



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTIMACION DE PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO  
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO 2016: ZONA NORTE, ESTADO  
CARABOBO**

Daniel E. Vegas A.

C.I:19.882.056

Maryangel V. Palma S.

C.I:24.328.272

Tutor: Ing. Adriana Márquez

Valencia, Noviembre 2016



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE**  
**INGENIERÍA AMBIENTAL**



**ESTIMACION DE PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO  
DEL MUNICIPIO SAN DIEGO 2016: ZONA NORTE, ESTADO  
CARABOBO**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo  
para optar al Título de Ingeniero Civil.

Daniel E. Vegas A.

C.I.:19.882.056

Maryangel V. Palma S.

C.I.:24.328.272

Tutor: Ing. Adriana Márquez

Valencia, Noviembre 2016



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ESTIMACION DE PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO 2016: ZONA NORTE, ESTADO CARABOBO.”**; realizado por los Bachilleres: Maryangel Valentina Palma Sánchez y Daniel Enrique Vegas Amaya, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

  
Presidente del Jurado  
Adriana Márquez  
C.I 12.604.007

  
Miembro del Jurado  
Ítalo Salazar  
C.I 11.354.542

  
Miembro del Jurado  
Gerardo Huguet  
C.I 4.859.589

Valencia, Noviembre de 2016

## DEDICATORIA

Este trabajo de grado está dedicado a mi familia que con gran esfuerzo me han dado lo mejor dentro de sus posibilidades, a ellos mis logros.

A mi padre Ernesto Palma, por siempre apoyarme y nunca juzgarme, por estar presente en todo momento y darme motivos para seguir luchando.

A mi abuela Célida de Sánchez, por ser el mejor pilar que Dios me ha podido dar, ejemplo de fuerza y fe.

A mi hermano Ernesto A. Palma, mi compañía permanente.

A mi prima Yaline Guevara, por siempre estar ahí para mí y preocuparse en todos los aspectos.

A mi tía Yasmin Castillo, por ser como una segunda madre y acogerme en mis momentos en todo momento.

A mis tías Doralba Sánchez y Aniela Sánchez por siempre darme apoyo y hacerme sentir que puedo lograr todo lo que me proponga

A mis dos ángeles del cielo, mi madre Daily Sánchez de Palma y mi abuelo Ildelfonso Sánchez, que me dejan un hermoso recuerdo y de los cuales tengo ejemplos intachables.

A mi novio Rafael Mendoza, quien me ha apoyado en todo momento, que me ha sacado una sonrisa cuando más lo necesitaba.

A Dios le dedico mi logro, porque sin el nada es posible.

Maryangel V. Palma S.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por guiar nuestros pasos en todo momento y darnos la fuerza y perseverancia para llegar hasta este punto.

A mi madre por su gran apoyo y demostrarme que nunca nos podemos dar por vencidos.

A mi tía Alicia Amaya por su inmenso cariño y siempre verme como un hijo más para ella.

A mi prima Alicia Díaz por su gran fe en mí y demostrarme que con fe, amor y constancia podemos alcanzar todas nuestras metas.

A mi padrastro Héctor Medina que siempre estuvo allí con nosotros.

A mi primo Orlando Matute que nunca se ha cansado de guiarme por el camino correcto

A mi prima Edmy Díaz por su amor y cariño

A toda mi familia de Barinas la cual siempre recuerdo con mucho cariño

A mi hermana Mónica Vegas que sin importar la distancia siempre me ha demostrado su gran amor.

A mi novia Nathasha Méndez por siempre estar allí a mi lado sin nunca esperar nada a cambio, por demostrarme que todo es posible y regalarme tanta felicidad cada día.

A mi padre Enrique Vegas, mi abuela Edna Teresa Borja y a mi primo José Toledo que hoy en día no me pueden acompañar pero que siempre los llevo conmigo en mi corazón.

Daniel E. Vegas A.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le doy gracias infinitas a Dios por permitirme llegar a este punto, por darme fuerza en momentos difíciles y por concederme tantas alegrías y bendiciones.

A nuestra tutora la Ing. Adriana Márquez por tanta ayuda y conocimientos brindados.

A mi padre Ernesto Palma, por siempre estar orgulloso de quién soy y tener fe en mí.

A mi abuela Célida de Sánchez, por apoyarme y siempre a aconsejarme.

A mi hermano Ernesto A. Palma, por ser mi cómplice y con quien siempre puedo contar.

A mi prima Yaline Guevara, por tanta confianza dada, mi apoyo incondicional.

A mi tía Yasmin Castillo, por brindarme cariño y ser como mi madre.

A mis tías Doralba Sánchez y Aniela Sánchez, que desde lejos me han dado su apoyo y cariño.

A mi novio Rafael Mendoza por brindarme todo su apoyo, por estar ahí en todo momento y por darme su amor incondicional.

Le doy gracias a personas especiales que Dios ha puesto en mi vida, a mi compañero Daniel Vegas por aceptar conmigo este reto, a mis compañeros de camino, todos con un mismo objetivo, mis hermanos con quienes he llorado y he triunfado y a quienes les doy mil gracias por confiar en mí y dejarme entrar en sus vidas, seres humanos maravillosos de los cuales tengo los mejores recuerdos: Carlos Landaeta, M. Carlota Mosqueda, Carlos Hernández, Abril Rodríguez, Jesús Conejeros, Nathasha Méndez, Ricardo Cabrera, Viviana Rodríguez, Héctor Rivas, Francisco Rodríguez, Brigitte Barrios, M. Gabriela Hernández, M. Teresa Mercado.

Maryangel V. Palma S.

## **AGRADECIMIENTOS**

Tengo que darle infinitas gracias a mi madre Alba Amaya quien siempre puso su mayor esfuerzo para darme todo el amor del mundo, por siempre empujarme a dar un poco más y creer en mí.

A nuestra tutora la Ing. Adriana Márquez por su apoyo en este proyecto.

Al Ing. Héctor Boyenes por sus grandes enseñanzas.

Al Ing. Freddy Lanza por su dedicación a que seamos cada día mejor.

A mi familia que siempre me ha tratado con un cariño incondicional en los buenos y malos momentos, mi tía Alicia Amaya la cual considero mi segunda madre, mi prima Alicia Díaz que siempre me ha apoyado en todo, mi prima Edmy Díaz, mi padrastro Héctor Medina por estar allí desde hace tanto tiempo, mi primo Orlando Matute por tantos consejos brindados, a mi novia Nathasha Méndez por ser esa acompañante incondicional en todo momento, a mi compañera de tesis Maryangel Palma por darme el honor de realizar este trabajo junto a ella, a mis amigos universitarios Jesús Conejeros gran amigo el cual recordare siempre, Francisco Rodríguez, Carlos Hernández, Abril Rodríguez, Héctor Rivas, Rafael Mendoza, María Mosqueda, Viviana Rodríguez, Ricardo Cabrera y Carlos Landaeta, A mi amigo y dentro de poco colega Ing. Iader Jaramillo.

A la empresa donde trabajo por su apoyo y tolerancia en todos estos años de carrera.

Daniel E. Vegas A.



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



**ESTIMACION DE PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL  
MUNICIPIO SAN DIEGO 2016: ZONA NORTE, ESTADO CARABOBO**

Daniel E. Vegas A.

C.I:19.882.056

Maryangel V. Palma S.

C.I:24.328.272

Tutor: Ing. Adriana Márquez

**Resumen**

La idea principal de este proyecto es estimar los parámetros hidráulicos del acuífero de San Diego específicamente de la zona Norte, para obtener estos datos se procedió a organizar un plan de visitas a los pozos de la zona norte del municipio de San Diego, las muestras fueron tomas con una sonda PLM y se usó un tobo 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 el segundo en el sector del conjunto residencial El Tulipán. Las coordenadas fueron adquiridas mediante en software de 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 encuentra

entre 160-200 mg/l, cloruros iguales a 8 mg/l y obteniendo unos coliformes totales y fecales menores a 1, 1 NMP/100 ml dando como resultado un cumplimiento en todos los parámetros expuestos según Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta 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 no se encuentran operativos por falta de mantenimiento o no cumplen con las especificaciones técnicas del decreto N° 2048, Gaceta 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 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<sup>-14</sup> clasificando al acuífero como un acuífero confinado.

## ÍNDICE

|   |       |
|---|-------|
| DEDICATORIA .....   | III   |
| DEDICATORIA .....   | V     |
| AGRADECIMIENTOS .....   | VI    |
| AGRADECIMIENTOS .....   | VII   |
| Resumen .....   | VIII  |
| INTRODUCCION .....  | XVIII |
| CAPÍTULO I .....  | 20    |
| Planteamiento de Problema .....   | 20    |
| Objetivo de la Investigación .....  | 23    |
| Objetivo General .....  | 23    |
| Objetivos Específicos .....   | 23    |
| Justificación de la Investigación .....   | 23    |
| Alcances y Limitaciones .....   | 24    |
| CAPITULO II .....   | 26    |
| Antecedentes de La Investigación .....  | 26    |
| Marco de referencia .....   | 30    |
| Bases Teóricas .....  | 33    |
| CAPITULO III .....  | 38    |
| Tipo de investigación .....   | 38    |
| Diseño de la investigación .....  | 38    |
| Población .....   | 38    |
| Muestra .....   | 39    |
| Técnicas e Instrumento de Recolección de información .....  | 39    |
| Fases de la investigación .....   | 42    |
| Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del<br>municipio San Diego ..... | 42    |
| Fase II: Describir los parámetros hidráulicos presentes en la zona .....                            | 47    |

