronograma de visitas con el fin de recopilar todas las mediciones necesarias para poder estimar los parámetros hidráulicos del pozo explotado.

Cronograma de Mediciones Pozo N°1, Sector Norte-C
03/02/2019-10:00 a.m.
17/02/2019-10:00a.m.
03/03/2019-11:00 a.m.

**Tabla 4. Cronograma de Mediciones Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

Cronograma de Mediciones Pozo N°2, Sector Norte-C
03/02/2019-11:00 a.m.
17/02/2019-11:00a.m.
03/03/2019-12:00 p.m.

**Tabla 5. Cronograma de Mediciones Pozo N°2, Coordenadas UTM 613.687,88 E; 1.135.089,09 N, elevación 473,35 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

El día martes 9 de abril, se realizó la toma de las muestras físico-químicas y bacteriológicas para el estudio de aguas provenientes del pozo n°1 y de la boca de salida de la tubería de aducción final que es alimentada por este y por el pozo n°6, cuyas coordenadas UTM, son: 613.531,81 E; 1.134.531,74 N, elevación 469,70 m.s.n.m

Durante las visitas a los pozos se tomaron mediciones de nivel estático tanto para el pozo de observación como para el pozo de explotación, a su vez, se realizaron las pruebas de caudal variable, y registro de nivel dinámico al pozo de explotación únicamente. Todo esto con la finalidad de poder construir las gráficas, caudal vs tiempo y nivel vs tiempo, y de tal forma poder estimar los parámetros hidráulicos del acuífero.

A continuación, se describe el procedimiento realizado, durante las visitas:

- 1) Se realizó la medición del nivel estático y dinámico de ambos pozos, mediante el uso de la sonda, introduciendo la probeta en forma de pistón a través de la ranura ubicada en la placa de cierre del tubo principal del pozo. Se hace descender la probeta hasta que se encienda una luz en el carrete, notificando que la probeta ha encontrado agua y por lo tanto está a la altura del nivel freático. Se registra la altura descendida. Cabe destacar que el pozo debe estar fuera de funcionamiento, al menos 12 horas antes de realizar la medición con el fin de obtener datos válidos, referentes al nivel estático.
- 2) Luego fue encendida la bomba del pozo, con la finalidad de realizar la prueba de caudal variable y registrar a su vez los nuevos niveles del pozo. Para iniciar la prueba de caudal variable, se abre la llave de paso completamente, se esperó un lapso de 3 minutos, para que el caudal se estabilizara, y se procedió a calcular el valor del caudal aportado, cronometrando el tiempo necesario para llenar un envase graduado de 8 litros.



- 3) Se tomó nota del descenso en el nivel del pozo y se procedió a girar la llave de paso una vuelta en sentido horario con el fin de reducir el caudal y repetir el paso anterior junto con una nueva medición de nivel.
- 4) Se realizaron los pasos 2 y 3, para 5 posiciones de la llave de paso. Con un lapso de tiempo entre estación de 5 minutos.
- 5) Se registraron los datos obtenidos en las planillas de medición diseñadas para tal fin.



*Figura 11. Medición de Nivel de Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, Fecha: 17/02/2019. Fuente: Los Autores (2019)*



**Figura 12. Prueba de Caudal Variable.** Fuente: Los Autores (2019)



**Figura 13. Caseta de Cobertura para el Tanque que recibe el Suministro de Agua de los Pozos N° 1 y 6.** Fuente: Los Autores (2019)





*Figura 14. Boca de Visita del Tanque que recibe el Suministro de Agua de los Pozos N° 1 y 6. Fuente: Los Autores (2019)*

**Fase III:** Estimar los Parámetros Hidráulicos de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del Acuífero del Municipio San Diego, Sector Norte-C y Realizar el Análisis Comparativo de los Valores Obtenidos.

Con la data obtenida en las fases anteriores, se estimarán los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento, a través del método de Theis. Debido a los requerimientos del método, se hizo necesario calcular la distancia “ $r$ ”, entre el pozo de observación y el pozo de explotación. Tal valor fue estimado mediante el uso del software de cartografía satelital, Google Earth Pro, siguiendo los pasos descritos a continuación:

- 1) Se inicia el software Google Earth Pro y se procede a hacer clic en el comando: “Mostrar Regla” ubicado en la barra de control superior.

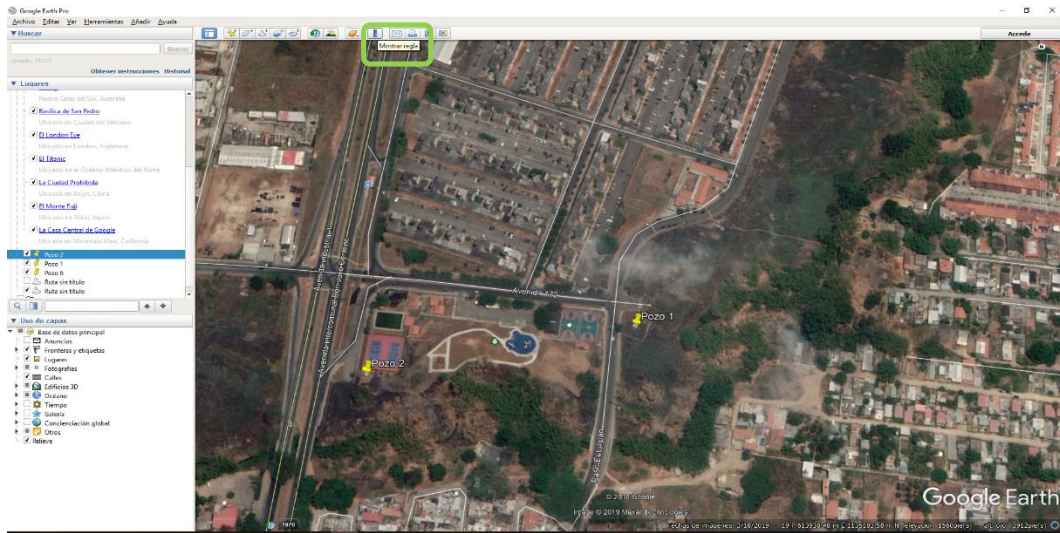


Figura 15. Ubicación del Comando “Mostrar Regla”. Fuente: Google Earth Pro

- 2) El programa mostrara una nueva ventana, por medio de la cual se deben seleccionar la ubicación de los pozos de observación y explotación, luego de lo cual nos mostrara en pantalla la distancia entre ellos medida en metros.