|   |    |
|---|----|
| Fase III: Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero de municipio San Diego..... | 51 |
| CAPITULO IV.....  | 58 |
| RESULTADOS Y DISCUSION .....  | 58 |
| Discusión de resultados.....  | 72 |
| CAPITULO V.....   | 74 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 74 |
| Recomendaciones.....  | 75 |
| Anexo A .....   | 80 |
| Anexo B .....   | 85 |
| Anexo C .....   | 88 |
| Anexo D .....   | 98 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1 Mapa Sectorizado del Municipio</b> .....  | 30 |
| <b>Figura 2 Curva de Theis. Fuente:</b> Guevara y Cartaya (2004) .....  | 37 |
| <b>Figura 3 Sonda marca PLM equipamiento usada para medir nivel. Fuente:</b><br>Los Autores.....  | 41 |
| <b>Figura 4 Tobo para la medicion de caudal variable. Fuente:</b> Los autores ..  | 41 |
| <b>Figura 5 Cronometro. Fuente:</b> Los autores.....  | 41 |
| <b>Figura 6 Pozo #6 perteneciente al A.C conjunto residencial El Tulipán.</b><br>Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio<br>San Diego, Estado Carabobo Fuente: Los Autores .....  | 43 |
| <b>Figura 7 Pozo perteneciente a Villas de San Diego Country club.</b><br>Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio<br>San Diego, Estado Carabobo Fuente: Los Autores .....  | 43 |
| <b>Figura 8 Entrada al programa. Fuente:</b> Google Earth.....  | 44 |
| <b>Figura 9 Marca de posición. Fuente:</b> Google Earth.....  | 45 |
| <b>Figura 10 Coordenadas del punto. Fuente:</b> Google Earth.....   | 45 |
| <b>Figura 11 Barra de herramientas. Fuente:</b> Google Earth.....   | 46 |
| <b>Figura 12 Opciones de Google Earth. Fuente:</b> Google Earth.....  | 46 |
| <b>Figura 13 Marca de posición. Fuente:</b> Google Earth.....   | 47 |
| <b>Figura 14 Medición de nivel en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country<br/>club. Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m,</b><br>Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 22/09/2016. Fuente: Los<br>Autores .....                    | 49 |
| <b>Figura 15 Medición de nivel en el Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El<br/>Tulipán. Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m,</b><br>Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 30/09/2016. Fuente: Los<br>Autores .....                  | 49 |
| <b>Figura 16 Encendido de luz, Medición de nivel en el Pozo # 6 de A.C<br/>conjunto residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N,</b><br>elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha:<br>24/10/2016. Fuente: Los Autores..... | 50 |
| <b>Figura 17 Lectura de profundidad en el Pozo # 3 de Villas de San Diego<br/>Country club. Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495<br/>m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016. Fuente:</b><br>Los Autores.....               | 51 |
| <b>Figura 18 Medición de nivel estático en el Pozo # 1 de A.C conjunto<br/>residencial El Tulipán. Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación</b>  |    |

|   |    |
|---|----|
| 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016.<br>Fuente: Los Autores.....   | 52 |
| <b>Figura 19 Llenado del tobo para la prueba de caudal variable, Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.536,88E;<br>1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores. ....                       | 53 |
| <b>Figura 20 Lectura de nivel del agua, Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán .</b> Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores. ....   | 53 |
| <b>Figura 21 Calculo de distancia lineal.</b> Fuente: Google Earth.....   | 54 |
| <b>Figura 22 Distancia entre puntos.</b> Fuente: Google Earth .....   | 55 |
| <b>Figura 23 Coincidencia de los puntos de las medidas sobre la curva de theis patrón.</b> Fuente: Los Autores. ....  | 56 |
| <b>Figura 24 Distribución de porcentajes según el uso de los pozos del sector norte del municipio San Diego, Edo Carabobo.</b> Fuente: Los Autores .....  | 58 |
| <b>Figura 25 Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395,</b> pozo # 6 A.C conjunto residencial El Tulipán Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores ..... | 62 |
| <b>Figura 26 Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395,</b> Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club. Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores ..   | 63 |
| <b>Figura 27 Variación de nivel estático respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club</b> pozo # 3 Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores. ....  | 64 |
| <b>Figura 28 Variación del nivel dinámico respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club</b> pozo # 3 Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores. ....   | 65 |
| <b>Figura 29 Variación de nivel dinámico respecto al periodo de tiempo. A.C conjunto residencial El Tulipán</b> pozo # 6 Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores. ....   | 65 |
| <b>Figura 30 Variación del Caudal respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club</b> pozo # 3 Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.....  | 66 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 31 Caudal respecto al periodo de tiempo. A.C conjunto residencial El Tulipán pozo # 6</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores. ....  | 66 |
| <b>Figura 32 Caudal vs Tiempo, pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores .....                                    | 69 |
| <b>Figura 33 Descenso vs Tiempo, pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores .....                                  | 69 |
| <b>Figura 34 Informe de resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua. Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club del Municipio San Diego, Estado Carabobo.</b> Fuente: Laboratorio Ambienta Aragua. ....                         | 86 |
| <b>Figura 35 Informe de resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua. Pozo # 6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo.</b> Fuente: Laboratorio Ambienta Aragua. ....                    | 87 |
| <b>Figura 36 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016. Fuente: Los Autores..... | 90 |
| <b>Figura 37 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 12/09/2016. Fuente: Los Autores.....  | 90 |
| <b>Figura 38 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/09/2016. Fuente: Los Autores.....  | 91 |
| <b>Figura 39 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 26/09/2016. Fuente: Los Autores.....  | 91 |
| <b>Figura 40 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 01/10/2016. Fuente: Los Autores.....  | 92 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 41 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores.....                       | 92  |
| <b>Figura 42 Prueba caudal variable, pozo # 6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. 24/10/2016. Fuente: Los Autores .....                                       | 93  |
| <b>Figura 43 Pozo de observación para la prueba de caudal variable Pozo # 1 de A.C conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores. .... | 93  |
| <b>Figura 44 Pozo inactivo. Urbanización Las Aves.</b> Coordenadas 614.023 E; 1.134.115 N. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016. Fuente: Los Autores.....   | 94  |
| <b>Figura 45 Planilla de inventario de aguas subterráneas Villas de San Diego Country club</b> Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores. ...  | 95  |
| <b>Figura 46 Planilla de inventario de aguas subterráneas el tulipán pozo N° 1</b> Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores. ....  | 96  |
| <b>Figura 47 Planilla de inventario de aguas subterráneas el tulipán pozo N° 6</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores .....   | 97  |
| <b>Figura 48 Carta de aprobación A.C conjunto residencial Tulipán</b> Fecha: 10/10/2016.....   | 100 |
| <b>Figura 49 Carta de aprobación Villas de San Diego Country club</b> Fecha 10/10/2016.....  | 101 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1 Valores de Coeficiente de Almacenamiento.</b> Fuente: Javier Sánchez (2001) .....   | 34 |
| <b>Tabla 2 Valores de Transmisividad.</b> Fuente: Benítez (1992) Captación de Aguas Subterráneas .....   | 35 |
| <b>Tabla 3 Identificación geográfica de los pozos en estudio.</b> Fuente: Los Autores .....  | 39 |
| <b>Tabla 4 Cronograma del muestreo, pozo #3 Villa de San Diego Country club.</b> Fuente: Los Autores .....   | 48 |
| <b>Tabla 5 Cronograma del muestreo, pozo #6 A.C conjunto residencial El Tulipán.</b> Fuente: Los Autores .....   | 48 |
| <b>Tabla 6 Identificación geográfica del pozo de observación.</b> Fuente: Los autores.....   | 52 |
| <b>Tabla 7 Identificación geográfica de los pozos en estudio.</b> Fuente: Los Autores. ....  | 59 |
| <b>Tabla 8 Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.</b> Fuente: Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N <sup>o</sup> 36.395.....   | 60 |
| <b>Tabla 9 Clasificación de las aguas según su dureza.</b> Fuente: Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91.....  | 61 |
| <b>Tabla 10 Análisis físico-químico y bacteriológico.</b> Fuente: Los Autores .....  | 62 |
| <b>Tabla 11 Nivel dinámico, Nivel estático y caudal medio de los pozos en estudio.</b> Fuente: Los Autores .....   | 64 |
| <b>Tabla 12 Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.</b> Fuente: Los Autores.....  | 67 |
| <b>Tabla 13 Valores obtenidos de la prueba caudal variable del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.</b> Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores. .... | 68 |
| <b>Tabla 14 Puntos de ajuste en el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.</b> Fuente: Los Autores.....   | 71 |

**Tabla 15 Parámetros para el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.** Fuente: Los Autores..... 71

**Tabla 16 Parámetros hidráulicos del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores ..... 71

Anexo C.1 **Tabla 17 Valores de nivel estático, nivel dinámico y caudal. Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club,** del pozo # 6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán y del del pozo #1 de A. C. conjunto residencial El Tulipán todos pertenecientes a la zona norte del municipio San Diego ..... 89

## INTRODUCCION

La naturaleza sabiamente aporta los elementos necesarios para el equilibrio ecológico y la sustentabilidad de sus benefactores, no obstante, diversos factores irrumpen ese equilibrio provocando el desbalance y posteriormente caos ambiental que obviamente termina afectando su propio entorno y por ende la población humana.

Tal es el caso del agua, que es un vital elemento de vida y que no solo sirve para aseo personal sino para la producción alimenticia del mundo y del propio ser humano así como de cualquier ser vivo que en el planeta exista.

El difícil acceso al vital líquido debido a los problemas tanto de planificación urbanística como de contaminación de las aguas o poco mantenimiento en las plantas de tratamiento ha generado una creciente tendencia a la creación de pozos de agua, bien sea por su potabilidad o por su fácil adquisición en comparación con un sistema de tuberías, el problema radica en la creación desmesurada de los mismo y el mal uso que ha estos se les da. El conocimiento de los parámetros hidráulicos de los pozos de San Diego permitirá emprender el monitoreo de su sustentabilidad y así evitar la sobre explotación, también generar una base de datos para las autoridades de San Diego para su desarrollo urbanístico a futuro y así obtener una buena administración del agua.

En el capítulo I de esta investigación se muestra el planteamiento de problema, los objetivos de la investigación tanto generales como específicos, la justificación, los alcances y limitaciones, en el capítulo II encontrarán los antecedentes el marco de referencia y bases teóricas de la investigación, en el capítulo III se describe el tipo de investigación realizada para la investigación y en el capítulo IV se representan los resultados obtenidos y su discusión, mostrando en el capítulo V las conclusiones y recomendaciones de dicho estudio.

# **TITULO: ESTIMACION DE PARAMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO 2016: ZONA NORTE, ESTADO CARABOBO**

## **CAPÍTULO I**

### **El problema**

#### **Planteamiento de Problema**

Según el Banco Mundial (2006) El descenso del nivel freático medio se produce siempre que hay una extracción continuada de agua en el acuífero. Sin embargo, este descenso no significa que el acuífero esté sobreexplotado. Normalmente lo que sucede es que el nivel freático busca una nueva cota de equilibrio en que se estabiliza. La sobreexplotación se produce cuando las extracciones totales de agua superan a la recarga, pudiendo ser una causa el crecimiento rápido de la población aledaña.

De acuerdo con Montes (2011) El nivel freático está sujeto a oscilaciones de acuerdo con la recarga del acuífero, descendiendo durante las épocas de sequía o de máximo estiaje, por efecto de la evaporación, mientras que cuando la pluviometría es abundante asciende llegando incluso hasta la superficie, originando localmente surgencias de agua que constituyen las fuentes o manantiales. Si se observan descensos del nivel con el tiempo, se dirá que se está explotando una reserva, pues ello es indicativo de que se extrae un volumen de agua superior a la recarga, con lo cual el acuífero no puede recuperarse y acabará agotándose al cabo de un cierto tiempo (acuífero sobreexplotado).

Según el Banco Mundial (2006) El agua subterránea se explota mediante la perforación de pozos de extracción, frecuentemente en campos de pozos.

Tales campos se diseñan con base en una respuesta (cambio en los niveles y flujo del agua subterránea) pronosticada y aceptable del acuífero para un cierto nivel de extracción. Esos pronósticos generalmente se hacen con modelos numéricos que simulan la respuesta del acuífero bajo diferentes escenarios de extracción.