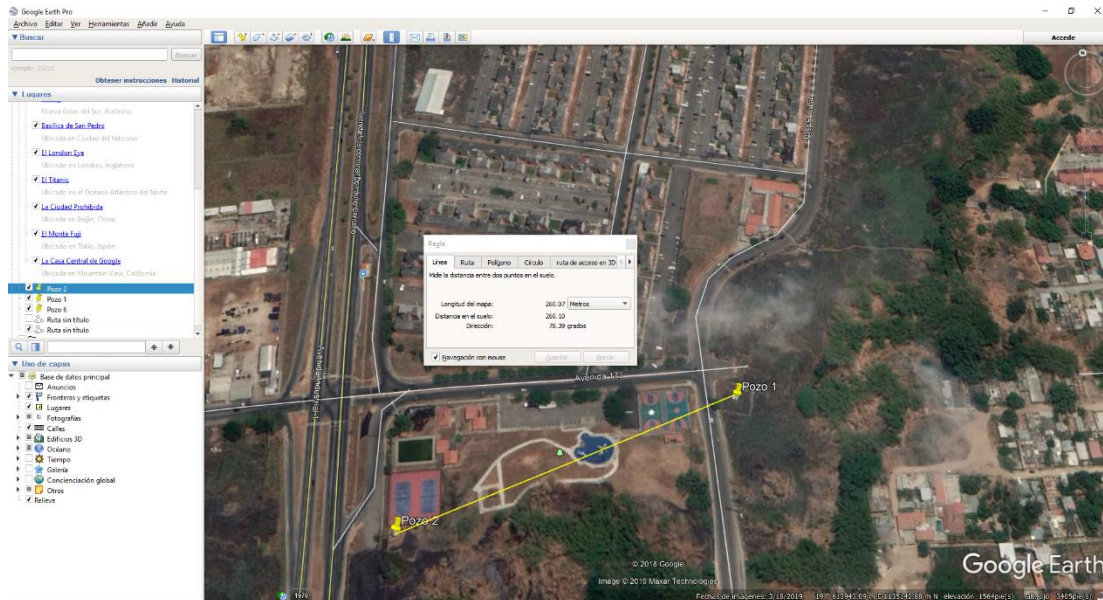
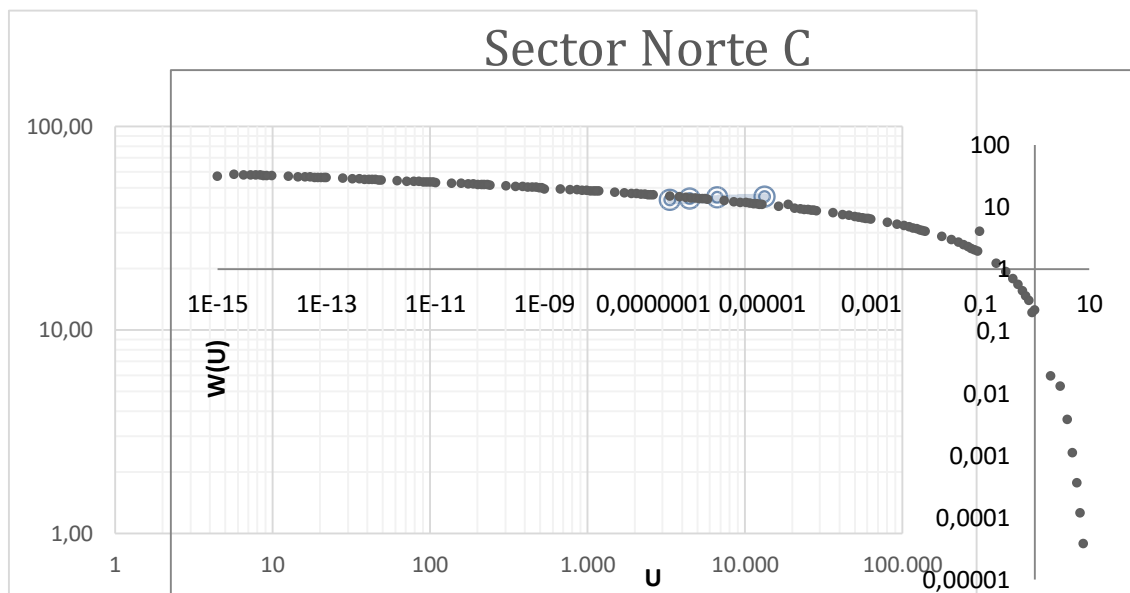


Figura 16. Distancia entre los Pozos de Observación y Explotación.

Fuente: Google Earth Pro

Una vez obtenido el valor de “r”, se pudo calcular los parámetros  $r^2/t$ , junto con los datos obtenidos de las mediciones de caudal variable. Finalizada esta tarea, se graficaron los distintos valores de la relación  $s$  vs  $r^2/t$  y se superpuso dicha gráfica respecto a la gráfica estándar  $W(u)$ , conocida como la función de pozo. A partir de esa superposición se lograron extraer valores de  $W(u)$ ,  $u$ ,  $s$  y  $r^2/t$ , que satisfacen las ecuaciones necesarias para la estimación de la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento y posteriormente compararlos con los valores obtenidos por Palma y Vegas (2016).

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) \qquad u = \frac{r^2 * S}{4Tt}$$



**Figura 17. Coincidencia de Puntos Sobre la Gráfica de Theis Patrón.**

*Fuente: Los Autores (2019)*

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

**Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo ubicado en la urbanización Tulipán, Sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo.**

Se realizó un análisis físico- químico y bacteriológico de las aguas captadas del pozo No. 1, ubicado en la urbanización Tulipán, Sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo, el cual arrojo como resultado que el total de los parámetros analizados se encuentran dentro de los rangos máximos y mínimos permitidos en el Decreto No. 3219, Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 con fecha 1 de febrero de 1999, las Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, Gaceta N°36.395 y la norma COVENIN 2771- 91 Aguas Naturales, Industriales y Residuales. El análisis de la muestra se realizó como colaboración y aporte a este trabajo de grado por el Laboratorio Ambiental Aragua, Unidad Territorial Ecosocialista Aragua.

Parametro	Limite o Rango Maximo
pH	6,0-8,5
Turbiedad	Menor de 25 UNT
Coliformes Totales	Promedio mensual <2000 NMP/100 ml
Cloruro	600 mg/l
Dureza, CaCO <sub>3</sub>	500 mg/l
Nitritos + Nitratos (N)	10,0 mg/l
Solidos disueltos totales	1500 mg/l
Sulfatos	400 mg/l

*Tabla 6. Aguas Subtipo 1<sup>a</sup>, Límites y Rangos. Fuente: Decreto 3219. Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia.*

Componentes	Valor Maximo aceptable mg/l
Nitrito (N)	0,03
Nitrato (N)	45,0

**Tabla 7. Componentes Inorgánicos**

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

Clasificacion de las aguas según su Dureza	
Tipo de Dureza	mg/L de Dureza
Suave	0-75
Moderadamente Dura	75-150
Dura	150-300
Muy Dura	>300

**Tabla 8. Clasificación de las Aguas Según su Dureza.**

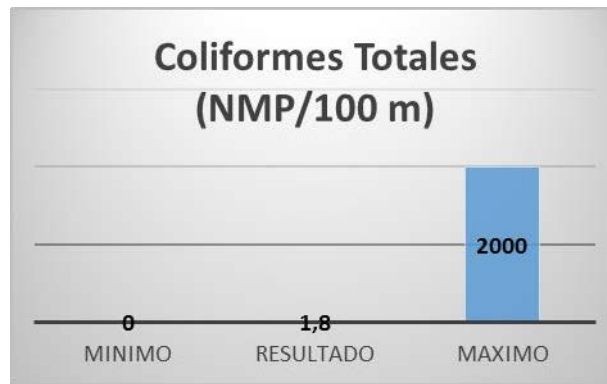
*Fuente: Norma de Calidad de las aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91.*



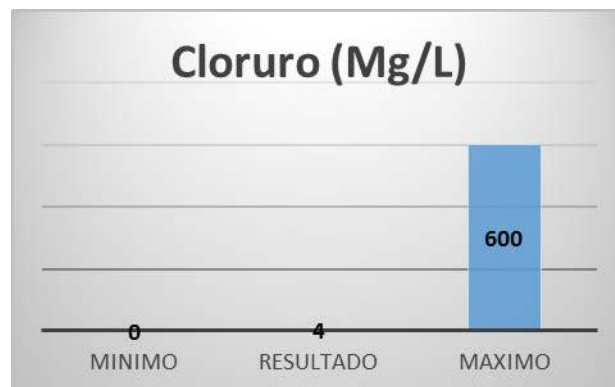
*Figura 18. Comparación de los Resultados del pH Obtenido para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo., respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*



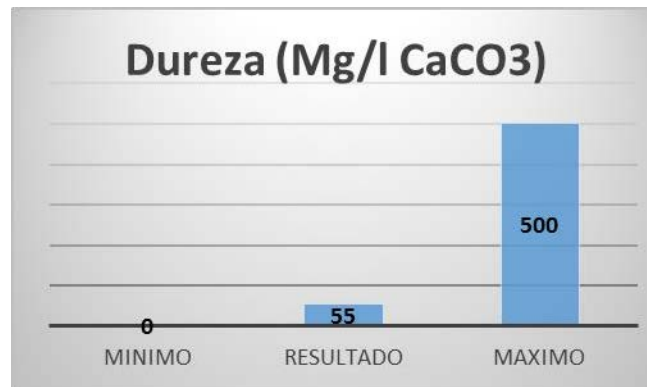
*Figura 19. Comparación de los Resultados de Turbiedad Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*