Los pozos se pueden secar si el nivel freático cae por debajo de su profundidad inicial, lo que ocurre ocasionalmente en años de sequía, y por las mismas razones pueden secar los manantiales. El régimen de recarga puede alterarse por otras causas, como la reforestación, que favorece la infiltración frente a la escorrentía, pero aún más favorece la evaporación, o por la extensión de pavimentos impermeables, como ocurre en zonas urbanas e industriales.

El efecto más directo de la sobreexplotación es el empeoramiento de la calidad química de las aguas subterráneas, a causa de factores como la menor disolución de las aguas antiguas almacenadas en el acuífero con las nuevas de la recarga anual, lo que favorece la concentración de sales, la salinización de los pozos por el avance de las aguas marinas tierra adentro al alterarse del equilibrio agua dulce-agua salada, la recarga inducida de las aguas contaminadas de los ríos a los acuíferos, ya que los ríos pasan de ser efluentes a ser influyentes, recarga inducida de las aguas contaminadas por lixiviación de los focos contaminantes situados sobre el acuífero. También pueden producirse riesgos geofísicos como la sobreexplotación de algunos acuíferos puede inducir a la subsidencia del terreno al disminuir la presión efectiva que ejercen las aguas subterráneas, produciéndose asentamientos y colapsos de suelos y el abandono del bombeo en un acuífero sobreexplotado puede provocar una subida rápida del nivel freático, inundando aquellas edificaciones que habían sido construidas cuando los niveles estaban más bajos

En la República Bolivariana de Venezuela se ha estimado que las reservas renovables son de aproximadamente 22.312 millones de m<sup>3</sup> y las reservas totales a la margen izquierda del río Orinoco de 8 billones de m<sup>3</sup>, si bien se estima que el potencial de aguas subterráneas es significativo, su uso no está siendo apropiadamente controlado, tampoco existe un inventario actualizado, que suministre el conocimiento preliminar de las características Hidrogeológicas y proporcione la base de datos necesaria para una adecuada planificación de los trabajos de investigación que conduzcan a emprender su manejo sustentable (Duran, 2011)

En el Estado Carabobo, debido a sus características geográficas, presencia de la cuenca del lago de Valencia como una cuenca cerrada (endorreica), el acelerado crecimiento poblacional de los últimos 20 años y al desarrollo industrial (principal centro industrial del país), así como también al crecimiento del parque automotor, ha confrontado una diversidad de problemas interrelacionados que afectan las condiciones ambientales y atentan contra la calidad de vida de sus habitantes.

El agua representa uno de los factores fundamentales para el desarrollo de las actividades económicas del estado, es de allí, que surge el objeto de estudio de esta investigación, a fin de estimar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego 2016, zona norte, que permitirán una estimación de sus parámetros que sean aprovechables tanto en la administración del estado como de los pobladores que reciben dicho beneficio.

¿Cuáles pozos subterráneos podrán ser medidos en su variable de nivel?

¿Cuál es el valor de transmisividad y coeficiente de almacenamiento de los pozos del municipio San Diego?

## **Objetivo de la Investigación**

### **Objetivo General**

Estimar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego Edo Carabobo

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego
- Describir los parámetros hidráulicos presentes en la zona
- Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero de municipio San Diego

## **Justificación de la Investigación**

A nivel global, el agua subterránea representa unas veinte veces más que el total de las aguas superficiales de todos los continentes e islas, de ahí la importancia de esta agua como reserva y como recurso de agua dulce. Además, tiene un importante papel en la naturaleza. El efecto de la gran reserva de agua respecto al flujo anual, es esencial para mantener el caudal de base de muchos ríos y la humedad del suelo en las riberas y áreas bajas.

Es de suma importancia conocer los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego y si existen o no alteraciones en los parámetros del mismo, ya que no solo reviste en el mejor aprovechamiento de

los recursos hídricos, sino que además brinda soporte técnico a las autoridades municipales y el plan de FUMCOSANDI (Fundación para el mantenimiento urbano y conservación del municipio San Diego), en donde este último regula los proyectos de ambiente del municipio cónsonos al plan de la patria 2013 -2019, en un conjunto de acciones que hacen posible la toma de previsiones y preservación del acuífero y su medio natural

El conocimiento de dichas estimaciones de parámetros permitirá a los entes reguladores del estado y sus beneficiarios un mejor conocimiento tanto en el plano social, como lo es el desarrollo urbanístico disponible para la zona en base a la capacidad de dicho acuífero, en donde los recursos económicos invertidos sean de aprovechamiento máximo tanto para el proyecto como del mismo estado en materia de inversión.

Además, el conocimiento de los parámetros hidrogeológicos permiten a los participantes de esta investigación y estudios futuros, un mejor enfoque en proyectos en cuanto al área topográfica de trabajo, así como el abordaje directo de las cuencas hídricas sus fluentes, preservación y explotación por parte de las comunidades aledañas, uso irracional y explotación de caudales por deforestaciones o uso de pesticidas, entre otros muchos temas.

### **Alcances y Limitaciones**

El alcance del estudio en las estimaciones de los parámetros acuíferos del municipio San Diego servirá para el fortalecimiento de los patrones reguladores de los mismos, manteniendo un equilibrio ecológico que reviste su patrón de conducta natural a pesar de la explotación del mismo para el consumo humano, sus parámetros y la sustentabilidad de los acuíferos. Las mediciones serán tomadas 1 vez por semana a lo largo de 2 meses.

La delimitación del presente trabajo se encuentra en el municipio San Diego del Estado Carabobo que enclava en el extremo Centro-Norte de la región central de país, utilizando la zona norte del municipio para el lugar de estudio. Por otro lado, este estudio sigue la línea de investigación adjunta al centro de investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo

La mala construcción de pozos fuera del decreto N° 2048 Norma para la ubicación, construcción y mantenimiento de pozos destinados a la distribución de agua potable Gaceta N° 36.298 dificulta la obtención de los datos debido a que muchos se ven contaminados por infiltración y tienen que ser clausurados por estar fuera de las normas constructivas, también tomando en cuenta la dificultad que propone una mala construcción al momento de utilizar los aparatos ya que se puede poner en riesgo dichos instrumentos al quedar atacados con los cables de los equipos para bombeo, muchos de los pozos de la zona norte no cumplen con las especificaciones de proveer un pozo de observación según la Norma para la ubicación, construcción y mantenimiento de pozos destinados a la distribución de agua potable Gaceta N° 36.298

En cuanto a las limitaciones las escasas bibliografías que se pueda conseguir con el fin de dirimir algunas dicotomías o incongruencias con otras investigaciones bibliográficas, de igual forma el traslado al área de investigación se ve obstruida por los organismos del ente regulador para el público lo que dificulta la obtención de datos en el campo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes de La Investigación**

Mosquera y Parravano (2005), señalan que los modelos de simulación son una herramienta de análisis que permiten un mejor entendimiento del comportamiento hidráulico e hidrogeológico de un acuífero, así como también la predicción de casos específicos. El Modelo Hidrogeológico Conceptual es la idealización y/o simplificación de las características conocidas de un lugar para facilitar una aproximación práctica que comprende las siguientes características: (a) el número de niveles o capas del acuífero; (b) características del suelo, que incluye el agrupamiento macroscópico de tipos de suelos conocidos para definir las unidades hidroestratigráficas primarias; (c) 38 condiciones iniciales del nivel freático; y (d) límites horizontales y verticales. Estos tipos de simulaciones permiten comprender un mejor bombeo permisible en el acuífero, ya que puede predecir el bombeo y los impactos del flujo, así como analizar riesgos ambientales.

Según la Rockware, Inc (2011), Visual Modflow 4.2 Pro® ha sido diseñado específicamente para aumentar la productividad de modelado y disminuir la complejidad típicamente asociada con la construcción de flujos subterráneos y modelos de transporte de contaminantes.

Por otro lado García y Ramírez (2015) En el trabajo de investigación perteneciente a la Universidad de Carabobo, su fin fue crear una base de datos, representadas en mapas georreferenciados usando el Software ArcGIS 10.0. Para lograr esto se desarrollaron 4 fases. En la primera fases se, recolectaron los datos de ubicación de los pozos, y revisión de la información litológica, en la

segunda fase se revisaron los estudios fisicoquímicos de las aguas subterráneas, y se realizaron pruebas de caudal variable, en la fase 3 se aplicó el método de Theis para conocer la Transmisividad, y el coeficiente de almacenamiento y en la cuarta fase se realizaron los mapas piezométricos de los pozos estudiados. De los datos litológicos junto con el coeficiente de almacenamiento se dedujo que el acuífero estudiado es del tipo confinado, el valor de Transmisividad es muy bajo, además que la composición química de estas aguas es idónea para el consumo humano, se pudo determinar que en el área hay 76 pozos con profundidades mayores de 80m de los cuales 87% están activos. Tomando en cuenta que el nivel estático de los pozos comprenden profundidades que van desde 12- 24 m, y el agua proviene de descompresión entonces se puede concluir que el nivel freático en la zona está por debajo de los 12m de profundidad.

Asimismo Carrilo (2015) menciona que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la evaluación de la vulnerabilidad del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, a fin determinar los grados de vulnerabilidad a la contaminación en muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto en los diferentes sectores del municipio, la investigación se tipifica como descriptiva, con diseño de campo. Para recolectar la información se empleó la revisión documental, la observación directa mediante el uso de planillas de registros y el método DRASCTIC para determinar los grados de vulnerabilidad del acuífero, para la localización geográfica de cada pozo se utilizó un equipo de posicionamiento satelital (receptor GPS), el nivel del agua fue medida semanalmente con una sonda de 0 a 300 metros durante el periodo noviembre-diciembre 2014 y enero-abril 2015, cada aprovechamiento de agua subterránea fue georreferenciado usando el Software Arcgis 10.0. Se encontraron: 108 pozos, 91% de los pozos activos, profundidad total entre 38 y 175 m, caudal 2,5 y 20 l/s, nivel estático 5,20 y 45 m, nivel dinámico 9,1 y 120 m, pH 6,37 y 7,1.

Alcalinidad 48 y 146 mg/l. sólidos disueltos totales 91 y 138 mg/l. dureza total 8 y 178 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Cloruro 3 y 40 mg/l. carbonatos 3,39 y 18,8 mg/l. El perfil litológico predominante incluye los siguientes materiales: material de relleno, arcilla limosa, arcilla arena media, arcilla con lentes de arena, arena media con lentes de arcilla. Los parámetros hidráulicos bajos y perfil litológico conducen a acuífero entre confinado semiconfinado.

También Vegas y Álvarez (2011), describen que es de gran importancia conocer las características y evaluar el comportamiento del acuífero con la finalidad de implementar una eficiente gestión de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como para mitigar o prevenir la contaminación de los acuíferos conectados a las aguas superficiales. Modelizar el flujo de agua subterránea a menudo se encuentra limitado por la complejidad del sistema y la falta de datos u observaciones in situ, especialmente en las cuencas de montaña. Para evaluar el potencial del flujo de aguas subterráneas es necesario conocer los parámetros hidráulicos del acuífero superficial tales como la Transistividad (T), la difusividad (T/S) y el coeficiente de almacenamiento (S) de un acuífero en particular. Tradicionalmente estos parámetros se obtienen en base a pruebas de bombeo, sin embargo a escala regional, estos métodos son muy costosos y difíciles de llevar a cabo.

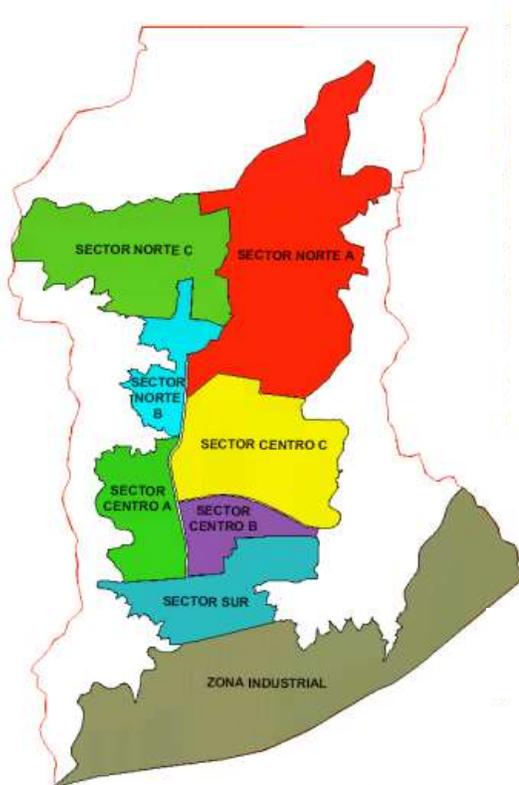
Vallejo y Farías (2016), establecen que el trabajo de investigación procedente de la Universidad de Carabobo que se enfocó principalmente en la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego en el sector Norte B y C, Estado Carabobo, durante el año 2015, los cuales se realizaron representando una base de datos en mapas georreferenciados con uso SoftwareArcGIS 10.0. Para llevar a cabo la realización de los mapas, se recolectaron datos como la ubicación de 26 pozos y las diferentes características del acuífero con información recopilada en

campo o mediante entidades públicas y/o empresas privadas. Se realizaron pruebas de caudal variable, donde se obtuvieron datos necesarios para estimar parámetros hidráulicos del acuífero, aplicando el método de Theis, se obtuvo la transmisividad (T) 10.32 m<sup>2</sup>/d y coeficiente de almacenamiento (S) 4.33E-04 ,el nivel estático se mantuvo en un rango de los 440 a los 470 m.s.n.m; La variación del pH de los pozos en estudio se encuentre en el rango de 6.37 y 7.20 lo que indica que los pozos a estudiar tienen valores aceptables para el consumo.

## Marco de referencia

San Diego, es uno de los 14 municipios autónomos que conforman el Estado Carabobo, ubicado en la Región Central de Venezuela. Forma parte del Área Metropolitana de la ciudad de Valencia. Está ubicado al norte del Lago de Valencia, teniendo una población para el 2014 según Catastro de 132.947 habitantes. Limita al norte con el Municipio Puerto Cabello, al sur con el Municipio Los Guayos y Municipio Valencia, al este con el Municipio Guacara y al oeste con el Municipio Naguanagua y Municipio Valencia.

### Sectorización del Municipio San Diego



El Municipio San diego se encuentra Sectorizado de la siguiente manera, según la Alcaldía del mismo (**Catastro, 2014**)

**Figura 1 Mapa Sectorizado del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.**

Fuente: Alcaldía de San Diego (Pagina web)

- NORTE A: La Josefina I, La Josefina II, Casco Histórico de San Diego, Las Mercedes, Cumaquita, Sanchero, Lambedero, Cumaca, Valles del Norte, Villas de Alcalá, Sabana del Medio, Los Tamarindos, San Francisco de Cupira, La Lopera, Mini Granjas San Diego, Mini Granjas Colonial, El Polvero, Parcelamiento Higuerote, Villa del Rey, Asoprobivisan, la Leonera, El Otro Lado, Las Morochas I, II, III, IV, Valle Fresco Norte, La Ponderosa, El Manantial, Santa Eduvigis, Montecarmelo, Los Pinos, Pueblo Nuevo, Guarda Tinaja, Villa Jardín, Trigal San Diego, Villa del valle 2000, Villas del valle 2001, Villas del Valle 2002, Rivera Country, Parque Campestre La Cumaca, Fundo el Carmen, Terrazas de San Diego Country, Cariagua, Paraíso San Diego, Villa la Ponderosa, Paula Berbesia, San Rafael, Conjunto Residencial Los Tamarindos, Los Bachilleres, Villas de Campo, Villa del Sol, El Refugio, Valle del Nogal, Tiranitas, Trinas, Tiziana Villa, Valle Real, Villa Ixora, Las Trinitarias, El Origen, Manantial, Villas de San Diego Country
- NORTE B: Villa Bahía, Las Caobas, Ciudad Montemayor, Los Faroles, Monteserino 12, Santa Marta, Divino Niño, Monteserino, Bosqueserino, Parqueserino, Villaserino, Villa Maporal, Aves de Paraíso, Villas Monterrey, Las Majaguas, Los Colores, Las Aves.
- NORTE C: El Remanso, Residencia Los Tulipanes, Parcelamiento San Antonio, Valparaíso, Los Frailes, Villaserino country Park, Brisas de San Diego, Lomas de la Hacienda, Senderos de San Diego.
- CENTRO A: Urb. Morro II, Pozo Esmeralda, Colinas de San Diego, Colinas de San Diego II, Terrazas de San Diego, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda.

- CENTRO B: Urb. Morro I, Las Gaviotas, Resd. Los Andes I y II, Villas de San Nicolás, Valle Verde, Yuma I y II.
- CENTRO C: Poblado San Diego, Valle de Oro, Yuma 26, Hacienda la Caracara, Villas la caracara, La cruz de San Diego, Conjunto Residencial San diego Plaza, Resd. Los Anaucos, Terranostra, Resd. Orión, Aceprovica, El Parque, Chalets Country, San sur.
- SUR: Campo Solo, Condominios Villa Laguna, Paraíso Altamira, Arales, Fundación Los Cedros, Primero Mayo, Los Próceres, Colinas de San Diego, Asentamiento Campesino Santa Ana, Ciudadela Enrique Bernardo Núñez, Ciudadela Valencey, Urb. Emanuel, Altos de Paraíso, Los Harales, Colinas de los Arales, Los Magallanes, Complejo los Jarales, Paso Real, Laguna Club Residencial.
- ZONA INDUSTRIAL: Urb. Industrial Castillito, Urb. Industrial Terrazas de Castillito, Urb. Industrial San Diego, Urb. Industrial Castillete, Mozanga, Fundo la Unión, Terminal de Pasajeros Big Low Center.

El Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas argumenta que para complementar el suministro de agua del Sistema Regional del Centro y como parte del Plan Nacional del Agua desarrollado por el Gobierno Bolivariano de Venezuela, la Compañía Anónima Hidrocentro adelanta la construcción de ocho fuentes subterráneas en distintas comunidades pertenecientes a los municipios de la Zona Metropolitana de Valencia y el occidente de Carabobo. Una de ellas es el pozo ubicado en la urbanización Las Majaguas en el municipio San Diego (Zona: Norte B)

## Bases Teóricas

### Acuífero confinado

También llamados cautivos, a presión o en carga. El agua está sometida a una presión superior a la atmosférica y ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. Si perforamos, el nivel de agua asciende hasta situarse en una determinada posición que coincide con el nivel de saturación del acuífero en el área de recarga. Si la topografía es tal que la boca del pozo está por debajo del nivel del agua, el pozo es surgente o artesiano; si no es así el nivel del agua ascenderá hasta el nivel correspondiente, pero no será surgente. La superficie piezométrica es una superficie ideal resultante de unir todos los niveles en diferentes perforaciones que capten el acuífero.

La forma más común de realizar una prueba de bombeo, es bombeando agua desde un pozo, a una tasa constante, por lo menos durante un día, mientras se miden cuidadosamente los niveles de agua en los pozos de observación. Cuando el agua es bombeada desde el pozo de bombeo, la presión en el acuífero disminuye, provocando el descenso del nivel de agua en los pozos de observación. El descenso disminuye radialmente desde el pozo de bombeo, y aumenta a medida que el bombeo continúa.

Las características del acuífero evaluadas más comúnmente son:

- ✓ Coeficiente de almacenamiento (S)
- ✓ Transmisividad (T)

**Coeficiente de almacenamiento:** Es adimensional. Se refiere al volumen que es capaz de liberar el acuífero al descender en una unidad el nivel piezométrico

( o la presión ). Se define como el volumen de agua que puede ser liberado por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura la del espesor saturado, si se produce un descenso unidad del nivel piezométrico. Toma valores diferentes según sea el acuífero libre o cautivo.

**Tabla 1 Valores de Coeficiente de Almacenamiento.** Fuente: Javier Sánchez (2001)

| <b>COEFICIENTE DE ALMACENAMIENTO (S)</b>   |  |
|--|--|
| <b>Acuíferos libres</b> (porosidad eficaz): 0,3 a 0,01 ( $3 \cdot 10^{-1}$ a $10^{-2}$ ) | El agua proviene del vaciado de los poros                                      |
| <b>Acuíferos semiconfinados</b> (coef. de almacenamiento): $10^{-3}$ a $10^{-4}$         | El agua proviene de descompresión y de los rezumes desde las capas confinantes |
| <b>Acuíferos confinados</b> (coef. de almacenamiento): $10^{-4}$ a $10^{-5}$             | El agua proviene de descompresión  |

**Transmisividad:** La transmisibilidad hidráulica de un acuífero es la tasa de flujo bajo un determinado gradiente hidráulico a través de una unidad de anchura de acuífero de espesor dado, y saturado. Es el producto del espesor saturado de dicho acuífero y la conductividad hidráulica (K). Se mide en una unidad de superficie dividida en una unidad de tiempo. Tiene dimensiones:  $[m^2]/[día]$  o  $L^2 \cdot T^{-1}$

En otras palabras, transmisividad (T), es el volumen de agua que atraviesa una banda de acuífero de ancho unitario en la unidad de tiempo y bajo la carga de un metro. Es representativa de la capacidad que tiene el acuífero para ceder agua.