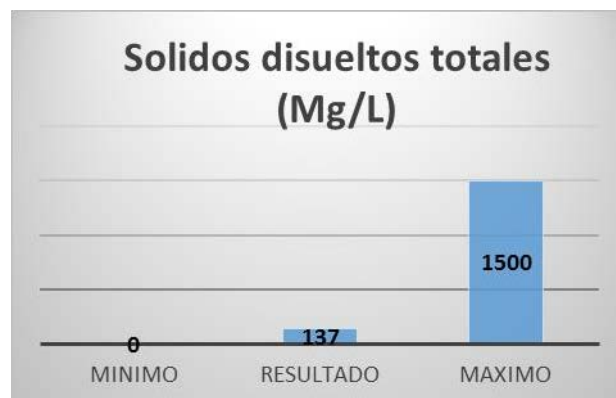
*Figura 20. Comparación de los Resultados de Coliformes Totales obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 21. Comparación de los Resultados de Cloruro Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*

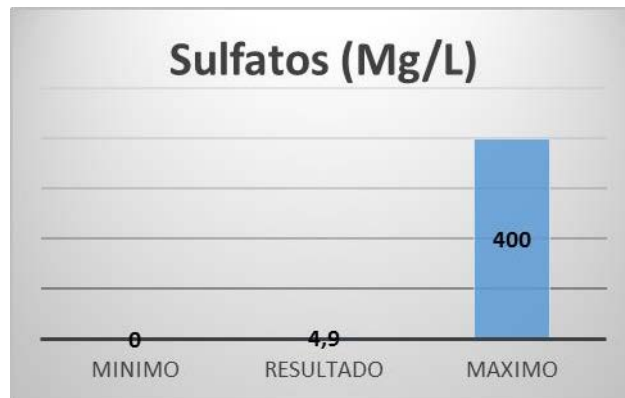


**Figura 22. Comparación de los Resultados de Dureza, CaCO<sub>3</sub> Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)**

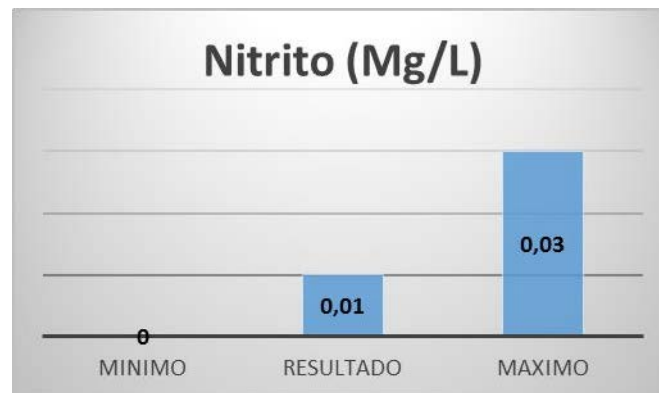


**Figura 23. Comparación de los Resultados de Solidos Disueltos Totales Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)**

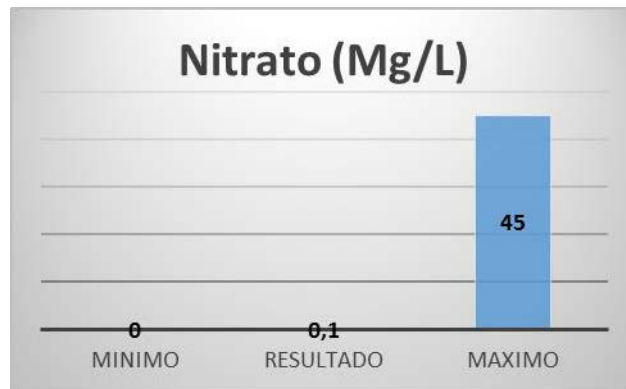




*Figura 24. Comparación de los Resultados de Sulfatos Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 25. Comparación de los Resultados de Nitrito Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)*



**Figura 26. Comparación de los Resultados de Nitrato Obtenidos para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, respecto a lo establecido en el decreto 3219. Fuente: Los Autores (2019)**

En función de los resultados obtenidos y suministrados por el Laboratorio Ambiental Aragua, Unidad Territorial Ecosocialista Aragua, se destaca lo siguiente:

El valor de pH obtenido en el agua del pozo en estudio fue de 7.01, el valor registrado de turbiedad fue de 0.84 NTU, el número de Coliformes totales dio 1.8 NMP/100 ml, el valor de cloruro presente fue de 4 mg/l, la dureza total fue de 55 mg/l CaCO<sub>3</sub>, los sólidos disueltos totales fueron 137 mg/l, el sulfato registrado fue de 4.9 mg/l, el valor de Nitrito registrado fue menor a 0.01 mg/l y el de Nitrato menor a 0.1 mg/l, encontrándose todos estos resultados por debajo de los límites o rangos máximos establecidos en las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable, Gaceta N° 36.395, y en el decreto 3219, Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N°5305.

La dureza total de la muestra del pozo resultó tener un valor de 55, encontrándose así dentro del rango que establece la norma COVENIN 2771-91, bajo la clasificación de “suave”.

Obtenidos los resultados y comparados con las normas correspondientes se puede afirmar que las aguas analizadas cumplen con los límites o rangos máximos de calidad, por lo que se clasifican como agua tipo 1, es decir “Aguas destinadas al uso doméstico

y al uso industrial que requiera agua potable, siempre que esta 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”. El agua es apta para el consumo humano.

Parametro	Unidad	Resultados	Agua tipo 1A	Observacion
Conductividad Electrica	µS/cm	211	N.A	---
Turbiedad	NTU	0,84	<25	CUMPLE
Dureza Total	Mg/l CaCO3	55	500	CUMPLE
Dureza Calcica	Mg/l CaCO3	32	N.A	---
Dureza Magnesica	Mg/l CaCO3	23	N.A	---
Alcalinidad	Mg/l CaCO3	97	N.A	---
pH		7,01	6,0-8,5	CUMPLE
Solidos totales disueltos	Mg/l	137	1500	CUMPLE
Cloruro	Mg/l	4	600	CUMPLE
Sulfato	Mg/l	4,9	400	CUMPLE
Nitrito (N)	Mg/l	<0,01	suma nitrito y nitrato <10	CUMPLE
Nitrato (N)	Mg/l	<0,1		
Calcio	Mg/l	13	N.A	---
Magnesio	Mg/l	5,7	N.A	---
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<1,8	<2000	CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	<1,8	N.A	---

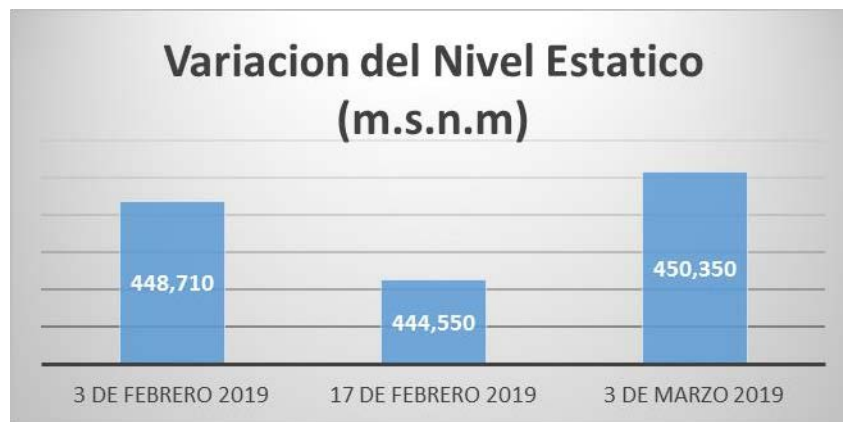
**Tabla 9. Resultados Obtenidos de los Parámetros Físico-Químicos del Agua Provenientes del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

### **Descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona de estudio.**

Los resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos del pozo n°1 ubicado en la urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, estado Carabobo, reflejaron un nivel estático promedio de 447,870 m.s.n.m, un nivel dinámico promedio de 427,723 m.s.n.m, y un caudal promedio de 3,599 Litros/seg.