**Tabla 2 Valores de Transmisividad.** Fuente: Benítez (1992) Captación de Aguas Subterráneas

| TRANSMISIVIDAD (T)      |                        |
|-------------------------|------------------------|
| T (m <sup>2</sup> /día) | CLASIFICACION ESTIMADA |
| T < 10                  | Muy Baja               |
| 10 < T < 100            | Baja                   |
| 100 < T < 500           | Media                  |
| 500 < T < 1000          | Alta                   |
| T > 1000                | Muy alta               |

### Formula de theis

La solución de Theis fue adoptada por Charles Vernon Theis (que trabajaba para el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1935, desde la literatura de transferencia de calor (con la ayuda matemática de C.I.Lubin), para un flujo radial 2-D hacia un punto, en un acuífero simple, homogéneo e infinito. La solución es:

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

$$u = \frac{r^2 S}{4 T t} \quad \text{Despejando S} \quad S = \frac{4 T t u}{r^2} \quad (2)$$

Dónde:

**s**= es el descenso (cambio en la presión hidráulica en un punto desde el comienzo de la prueba)

**u**= es un parámetro adimensional

**Q**= es la tasa de bombeo del pozo (volumen por unidad de tiempo, en m<sup>3</sup>/s)

**T y S** son la transmisividad y el almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m<sup>2</sup>/s y adimensional respectivamente)

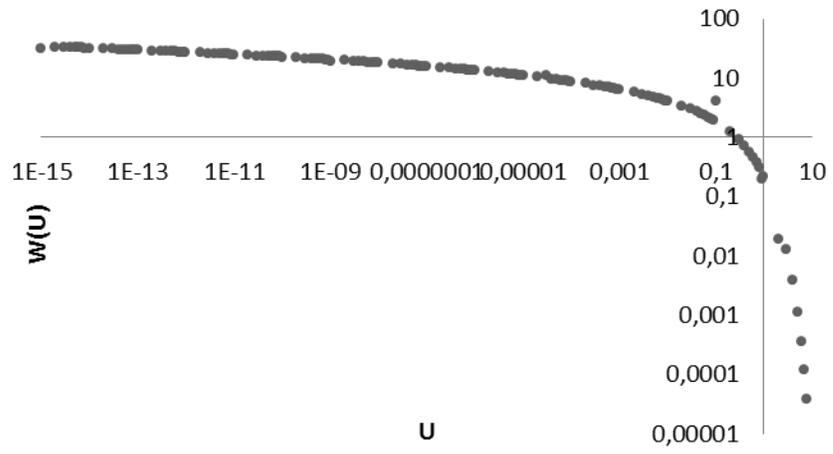
**r**= es la distancia al pozo de bombeo, donde se observa el descenso (en metros),

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

**W(u)**= es la "Función de pozo" (llamada también la integral exponencial, E<sub>1</sub>, en literatura no relacionada a la hidrogeología).

Típicamente esta ecuación se utiliza para encontrar los *T* y *S* promedio, cerca del pozo de bombeo, a partir de los datos de descenso recolectados durante la prueba de bombeo. Esta es una forma simple de modelamiento inverso, ya que el resultado (*s*) es medido en el pozo, *r*, *t*, y *Q* son observados, y los valores de *T* y *S* que mejor reproduzcan los datos observados son puestos en la ecuación hasta que el mejor ajuste entre los datos observados y la solución analítica sea encontrada.

La ecuación de Theis no puede solucionarse directamente. Para superar este problema, Theis ideó un método conveniente gráfico, la solución que implica el uso de la curva mostrada a continuación:



**Figura 2 Curva de Theis. Fuente: Guevara y Cartaya (2004)**

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLOGICO**

#### **Tipo de investigación**

Por la forma de obtención y recolección de datos, esta investigación se realiza como Investigación no experimental descriptiva con estudio de campo, que según Fernández, Hernández y Lucio (2010) en estas investigaciones se miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar, los estudios descriptivos pueden ofrecer la posibilidad de predicciones aunque sean rudimentarias.

#### **Diseño de la investigación**

De Acuerdo con Fernández, Hernández y Lucio (2010) la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hacen en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. Entonces se puede afirmar que el diseño de la investigación es no experimental

#### **Población**

La población es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo. Por consiguiente la población está sujeta al acuífero en

estudio ubicado en el municipio San diego Zona: Norte, dicha zona cuenta con un total de 76 pozos de agua profunda.

### Muestra

Fernández, Hernández y Lucio (2010), establecen que en esencia, la muestra es un subgrupo de la población .En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra, en este caso se seleccionaran dos (2) pozos de la población, ubicados en las zona norte A y B, el pozo #6 del A.C conjunto residencial El Tulipán y el otro en Villas de San Diego Country club pozo #3.

**Tabla 3 Identificación geográfica de los pozos en estudio.** Fuente: Los Autores

| IDENTIFICACION DE LOS POZOS DE AGUAS SUBTERRANEAS  |                 |              |     |                 |             |           |                            |
|--|-----------------|--------------|-----|-----------------|-------------|-----------|----------------------------|
| URBANIZACION                                       | COORDENADAS (m) |              |     | PROFUNDIDAD (m) | SECTOR      | MUNICIPIO | USO                        |
|  | X               | Y            | Z   |                 |             |           |                            |
| <b>A.C conjunto residencial El Tulipan pozo #6</b> | 613.536,88      | 1.134.540,80 | 480 | 150             | Monteserino | San Diego | Abastecimiento Poblacional |
| <b>Villas de San Diego Country club Pozo #3</b>    | 615.974,25      | 1.137.460,67 | 495 | 160             | La Cumaca   | San Diego | Abastecimiento Poblacional |

### Técnicas e Instrumento de Recolección de información.

Las técnicas de recolección de información se refiere a los procedimientos que originan información válida y confiable para ser utilizada como datos científicos; se utilizó la técnica de observación estructurada ya que los autores construyeron un plan referente a las características a observar y a los datos que

deben ser recolectados, aunado a la revisión documental, puesto que la información requerida para efectos de la investigación en algunos casos ya se encontraba registrada por propietarios de pozos y entes públicos, sin embargo ésta, no se encuentra sistematizada en una base de datos.

Rodríguez, Ochoa y Pineda (2012), acotan que en cada investigación existe un tipo particular de análisis para recabar la información requerida, pudiendo combinarse varias estrategias en cada paso de la misma.

Afirma Sabino (1992), que la observación es una técnica que consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar.

Para Hernández y Col (2006), un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información.

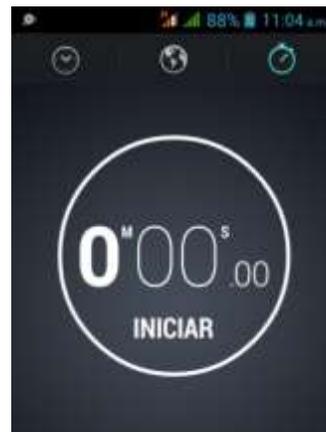
Para fines de la investigación se empleó un instrumento elaborado previamente por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente del Estado Carabobo, el cual incluye la ficha de registro que está constituida por dos partes. La primera está conformada por cinco ítems a saber: identificación y ubicación del pozo, datos de su construcción, estado actual del pozo, uso y nivel del agua.



**Figura 3 Sonda marca PLM equipamiento usada para medir nivel.** Fuente: Los Autores



**Figura 4 Tobo para la medición de caudal variable.** Fuente: Los autores



**Figura 5 Cronometro.** Fuente: Los autores

## **Fases de la investigación**

### **Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego**

Se procedió al reconocimiento visual de los pozos existentes en la zona de estudio, para esto se coordinó una visita con el Ing. Víctor Carrillo perteneciente al Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas con el fin de establecer los pozos en donde se realizaran las mediciones respectivamente.

Es importante destacar que la visita fue a la mayoría de los pozos de la zona y como prueba de selección de los pozos para este estudio se le introdujo la sonda por el orificio destinado a ello, con la finalidad de observar si esta se trancada, debido a que por este mismo orificio pasa el cableado eléctrico que alimenta el sistema de bombeo, los cuales en ocasiones obstruyen en libre paso de la sonda; se debe tener prevención en este aspecto, ya que es un aparato muy delicado y costoso.

En otro orden de ideas en algunos lugares y urbanizaciones es difícil hacer el contacto con la persona o ente encargado del pozo lo que dificulta nuestra accesibilidad a los mismos. También los pozos que años anteriores se encontraban activos actualmente no están en funcionamiento como es el caso del pozo #1 de Villas de San Diego Country club y el pozo en la Urbanización de La Esmeralda.



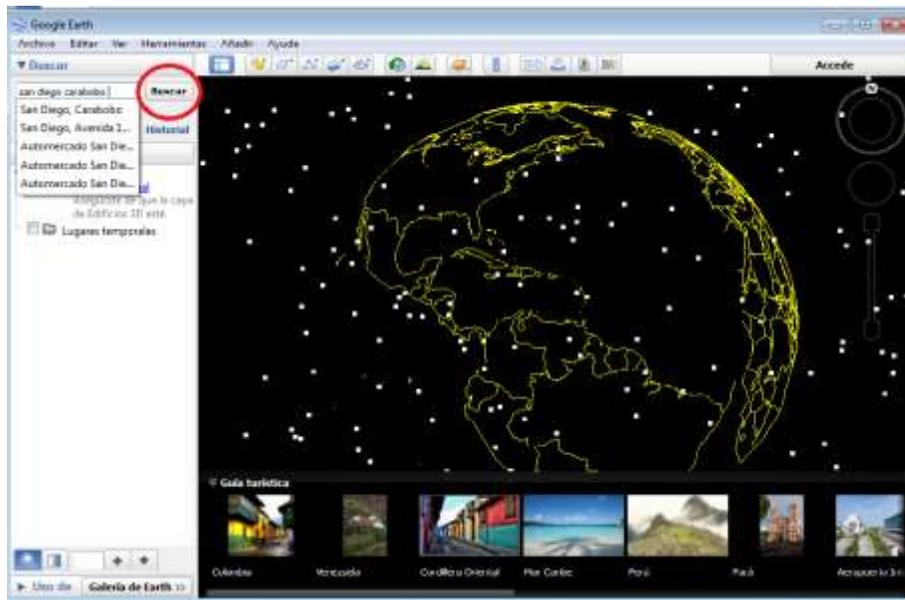
**Figura 6 Pozo #6 perteneciente al A.C conjunto residencial El Tulipán.**  
Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio  
San Diego, Estado Carabobo Fuente: Los Autores



**Figura 7 Pozo perteneciente a Villas de San Diego Country club.**  
Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio  
San Diego, Estado Carabobo Fuente: Los Autores