Parametro	Pozo en estudio
Caudal (Litros/seg.)	3,599
Nivel Dinamico (m)	427,723
Nivel Estatico (m)	447,870

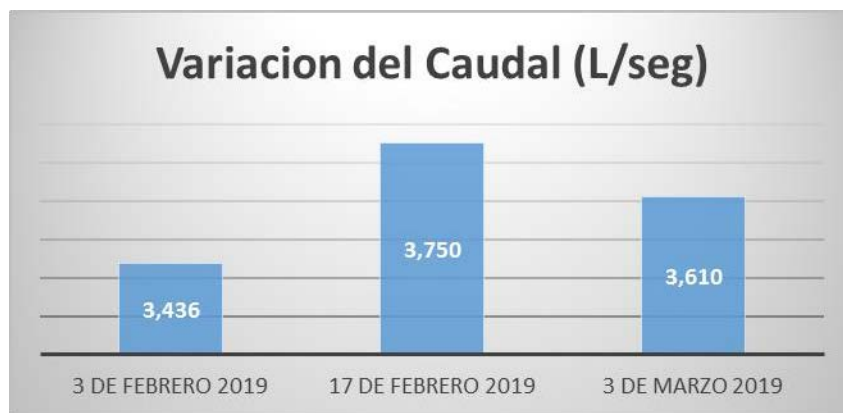
**Tabla 10. Nivel Estático, Nivel Dinámico y Caudal Promedio del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**



**Figura 27. Variación del Nivel Estático Durante Periodo de Mediciones al Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**



*Figura 28. Variación del Nivel Dinámico Durante el Periodo de Mediciones al Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 29. Variación del Caudal Promedio Durante el Periodo de Mediciones para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 30. Variación del Nivel Estático Durante el Periodo de Mediciones al para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*

**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 determinaron mediante la realización de la prueba de caudal variable al pozo No. 1 ubicado en la urbanización Tulipán, sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo, el día 24-03-2019, tomando como pozo de observación al pozo No. 2 ubicado en la urbanización Tulipán, sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo.

	Pozo Observación	Pozo Bombeo
Coordenadas	N: 1.135.089,09	N: 1.135.141,28
	E: 613.687,88	E: 613.940,99
Elevación (m.s.n.m.)	473,15	475,89
Descenso (m)	2,74	
R (m)	260	

**Tabla 11. Propiedades de los Pozos Utilizados para la Estimación de los Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento para el Acuífero del Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

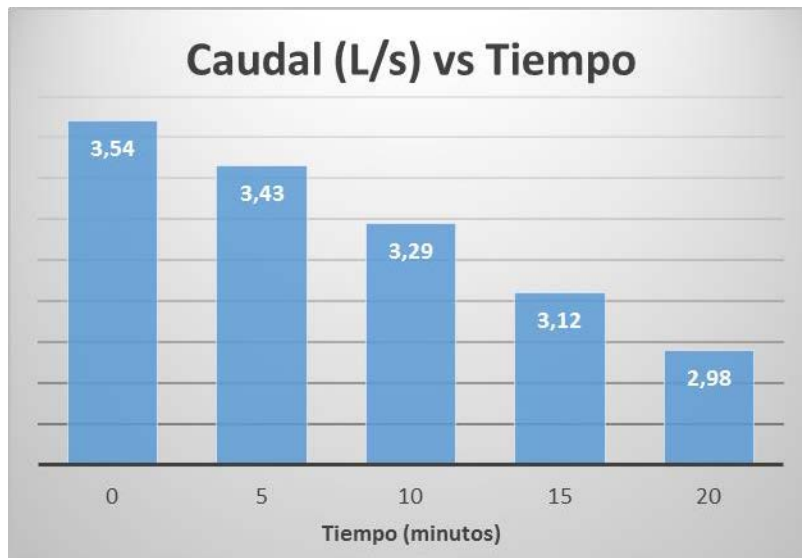
Se realizó la prueba de caudal variable, donde se estableció un periodo de tiempo constante de 5 minutos para cerrar la llave y tomar mediciones de caudal y nivel.

Tiempo (min)	Nivel (m)	Caudal (l/s)
0	48,05	3,54
5	47,54	3,43
10	47,09	3,29
15	46,63	3,12
20	45,86	2,98
	<b>Q prom(L/s)=</b>	3,21

**Tabla 12. Resultados Prueba de Caudal Variable Realizada para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, fecha 24/03/2019.**

*Fuente: Los Autores (2019)*

A partir de la realización de esta prueba se obtuvieron graficas de caudal vs. tiempo y nivel dinámico vs. tiempo donde se puede apreciar el cambio de caudal y el descenso cuando se cierra la llave cada 5 minutos.



**Figura 31. Caudal vs Tiempo para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**



**Figura 32. Nivel dinámico vs Tiempo para el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

Los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento se determinaron aplicando el Método de Theis, para el cual se superponen gráficamente



la curva patrón de Theis y la curva descensos vs.  $r^2/t$  del pozo estudiado. Con este procedimiento se obtienen las coordenadas del punto de ajuste y sus equivalentes en la curva del pozo estudiado.

Coordenadas del punto de ajuste			
W(U)	11,29	Descenso (m)	44,35
U	7,00E-06	$r^2/t$ (m <sup>2</sup> /min)	6.760,00

Tabla 13. Coordenadas del punto de ajuste para Método de Theis.

Fuente: Los Autores (2019)

Se determinó el caudal promedio en m<sup>3</sup>/día

$$Q \left( \frac{m^3}{día} \right) = \frac{3,21 \frac{l}{s}}{\frac{1.000l}{m^3}} \times 3.600 \frac{s}{hora} \times 24 \text{ horas} = 276,912 \frac{m^3}{día}$$

La Transmisividad se calculó según la ecuación:

$$T = \frac{Q \left( \frac{m^3}{día} \right) \times W(U)}{4 \times \pi \times d} = \frac{276,912 \frac{m^3}{día} \times 11,29}{4 \times \pi \times 2,74m} = 90,80 \frac{m^2}{día}$$

El coeficiente de almacenamiento se determinó según la ecuación:

$$S = \frac{4 \times T}{\frac{1}{U} \times \frac{r^2}{t} \left( \frac{m^2}{día} \right)}$$

Donde:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{7 \times 10^{-6}} = 142.857,143$$

$$\frac{r^2}{t} \left( \frac{m^2}{día} \right) = 6.760,00 \frac{m^2}{min} \times 60 \frac{min}{hora} \times 24 \text{ horas} = 9.734.400 \frac{m^2}{día}$$

$$S = \frac{4 \times 90.80 \frac{m^2}{día}}{142.857,143 \times 9.734.400 \frac{m^2}{día}} = 2.61 \times 10^{-10}$$

Finalmente, los resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento al acuífero del municipio San Diego, estado Carabobo fueron los siguientes:

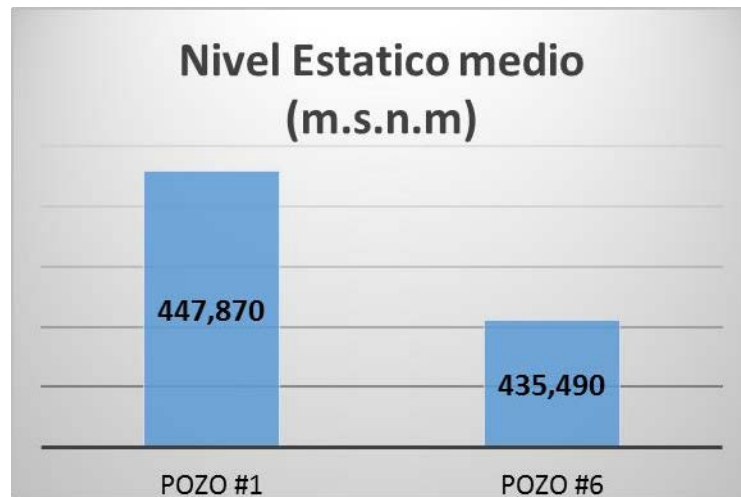
<b>Transmisividad</b>	<b>T (m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>90,80</b>
<b>Coeficiente de almacenamiento</b>	<b>S</b>	<b>2,61E-10</b>