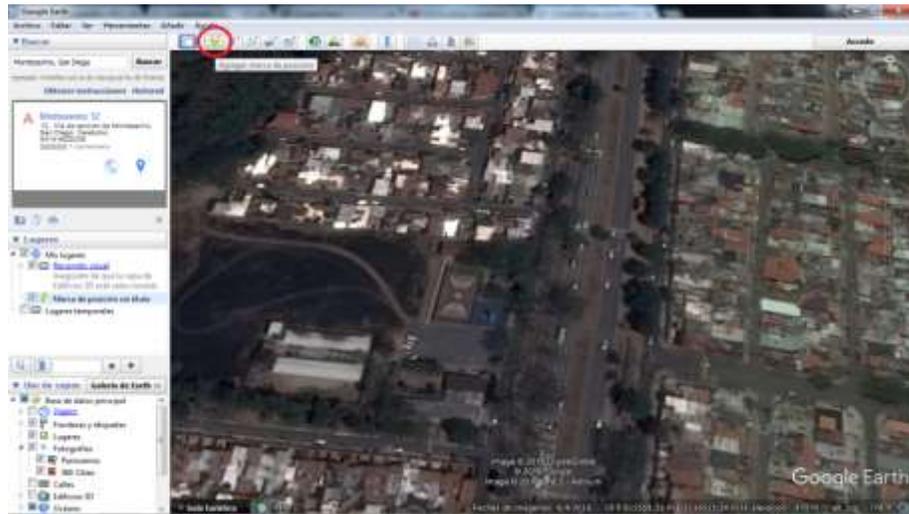
Para la ubicación geográfica de los pozos en estudio, se utilizó el software de Google Earth con la finalidad de establecer las coordenadas geográficas de los pozos, para ello se procedió con el siguiente procedimiento:

- 1- Al abrirse el programa en “buscar” se coloca la ubicación deseada



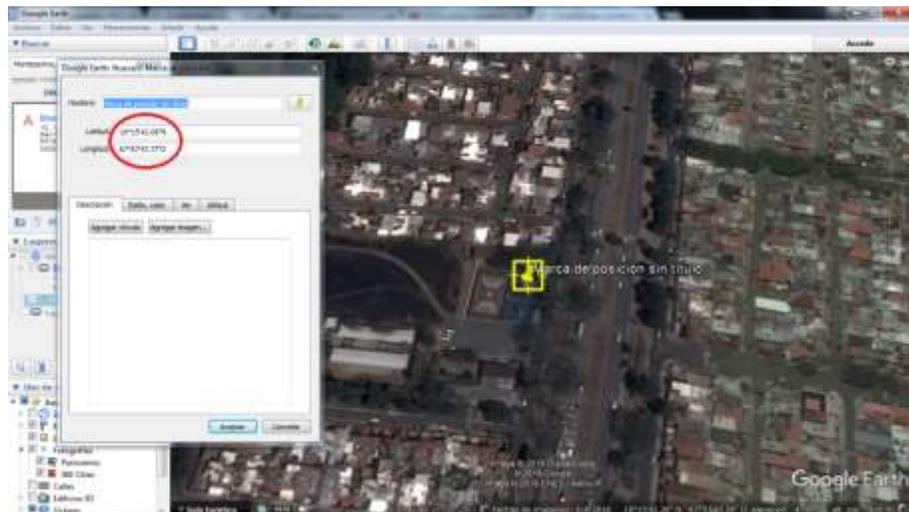
**Figura 8** Entrada al programa. Fuente: Google Earth.

- 2- Hacer clic en “Agregar nueva/o marca de posición” para precisar el punto de lectura de coordenadas



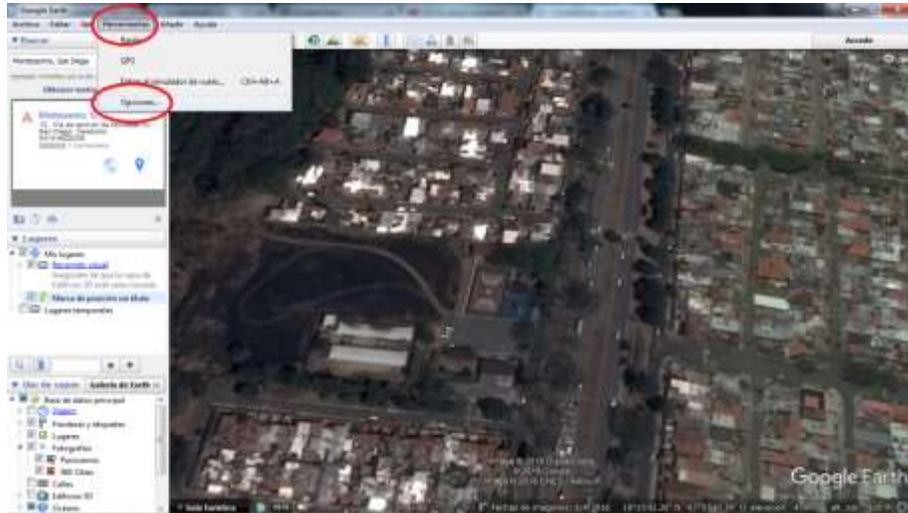
**Figura 9 Marca de posición.** Fuente: Google Earth

- 3- Observar en la ventana mostrada que las coordenadas predeterminadas del programa están en grados, minutos y segundos, deben ser cambiadas a coordenadas UTM.



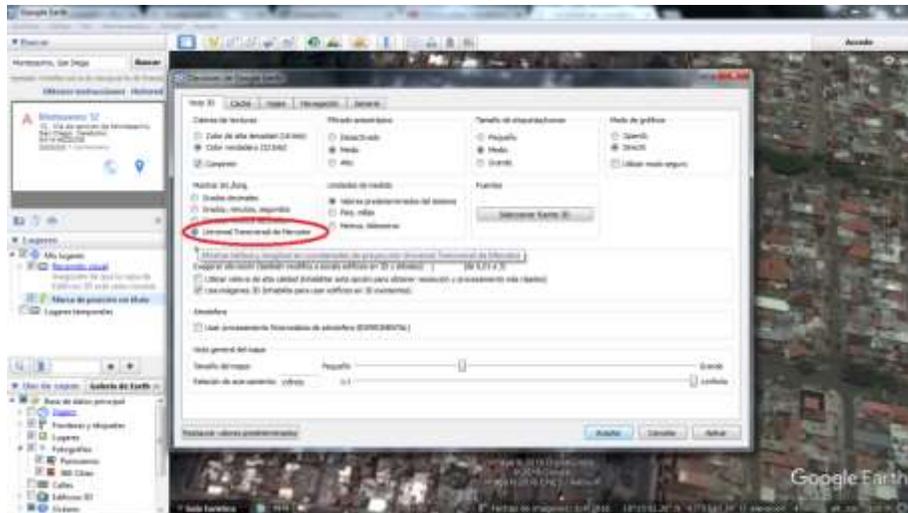
**Figura 10 Coordenadas del punto.** Fuente: Google Earth.

- 4- Para la conversión al sistema UTM hacer clic en Herramientas – Opciones



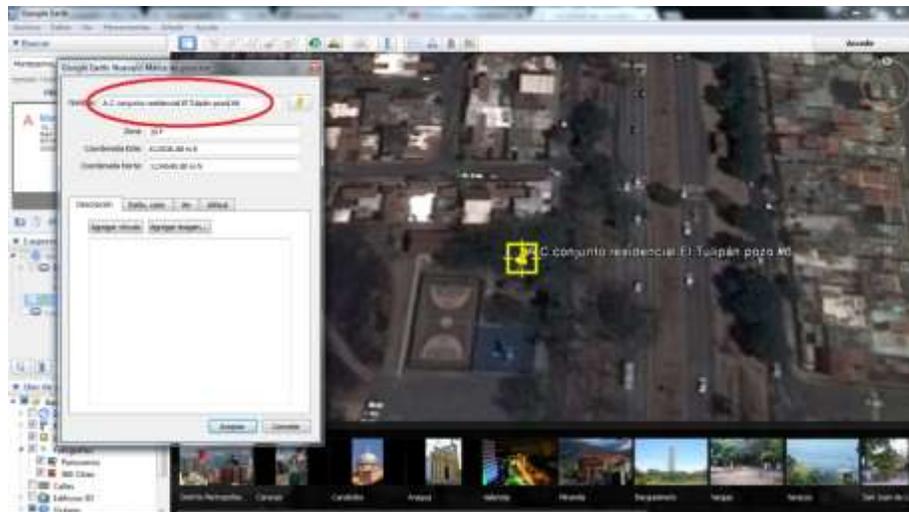
**Figura 11 Barra de herramientas.** Fuente: Google Earth

5- Se abrirá una ventana, en esta se seleccionara la opción “Vista 3D” en la sección “Mostrar lat./long.” Seleccionar “Universal Transversal de Mercator”



**Figura 12 Opciones de Google Earth.** Fuente: Google Earth

- 6- Se procede al paso 2 (dos) nuevamente y se la da nombre al punto deseado, verificando que este en la zona 19 y finalmente quedan establecidas las coordenadas del punto en estudio.



**Figura 13 Marca de posición.** Fuente: Google Earth

## **Fase II: Describir los parámetros hidráulicos presentes en la zona**

Se realizaron días de visita expuestos en las tablas siguientes para la toma del nivel estático, nivel dinámico y aforo, con el fin de representar gráficos de variaciones de caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo.

**Tabla 4 Cronograma del muestreo, pozo #3 Villa de San Diego Country club. Fuente: Los Autores**

| <b>CRONOGRAMA DE MUESTREO</b>           |                            |
|---|----------------------------|
| <b>VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB</b> |                            |
| <b>N° DE MEDICION</b>                   | <b>FECHA DE MEDICIONES</b> |
| 1                                       | Lunes 05/09/2016           |
| 2                                       | Lunes 12/09/2016           |
| 3                                       | Jueves 22/09/2016          |
| 4                                       | Sabado 24/09/2016          |
| 5                                       | Lunes 26/09/2016           |
| 6                                       | Viernes 30/09/2016         |
| 7                                       | Sabado 01/10/2016          |
| 8                                       | Lunes 24/10/2016           |

**Tabla 5 Cronograma del muestreo, pozo #6 A.C conjunto residencial El Tulipán. Fuente: Los Autores**

| <b>CRONOGRAMA DE MUESTREO</b>                     |                            |
|---|----------------------------|
| <b>A.C CONJUNTO RESIDENCIAL EL TULIPAN POZO#6</b> |                            |
| <b>N° DE MEDICION</b>                             | <b>FECHA DE MEDICIONES</b> |
| 1   | Viernes 30/09/2016         |
| 2   | Lunes 10/10/2016           |
| 3   | Lunes 24/10/2016           |

Las mediciones consistieron en:

Para la toma del nivel estático: consiste en la lectura del nivel de agua del pozo cuando el sistema de bombeo se encuentra apagado, para ello:

- 1- El sistema de bombeo del pozo debe estar apagado mínimo 12 horas antes de la medición para la estabilización del agua.

2- Se introduce la sonda por el orificio destinado para ello.



**Figura 14** *Medición de nivel en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.* Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 22/09/2016. Fuente: Los Autores



**Figura 15** *Medición de nivel en el Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán.* Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m,

Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 30/09/2016. Fuente: Los Autores

3- Se baja la sonda hasta que la luz indicadora que posee se encienda.



**Figura 16 Encendido de luz, Medición de nivel en el Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores.

4- Se toma lectura del nivel a través de la cinta métrica que conforma la sonda



**Figura 17 Lectura de profundidad en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016. Fuente: Los Autores

El procedimiento para la toma de nivel dinámico es el mismo que el antes mencionado tomando en consideración que el sistema de bombeo debe estar prendido.

### **Fase III: Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero de municipio San Diego**

Para la estimación de los parámetros, la variación del caudal es un punto clave para la obtención de estos, en esta fase se requieren los datos de un pozo de observación y los datos del pozo de bombeo (pozo #6 de A.C conjunto residencial El Tulipán), de esta manera se procedió a:

- 1- Establecer el pozo de observación, el cual debe estar cercano al pozo de bombeo, para nuestro caso será el pozo #1 de A.C conjunto residencial El Tulipán, determinando su ubicación geográfica con el software de Google Earth (Véase Fase I)

**Tabla 6 Identificación geográfica del pozo de observación.** Fuente: Los autores

| IDENTIFICACION DE LOS POZOS DE AGUAS SUBTERRANEAS                                   |                 |              |     |                 |         |           |                            |
|---|-----------------|--------------|-----|-----------------|---------|-----------|----------------------------|
| URBANIZACION  | COORDENADAS (m) |              |     | PROFUNDIDAD (m) | SECTOR  | MUNICIPIO | USO                        |
|   | X               | Y            | Z   |                 |         |           |                            |
| <b>A.C conjunto residencial El Tulipan pozo #1 (Pozo usado como de observacion)</b> | 613.940,99      | 1.135.141,28 | 480 | 141             | Tulipan | San Diego | Abastecimiento Poblacional |



**Figura 18 Medición de nivel estático en el Pozo # 1 de A.C conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016.

Fuente: Los Autores.

- 2- Medir el nivel del agua del pozo de bombeo y del pozo de observación ambos con su sistema de bombeo apagado.
  
- 3- Abrir la llave a su caudal máximo (la bomba debe estar encendida) y tomar el tiempo de llenado del tobo a una altura predeterminada de 20cm en el pozo de bombeo, se realizaran 5 mediciones con el fin de tener una lectura más precisa.



**Figura 19** Llenado del tobo para la prueba de caudal variable, Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores.

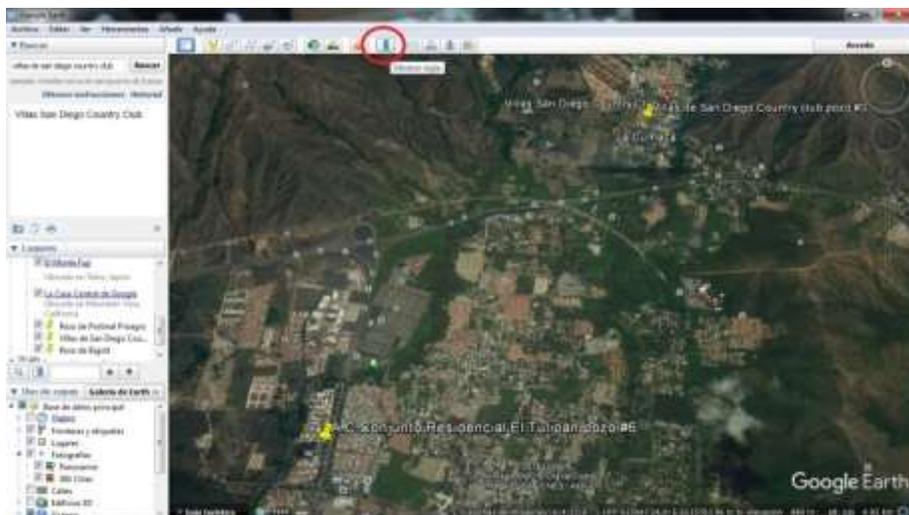
- 4- Esperar 5 minutos la estabilización del nivel del agua y tomar con la sonda lectura de la profundidad.



**Figura 20** Lectura de nivel del agua, Pozo # 6 de A.C conjunto residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m

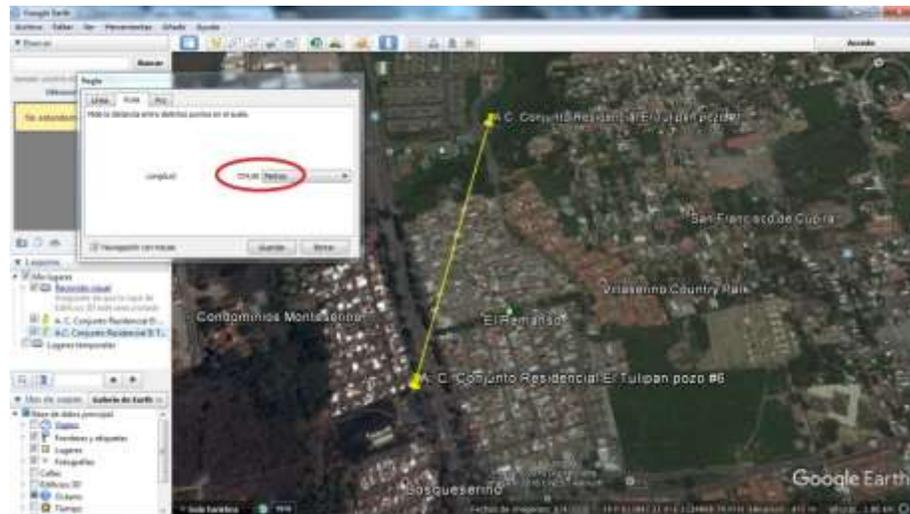
Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores.

- 5- Ir cerrando la llave a una vuelta aproximadamente y realizar el paso 3 y el paso 4 (cada 5 minutos) hasta que se cierre completamente la llave.
  - 6- Los datos serán procesados e insertados en una hoja de Excel, cual requiere los datos de nivel estático, nivel dinámico y la variación del caudal con su respectivo intervalo de tiempo de estudio (cada 5 minutos).
  - 7- Para la aplicación de la fórmula de theis es necesario encontrar la distancia " $r$ " que va desde el pozo de observación hasta el pozo de bombeo, esto se hará con la ayuda del software Google Earth
- 6.1- Ya establecidas las posiciones de los pozos de observación y bombeo respectivamente (Véase Fase I). Hacer clic en el botón "Regleta" ubicado en la barra de herramientas.



**Figura 21** Calculo de distancia lineal. Fuente: Google Earth.

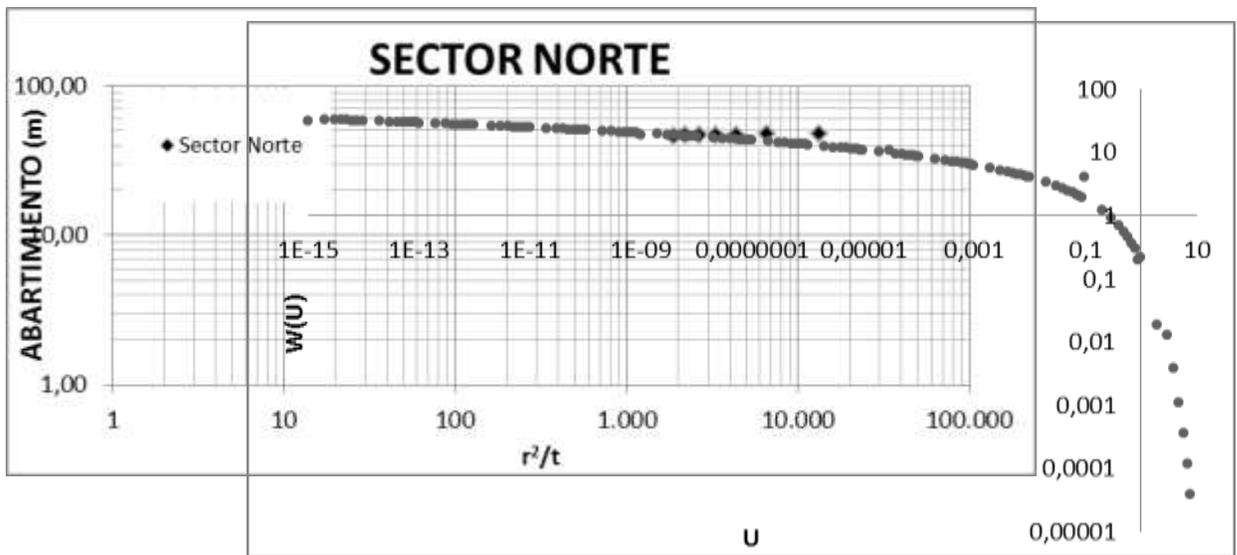
6.2- Aparecerá la venta con el nombre de “Regla”, se selección la unidad de medición desea, en este caso metros. Hacer clic en cada uno de los puntos de estudio deseados con el fin de generar una línea que arrojará la distancia lineal entre ellos.



**Figura 22 Distancia entre puntos.** Fuente: Google Earth

- 8- Ya establecida la distancia de 724,06 metros entre el pozo #1 y el pozo#6 ambos pertenecientes al A. C. conjunto residencial El Tulipán
- 9- Se vinculan los tipos de acuíferos y el tipo de régimen que presentan para estimar los parámetros hidráulicos de Transmisividad y el coeficiente de almacenamiento, se aplicará el gráfico de Theis.
  - 9.1- Con los datos obtenidos de los descensos, tiempo y distancia entre el pozo de bombeo y pozo de observación, se debe determinar el coeficiente  $r^2/t$  , a partir de estos datos se hará la gráfica de la función del pozo.

9.2- Posterior a la realización de la Función del pozo, esta se debe superponer sobre la gráfica del método de Theis, se debe buscar la coincidencia de los puntos de las medidas de campo sobre la línea del gráfico patrón, este se puede desplazar sobre la gráfica, pero no debe ser rotado, mediante este proceso se obtendrá el punto de ajuste.



**Figura 23 Coincidencia de los puntos de las medidas sobre la curva de theis patrón.** Fuente: Los Autores.

10- Luego de superponer y conseguir el punto de ajuste  $W(U)$  y la función auxiliar  $1/U$ , se observa en la gráfica las coordenadas del punto de ajuste en el gráfico de campo, se procederá a despejar las transmisividad de la ecuación de la ecuación de Theis.

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

11-Una vez obtenida la transmisividad se estima el coeficiente de almacenamiento despejando de la ecuación siguiente.