*Tabla 14. Parámetros Hidráulicos Estimados de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del Acuífero del Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo.*

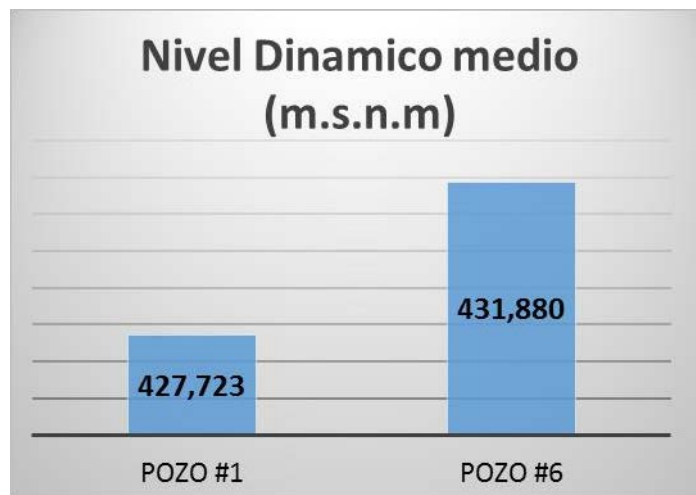
*Fuente: Los Autores (2019)*

#### **Resultados del Análisis Comparativo del funcionamiento de los pozos surtidores de la comunidad de El Tulipán, en el municipio San Diego.**

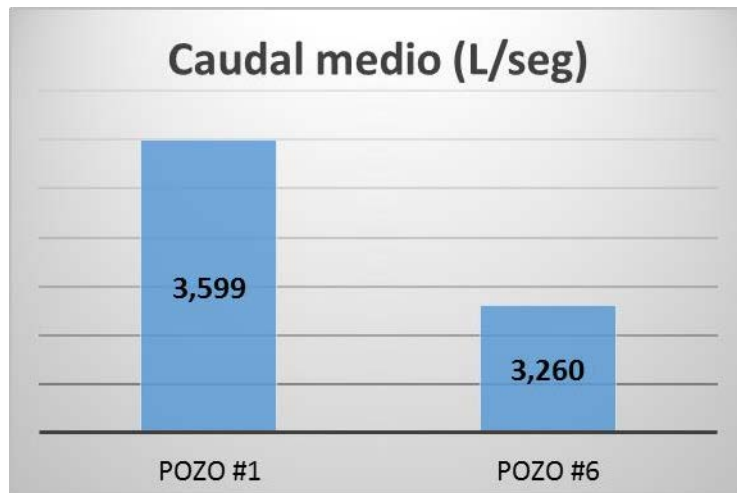
Se realizó un análisis comparativo entre los resultados de los parámetros hidráulicos obtenidos para el pozo en estudio y el Pozo N°6, Coordenadas UTM 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Estos fueron obtenidos a través de **Palma, M. y Vegas, D. (2016)**.



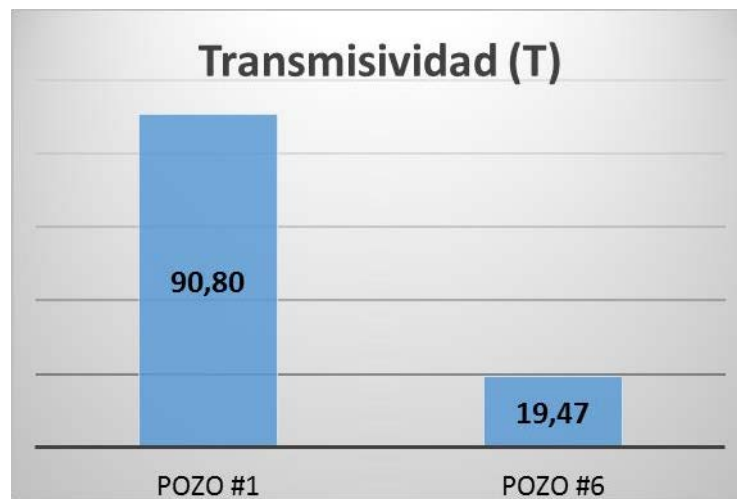
*Figura 33. Comparación del Parámetro Hidráulico Nivel Estático Medio (m.s.n.m) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



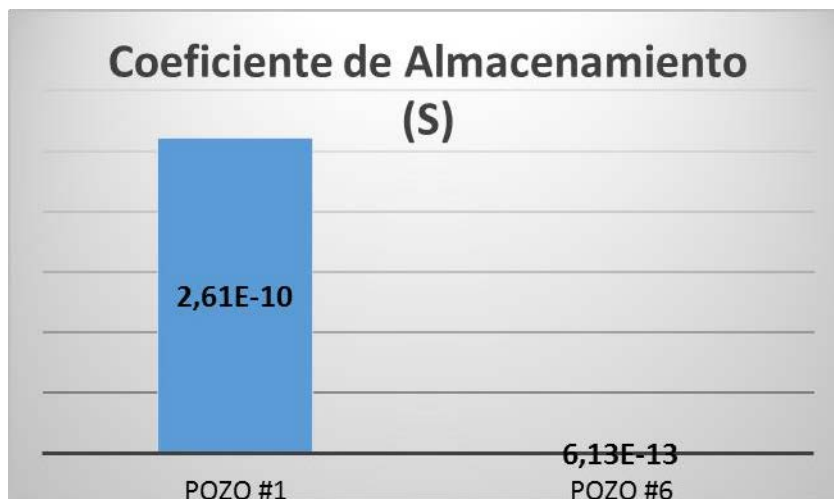
*Figura 34. Comparación del Parámetro Hidráulico Nivel Dinámico Medio (m.s.n.m) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 35. Comparación del Parámetro Hidráulico Caudal Medio (L/seg) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



*Figura 36. Comparación del Parámetro Hidráulico Transmisividad (T) en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)*



**Figura 37. Comparación del Parámetro Hidráulico Coeficiente de Almacenamiento en los Pozos No.1 y No. 6 Ubicados en la Urbanización Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores (2019)**

### Discusión de Resultados

- Se realizó un análisis físico- químico y bacteriológico de las aguas captadas del pozo No. 1, ubicado en la urbanización Tulipán, sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo, como colaboración y aporte a este trabajo de grado por el Laboratorio Ambiental Aragua. Unidad Territorial Ecosocialista Aragua, el cual dio como resultado que todos los parámetros analizados se encuentran dentro del rango permitido en el Decreto No. 3219 Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305, las Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, Gaceta N°36.395 y la norma COVENIN 2771- 91 Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Calificándolas como agua apta para el consumo humano sin requerir tratamientos especiales.
- Los resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo., reflejaron un nivel estático promedio de 447,870 metros sobre el nivel del mar, un nivel dinámico

promedio de 427,723 metros sobre el nivel del mar, y un caudal promedio de 3,599 Litros/seg, para un periodo de 2 meses ejecutando las tomas de muestras cada 2 semanas.

- La prueba de caudal variable se realizó el día 24/03/2019 en el Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo., disponiendo como pozo de observación el Pozo N°2, Coordenadas UTM 613.687,88 E; 1.135.089,09 N, elevación 473,35 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo. Ambos pozos se encuentran separados una distancia de 260 m y con un descenso en sus elevaciones respecto al nivel del mar de 2,74m. Estos valores fueron determinados mediante el software Google Earth Pro.
- El valor obtenido mediante la prueba de caudal variable del coeficiente de almacenamiento dio como resultado  $2,61 \times 10^{-10}$  que de acuerdo con la **Tabla 1** Valores de Coeficientes de Almacenamiento, según Iglesias (1984), dependiendo del tipo de material permeable, se clasifica como un **Acuífero Confinado**. Por otra parte, el valor de transmisividad arrojó como resultado  $90,80 \frac{m^2}{dia}$  que comparándolo con la **Tabla 2** Valores de transmisividad, según Iglesias (2002), se clasifica como un **acuífero de baja transmisividad**.
- Los resultados del análisis comparativo entre los parámetros hidráulicos de los pozos No.1 y No.6 ubicados en la urbanización El Tulipán, Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo, reflejan valores cercanos en los niveles estáticos y dinámicos, esto es producto de la cercanía geográfica de los pozos en cuestión y por ende una elevación cercana en metros sobre el nivel del mar, y valores cercanos en el caudal por la similitud de las condiciones operativas y sistemas de bombeo de los pozos. . En función del análisis comparativo se puede concluir con mayor confiabilidad que el acuífero en estudio es **confinado de baja transmisividad**.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

1. Los estudios físico-químicos y bacteriológicos realizados a la muestra de agua del pozo No.1 ubicado en la urbanización Tulipán, sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo, por el Laboratorio Ambiental Aragua, Unidad Territorial Ecosocialista Aragua, arrojaron valores aceptables según las especificaciones contenidas en el Decreto No. 3219 Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305, las Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, Gaceta N°36.395 y la norma COVENIN 2771- 91 Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Calificándolas como agua apta para el consumo humano sin requerir tratamientos especiales.
2. La transmisividad se encuentra en el rango de clasificación baja, lo que indica que la cantidad de agua que se filtra a través del suelo es poca.
3. Por otra parte, el coeficiente de almacenamiento indica que se trata de un acuífero confinado, donde el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión superior a la atmosférica.

4. El análisis comparativo entre los parámetros hidráulicos de los pozos No.1 y No.6 ubicados en la urbanización Tulipán, sector Norte C, municipio San Diego, estado Carabobo, refleja valores cercanos en los niveles estáticos y dinámicos, esto es producto de la cercanía geográfica de los pozos en cuestión y por ende una elevación cercana en metros sobre el nivel del mar, y valores cercanos en el caudal por la similitud de las condiciones operativas y sistemas de bombeo de los pozos. En función del análisis comparativo se puede concluir con mayor confiabilidad que el acuífero en estudio es confinado de baja transmisividad.



## **Recomendaciones**

1. Realizar un análisis físico-químico y bacteriológico a los demás pozos ubicados en todo el municipio San Diego, con la finalidad de conocer si cumplen o no con lo especificado en las normas nacionales pertinentes para aguas destinadas al consumo humano.
2. Realizar con mayor frecuencia el estudio de los parámetros hidráulicos, con la finalidad de conocer y tener mejor control sobre el estado actual y el comportamiento de los pozos que surten al municipio San Diego.
3. Realizar la prueba de caudal variable a todos los pozos ubicados en el municipio San diego, para así poder estimar con mayor confiabilidad la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero, obteniendo además una base de datos completa del sector que permita gestionar eficientemente su explotación.

## BIBLIOGRAFIA

- Baptista, M., Fernández C., Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*, Ciudad de México: McGraw-Hill
- Carrillo, V. (2015). *Vulnerabilidad Hidrogeológica Del Acuífero Del Municipio San Diego, Estado Carabobo*. Trabajo de Postgrado No Publicado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- Carrizales, A. y Urdaneta, L. (2017). *Análisis de los parámetros hidráulicos del Municipio San Diego durante 2017. Caso: Sector Centro*. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Cartaya H. y Guevara E. (1991). *Hidrología: una introducción a la ciencia hidrológica aplicada*. Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Cordero, J. y Jiménez, M. (2017). *Análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego durante 2017. Caso: Sector Norte*. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- Decreto N° 3.219 (1999, 13 de enero). Normas para la Calificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°5.305.
- Iglesias, A. y Villanueva, M. (1984). *Pozos Y Acuíferos. Técnicas De Evaluación Mediante Ensayos De Bombeo*, Madrid: IGME.
- Iglesias, A. (2002). *Hidrogeología. Capítulo 5 De Ingeniería Geológica*, Editorial Madrid: Prentice May.
- Montes de Oca, J. (2009). *Diagnóstico de Calidad de Agua en Pozos Excavados de Tres Comunidades del Valle del Yeguaré, Honduras*, Trabajo Especial de Grado, Universidad Zamorano, Valle del Yeguaré, Honduras.
- Normas Sanitarias De Calidad Del Agua Potable, Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 36.395. Febrero 13, 1998.

- Norma Venezolana COVENIN 2771-91, Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Determinación de Dureza. Caracas, Venezuela
- Ochoa, N., Pineda, M. y Rodríguez, Y. (2008). *La Experiencia de Investigar. Recomendaciones Precisas Parar Realizar una Investigación y No Morir en el Intento*. Valencia: Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo.
- Palma, M. y Vegas, D. (2016). *Estimación de parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego 2016: Zona Norte. Estado Carabobo*, Trabajo Especial de Grado, Universidad de Carabobo, Valencia.
- Paredes, F., Guevara, E., Barbosa, H. y Uzcategui, C. (2015). *Tendencia de la precipitación estacional e influencia de El Niño-Oscilación Austral sobre la ocurrencia de extremos pluviométricos en la cuenca del lago de Valencia, Venezuela.*, Tecnología y ciencias del agua, 6(6), 33-48.
- Van der Sluijs, P. y De Gruijter, J. (1985). *Water table classes: A method to describe seasonal fluctuation and duration of water tables on Dutch soil maps*, Agricultural Water Management, 10(2),109-125.
- Vegas, F. y Álvarez, C. (2011). *Estimación de las propiedades hidráulicas del acuífero superficial en cuencas húmedas de montañas mediante el análisis de caudales de recesión*, Universidad de Cantabria, España

## **ANEXO A**

Mapa de Ubicación y Uso de los Pozos del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

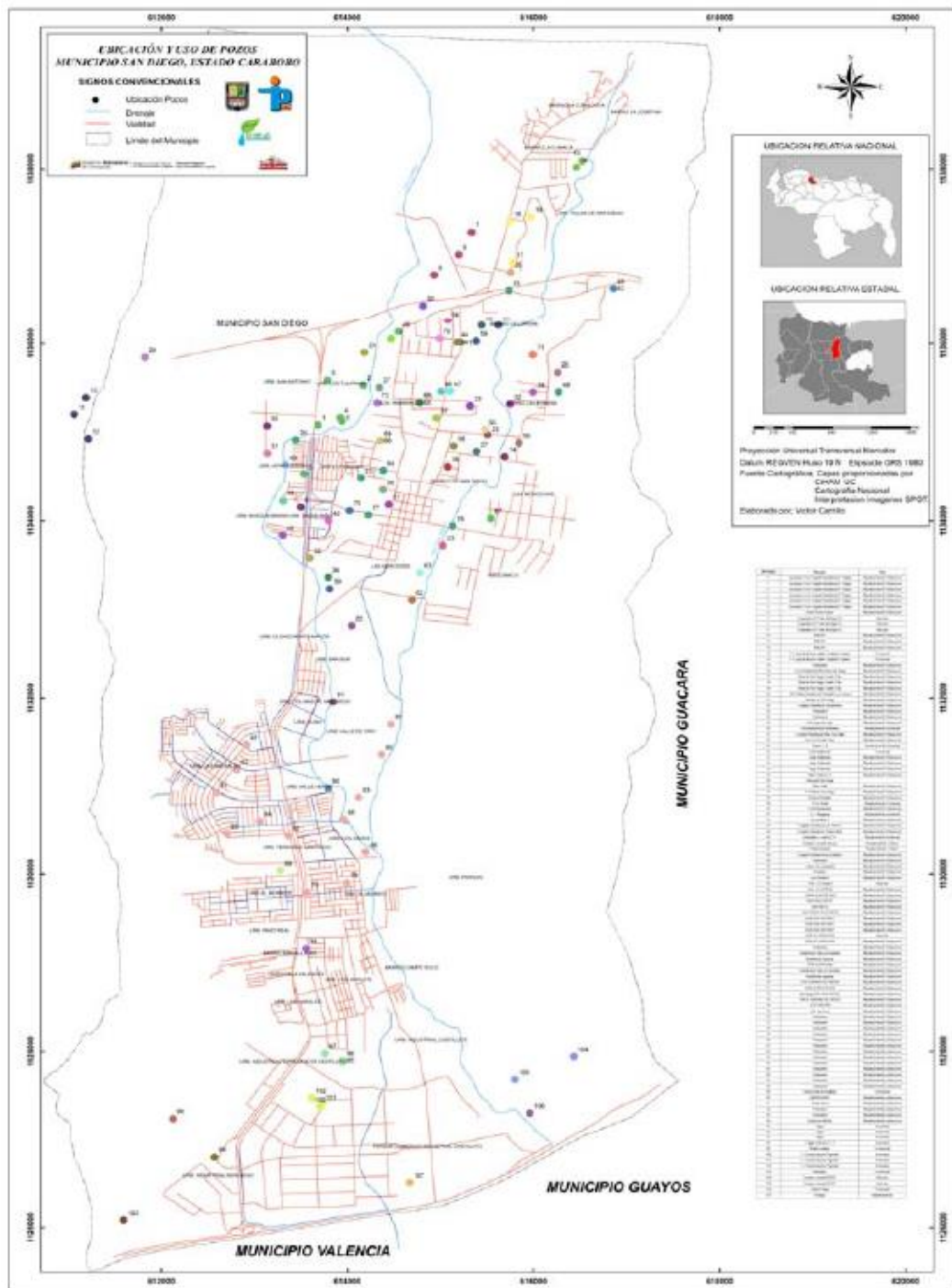


Figura 38. Mapa de Ubicación y Uso de los Pozos del Municipio San Diego, Edo. Carabobo. Fuente: CIHAM-UC

## **ANEXO B**

Cartas Dirigidas al Ministerio del PP para el Ecosocialismo y Resultados de Análisis Físico-químicos y Bacteriológicos del Pozo N°1, Coordenadas UTM 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 475,89 m.s.n.m., Sector Norte-C, municipio San Diego, Edo. Carabobo y de su Tanque de Almacenamiento.



CIHAM-UC-294-18

Bárbara, 22 de noviembre de 2018

Ciudadano  
 Lic. Rosa María Gil  
 Director UTEC  
 Estado Carabobo  
 Presente.-

Reciba un cordial saludo, mediante la presente me dirijo a usted para solicitar de su buen oficio el apoyo para la realización del trabajo especial de grado que desarrollaran los Br Eduardo García, C.I: 25.374.616, Manuel Cárdenas, C.I: 23.785.918, Elieth Cejas, C.I: 24.715.232, Franck Sánchez, C.I: 24.643.606, Roxana Bravo, C.I: 20.523.997, Oscar Absalón, C.I: 19.655.171 conducente a título de Ingeniero Civil otorgado por la Universidad de Carabobo; siendo asesorados por la Dra. Adriana Márquez, como tutor académico. El Trabajo Especial de Grado se titula:

**"ESTIMACION DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS EN EL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR NORTE. PERIODO 2018-2019."**

Así mismo, queremos expresar que deseamos trabajar en equipo con el personal del Ministerio de Ecosocialismo. En este sentido; solicitamos que se otorgue autorización en el apoyo institucional para la realización de análisis físico-químicos y bacteriológicos de tres pozos del acuífero San Diego ubicados en el conjunto residencial Los Tulipanes. Estos pozos son administrados por la empresa pública HIDROCENTRO. Cabe destacar que, el CIHAM UC contribuirá con un equipo para medir los niveles de las aguas en los pozos, al menos una vez por semana durante el tiempo que se desarrolle el estudio. Se estima que el estudio abarque un periodo de dos meses. Uniendo la información de calidad de agua con la derivada de variables hidráulicas será posible estimar el transporte y la transformación de los constituyentes en el acuífero; lo que permitirá proponer alternativas para regulación y uso sustentable del acuífero del Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Finalmente, una vez concluido el estudio me comprometo a suministrar el documento en texto y presentación en formato digital; contribuyendo al desarrollo del país en el área ecosocialista.

Agradeciendo la atención y apoyo brindado, les saluda

Atentamente,



Adriana Márquez, Ing. MSc. Ph.D.  
 C.I: 12.604.007  
 Profesor de Ingeniería Civil y Ambiental  
 Jefe de Departamento de Ingeniería Ambiental  
 Coordinador del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM UC)  
 Universidad de Carabobo  
 Valencia, Venezuela  
 Telf: 58-241-8672829/8427929  
 Móvil: 58-414 4165856  
 E-mail: [ammarquez@uc.edu.ve](mailto:ammarquez@uc.edu.ve); [ammarqueztesisus2@gmail.com](mailto:ammarqueztesisus2@gmail.com); [Adriana@cihamuc.com.ve](mailto:Adriana@cihamuc.com.ve)  
 Dirección Web: <http://www.cihamuc.com.ve>

**Figura 39. Carta de Solicitud de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Dirección Carabobo. Fuente: CIHAM-UC**



CIHAM-UC-010-19

Bárbara, 19 de Febrero de 2019

Lcdo. Wilmer Leal  
 Dirección Estatal de Ambiente,  
 Estado Aragua  
 Presente. -

Reciba un cordial saludo, mediante la presente me dirijo a usted para solicitar de su buen oficio el apoyo para la realización del trabajo especial de grado que desarrollaran los Br Eduardo Garcia, C.I: 25.374.616, Manuel Cárdenas, C.I: 23.785.918, Elieth Cejas, C.I: 24.715.232, Franck Sánchez, C.I. 24.643.606, Roxana Bravo, C.I: 20.523.997, Oscar Absalón, C.I: 19.655.171 conducente a título de Ingeniero Civil otorgado por la Universidad de Carabobo; siendo asesorados por la Dra. Adriana Márquez, como tutor académico. El Trabajo Especial de Grado se titula:

**"ESTIMACION DE LOS PARAMETROS HIDRAULICOS EN EL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO, SECTOR NORTE. PERIODO 2018-2019."**

Así mismo, queremos expresar que deseamos trabajar en equipo con el personal del Laboratorio Ambiental Aragua. En este sentido; solicitamos que se otorgue autorización en el apoyo institucional para la realización de análisis físico-químicos y bacteriológicos de tres (03) pozos del acuífero San Diego ubicados en el conjunto residencial Los Tulipanes, incluyendo Cloruros, Sulfatos, Bicarbonatos, Nitrito, Nitro, Alcalinidad, Dureza Total, Dureza Calcica, Dureza Magnésica, Calcio, Magnesio, Sodio, Hierro, Coliformes totales, Coliformes fecales. Estos pozos son administrados por la empresa pública HIDROCENTRO. Cabe destacar que, el CIHAM UC contribuirá con un equipo para medir los niveles de las aguas en los pozos, al menos una vez por semana durante el tiempo que se desarrolle el estudio. Se estima que el estudio abarque un periodo de dos meses. Uniendo la información de calidad de agua con la derivada de variables hidráulicas será posible estimar el transporte y la transformación de los constituyentes en el acuífero; lo que permitirá proponer alternativas para regulación y uso sustentable del acuífero del Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Finalmente, una vez concluido el estudio me comprometo a suministrar el documento en texto y presentación en formato digital; contribuyendo al desarrollo del país en el área ecossocialista. Agradeciendo la atención y apoyo brindado, les saluda

Atentamente,



DIRECCIÓN ESTADAL DE ECOSOCIALISMO  
 -ARAGUA-

N.º: 0149  
 FECHA: 19 FEB 2019  
 RECIBIDO POR: Inf.

Adriana Márquez, Ing. MSc. Ph.D.  
 C.I: 12.604.007  
 Profesor de Ingeniería Civil y Ambiental  
 Jefe de Departamento de Ingeniería Ambiental  
 Coordinador del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM UC)  
 Universidad de Carabobo  
 Valencia, Venezuela  
 Telf: 58-241-8672829/8427929  
 Móvil: 58-414 4165856  
 E-mail: ammarquez@uc.edu.ve; ammarquezteststas2@gmail.com; Adriana@cihamuc.com.ve  
 Dirección Web: <http://www.cihamuc.com.ve>

Venezuela, Estado Carabobo, Municipio Naguanagua, Av. Universidad, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Teléfonos: 58-241-8672829

**Figura 40. Carta de Solicitud de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo, Dirección Aragua. Fuente:**

**CIHAM-UC**





Oficio N°: **F-0210**

Fecha: **29 ABR 2019**

Ciudadana  
**Adriana Márquez**  
Coordinadora del Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales-Universidad de Carabobo (CIHAM U.C.)  
Presente.-

Me dirijo a usted, en atención a su comunicación recibida en este despacho en fecha 19/02/2019, mediante la cual solicita análisis físico-químico y bacteriológico de muestras de aguas provenientes de tres (03) pozos del acuífero San Diego, ubicados en el Conjunto Residencial Los Tulipanes (1. Confluencia de pozos profundos, antes del tanque; 2. Pozo profundo 1) y Urbanización Monteserino (3. pozo profundo 6), municipio San Diego, estado Carabobo, con la finalidad de llevar a cabo el desarrollo del trabajo especial de grado de sus asesorados.

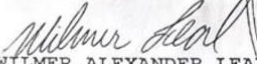
Al respecto quien suscribe, Director de la Unidad Territorial de Ecosocialismo-Aragua, una vez procesadas las muestras captadas por sus asesorados de tesis en fecha 09/04/2019 le informo, que en concordancia con lo establecido en los Artículos 5 y 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República 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", concerniente a la clasificación de las aguas, la muestras evaluadas de los tres (03) pozos del acuífero San Diego, cumplen con los límites o rangos máximos de calidad, por lo que se clasifican como agua Tipo 1, es decir, 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", para asegurar su calidad en la distribución, la cual puede verse afectada por el tiempo de retención y frecuencia de mantenimiento de los pozos.

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, esperando que la información suministrada sea de utilidad para que en contraposición de las variables hidráulicas referidas en su comunicación como parte del trabajo especial de grado que está asesorando pueda proponer alternativas para la regulación y uso sustentable del acuífero.

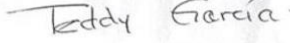
Se suscribe.

Atentamente,

  
**Lcdo. WILMER ALEXANDER LEAL MEDINA**  
Director de la Unidad Territorial de Ecosocialismo Aragua  
Designado mediante Resolución N° 800 de fecha 30/01/2019  
Publicada en la Gaceta Oficial N° 41.547 de fecha 01/02/2019

AR/LD/v/d  
Fecha: 19/02/19. H.S: 0149  
Se anexan resultados.

Oficina Auxiliar. Laboratorio Ambiental Aragua. Unidad Territorial de Ecosocialismo-Aragua. Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez, frente a C.C. Maracav Plaza. Maracav. Estado Aragua. Teléfono: 0243-2358639

  
9.318.355  
06-05-2019

**Figura 41. Carta de Entrega de Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos.**

Fuente: MINEC

RESULTADOS

SOLICITADO POR: ADRIANA MÁRQUEZ (COORDINADORA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDROLÓGICAS Y AMBIENTALES- UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
LUGAR DE CAPTACION: CONFLUENCIA DE POZOS PROFUNDOS (ANTES DE ENTRADA AL TANQUE)  
MOTIVO ANALISIS: CALIDAD DEL AGUA  
APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUA CRISTALINA  
TIPO DE MUESTRA: SIMPLE  
FECHA DE CAPTACION: 09/04/2019  
DIRECCION: URB. EL TULIPAN, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.  
OBSERVACIONES: AGUA INCOLORA E INODORA. MUESTRAS CAPTADAS POR LOS INTERESADOS PREVIA INDUCCIÓN POR PERSONAL DEL LABORATORIO.

CÓDIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVACIÓN
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	222	N.A	.....
2130-B	TURBIEDAD	NTU	0,69	< 25	CUMPLE
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO <sub>3</sub>	69	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO <sub>3</sub>	35	N.A	.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO <sub>3</sub>	34	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO <sub>3</sub>	103	N.A	.....
4500HB	pH		7,21	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	144	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	5,0	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	7,2	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01		
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	0,17	Suma nitrato y nitrito < 10	CUMPLE
3500-D	CALCIO	mg/L	14	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	8,4	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	78	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	45	N.A	.....

\* Artículo 8. Decreto 3.219 de fecha 13/01/1999. Capítulo II. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1999.

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

Conclusión

La evaluación fisico-química y bacteriológica realizada a las aguas captadas en la confluencia de los pozos profundos antes de la entrada al tanque en la parcela 31, localizada en la urbanización El Tulipán, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos establecidos en el Artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República 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".

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

El laboratorio no realiza el muestreo, por lo tanto no certifica el origen y los datos de las muestras consignadas. Se prohíbe la reproducción parcial o total de los resultados aquí expuestos

Analistas:  
*Alejandro Valles*  
Ldo. Alejandro Valles

*Luisa Durán*  
M.Cs. Luisa Durán



Oficina Auxiliar. Laboratorio Ambiental Aragua. Unidad Territorial Ecosocialista Aragua  
Av. Aragua cruce con Av. Bermúdez, frente a C.C. Maracay Plaza, Maracay. Estado Aragua  
Teléfono: 0243-2358639.

Figura 42. Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos, en la Tubería de Aducción en la cual Confluyen los Pozos N°1 y N°6. Fuente: MINEC



## **ANEXO C**

Planillas de Medición Definitivas



### PLANILLA DE CONTROL DE MEDICIONES

Fecha: 03/02/2019

Pozo: Pozo N°1

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 448,71

Estación	Tiempo (min)	Nivel Dinamico (m.s.n.m.)	Caudal (L/s)
Full	0	427,44	3,44
1	5	-	-
2	10	-	-
3	15	-	-
4	20	-	-
Caudal Medio			3,44

Pozo Observación: Pozo N°2

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 451,35

**Figura 44. Planilla de Medición Fecha: 03/02/2019. Fuente: Los Autores (2019)**





### PLANILLA DE CONTROL DE MEDICIONES

Fecha: 17/02/2019

Pozo: Pozo N°1

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 444,55

Estación	Tiempo (min)	Nivel Dinamico (m.s.n.m.)	Caudal (L/s)
Full	0	421,79	3,75
1	5	-	-
2	10	-	-
3	15	-	-
4	20	-	-
Caudal Medio			3,75

Pozo Observación: Pozo N°2

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 451,39

**Figura 45. Planilla de Medición Fecha: 17/02/2019. Fuente: Los Autores (2019)**



**PLANILLA DE CONTROL DE MEDICIONES**



Fecha: 03/03/2019

Pozo: Pozo N°1

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 450,35

Estación	Tiempo (min)	Nivel Dinamico (m.s.n.m.)	Caudal (L/s)
Full	0	421,79	3,7
1	5	-	3,45
2	10	-	3,45
3	15	-	3,72
4	20	-	3,75
Caudal Medio			3,61

Pozo Observación: Pozo N°2

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): 451,28

*Figura 46. Planilla de Medición Fecha: 03/03/2019. Fuente: Los Autores (2019)*



**PLANILLA DE CONTROL DE MEDICIONES**



Fecha: 24/03/2019

Pozo: Pozo N°1

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): -

Estación	Tiempo (min)	Nivel Dinamico (m.s.n.m.)	Caudal (L/s)
Full	0	425,1	3,54
1	5	425,61	3,43
2	10	426,06	3,29
3	15	426,52	3,12
4	20	427,29	2,98
		Caudal Medio	3,21

Pozo Observación: Pozo N°2

Ubicación: Conjunto Residencial Tulipan

Nivel Estatico (m.s.n.m.): -

**Figura 47. Planilla de Medición Fecha: 24/03/2019. Fuente: Los Autores (2019)**