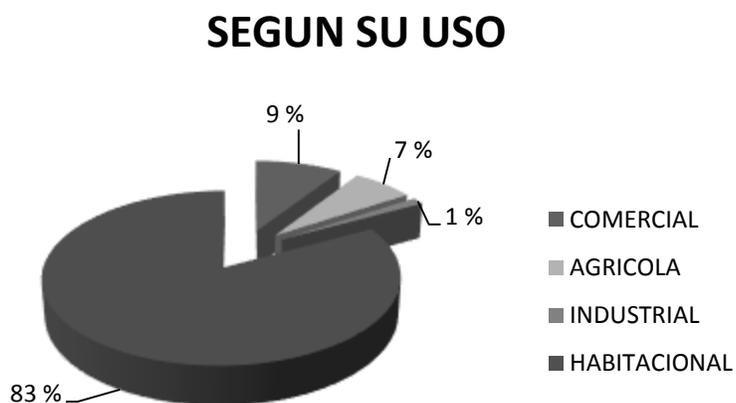
$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} W$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Resultados de la Identificación de los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego

1- Los resultados de la identificación de los pozos de agua subterránea en la zona Norte del Municipio san diego Edo Carabobo, arrojan un total 76 pozos de agua (Véase Anexo A), de los cuales según su uso se distribuyen en 7 de uso comercial representando un 9 % de los pozos existentes en la zona, 5 de uso agrícola siendo un 7 %, 1 de uso industrial teniendo un 1% de la totalidad y 63 de uso habitacional representado el porcentaje más alto de 83% como se puede observa en la *figura 23*, además 10 de los 76 pozos se encuentran en estado inactivo, parte de esta información fue suministrada por el Ministerio del Poder popular del ambiente, debido a la amplitud de la zona norte del municipio San Diego Edo Carabobo.



**Figura 24 Distribución de porcentajes según el uso de los pozos del sector norte del municipio San Diego, Edo Carabobo.** Fuente: Los Autores

2- La ubicación geográfica de los pozos estudiados fue establecida con la ayuda del software Google Earth, obteniendo las coordenadas UTM de los 2 pozos estudiados y del pozo de observación:

- A.C conjunto residencial El Tulipan pozo # 6 Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m
- Villas de San Diego Country club pozo # 3 Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m
- A.C conjunto residencial El Tulipan pozo # 1 (Pozo de observación) Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m

**Tabla 7 Identificación geográfica de los pozos en estudio.** Fuente: Los Autores.

| IDENTIFICACION DE LOS POZOS DE AGUAS SUBTERRANEAS                                   |                 |              |     |                 |             |           |                            |
|---|-----------------|--------------|-----|-----------------|-------------|-----------|----------------------------|
| URBANIZACION  | COORDENADAS (m) |              |     | PROFUNDIDAD (m) | SECTOR      | MUNICIPIO | USO                        |
|   | X               | Y            | Z   |                 |             |           |                            |
| <b>A.C conjunto residencial El Tulipan pozo #6</b>                                  | 613.536,88      | 1.134.540,80 | 480 | 150             | Monteserino | San Diego | Abastecimiento Poblacional |
| <b>Villas de San Diego Country club Pozo #3</b>                                     | 615.974,25      | 1.137.460,67 | 495 | 160             | La Cumaca   | San Diego | Abastecimiento Poblacional |
| <b>A.C conjunto residencial El Tulipan pozo #1 (Pozo usado como de observacion)</b> | 613.940,99      | 1.135.141,28 | 480 | 141             | Tulipan     | San Diego | Abastecimiento Poblacional |

3- Como parte complementaria se realizaron análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas del A.C. Conjunto residencial El Tulipán pozo#6 y Villas de San Diego Country club pozo #3, cuyos resultados para ambos pozos se encuentra entre los rango aceptables según las

Normas Sanitarias de Calidad del Agua potable Gaceta N° 36.395.y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91, todo este análisis gracias a la colaboración del Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas. (Véase anexo B)

**Tabla 8 Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.** Fuente: Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395.

| <b>COMPONENTES RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL AGUA POTABLE</b> |                        |                                 |                        |
|--|------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Componentes o características  | Unidad                 | Valor deseable menor a          | Valor maximo aceptable |
| Color  | UCV                    | 5                               | 15                     |
| Turbiedad  | UNT                    | 1                               | 5                      |
| Olor o Sabor   | --                     | aceptable para los consumidores | --                     |
| Solidos disueltos totales  | mg/l                   | 600                             | 1000                   |
| Dureza total   | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 250                             | 500                    |
| pH   | --                     | 6,5 - 8,5                       | 9                      |
| Aluminio   | mg/l                   | 0,1                             | 0,2                    |
| Cloruro  | mg/l                   | 250                             | 300                    |
| Cobre  | mg/l                   | 1                               | -2                     |
| Hierro total   | mg/l                   | 0,1                             | 0,3                    |
| magnesio toltal  | mg/l                   | 0,1                             | 0,5                    |
| Sodio  | mg/l                   | 200                             | 200                    |
| Sufato   | mg/l                   | 250                             | 500                    |
| Cinc   | mg/l                   | 3                               | 5                      |

**Tabla 9 Clasificación de las aguas según su dureza.** Fuente: Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91.

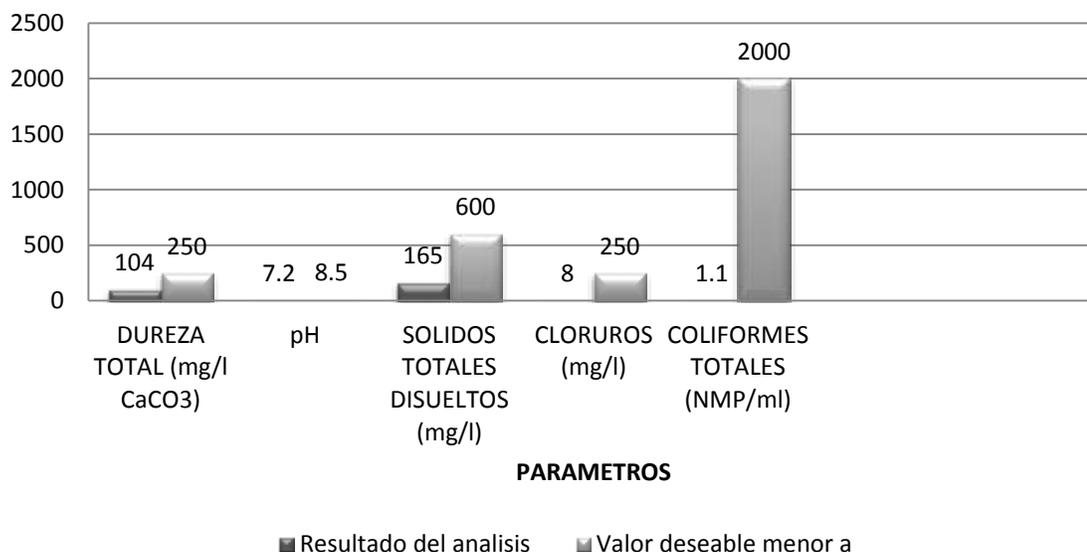
| CLASIFICACION DE LAS AGUAS SEGUN SU DUREZA |                |
|--|----------------|
| Tipo de dureza                             | mg/l de dureza |
| Suave                                      | 0 - 75         |
| Moderadamente dura                         | 75 - 150       |
| Dura                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

Analizando los datos suministrados por el Laboratorio Ambiental Aragua. Se puede hacer referencia a:

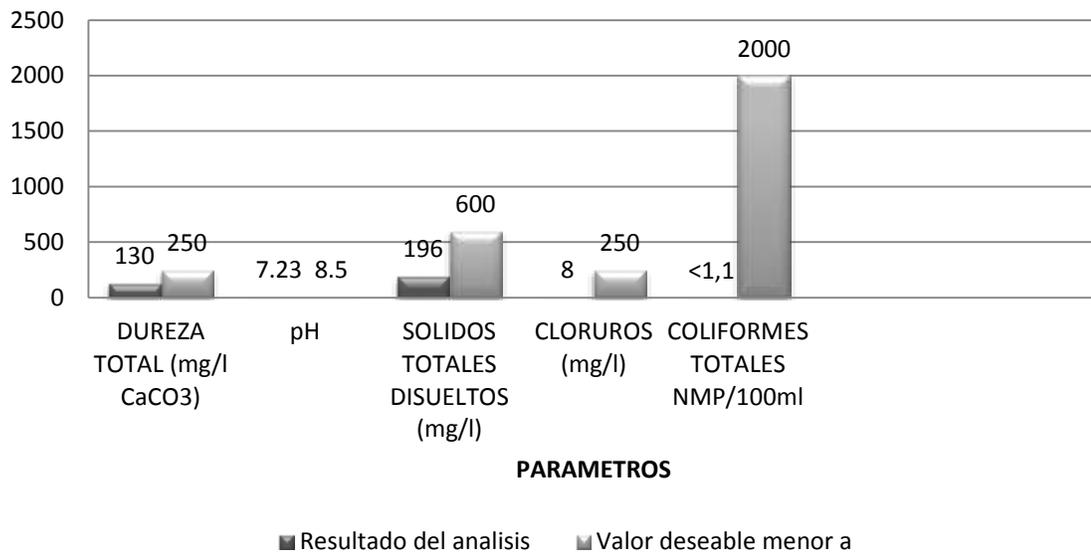
- Todos los pozos, tienen un pH entre 7,10 y 7,30 por lo que se encuentran dentro de los valores aceptables de las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395
- La Alcalinidad de los pozos está entre 120 y 190 mg/l CaCO<sub>3</sub>
- Los Sólidos disueltos de las aguas estudiadas están entre 160 y 200 mg/l CaCO<sub>3</sub> siendo estos valores menores a 600 mg/l CaCO<sub>3</sub> cumpliendo con la normativa nuevamente.
- La Dureza Total de ambas aguas está entre los 100 y 130 mg/l CaCO<sub>3</sub> estando por debajo del valor máximo de 500 mg/l CaCO<sub>3</sub> y clasificándose como moderadamente dura según La Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91.
- Los Cloruros arrojaron valores de 8 mg/l para ambos pozos, encontrándose en el rango permitido.
- Los Coliformes fecales y totales de los dos pozos analizados son menores a 1,1 NMP/100ml siendo aguas aptas para el consumo humano.

**Tabla 10 Análisis físico-químico y bacteriológico.** Fuente: Los Autores

| ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO                   |                 |              |      |                                       |                              |  |                  |                                     |                                     |
|--|-----------------|--------------|------|---------------------------------------|------------------------------|--|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| URBANIZACION   | COORDENADAS (m) |              | pH   | Alcalinidad<br>mg/l CaCO <sub>3</sub> | Solidos<br>disueltos<br>mg/L | Dureza total<br>mg/l CaCO <sub>3</sub> | Cloruros<br>mg/L | Coliformes<br>fecales<br>NMP/100 ml | Coliformes<br>totales<br>NMP/100 ml |
|  | X               | Y            |      |                                       |                              |  |                  |                                     |                                     |
| <b>A.C conjunto<br/>residencial El Tulipan<br/>pozo #6</b> | 613.536,88      | 1.134.540,80 | 7,12 | 122                                   | 165                          | 104                                    | 8                | < 1,1                               | < 1,1                               |
| <b>Villas de San Diego<br/>Country club Pozo #3</b>        | 615.974,25      | 1.137.460,67 | 7,23 | 186                                   | 196                          | 130                                    | 8                | < 1,1                               | < 1,1                               |



**Figura 25 Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta Nº 36.395, pozo # 6 A.C conjunto residencial El Tulipán Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores**



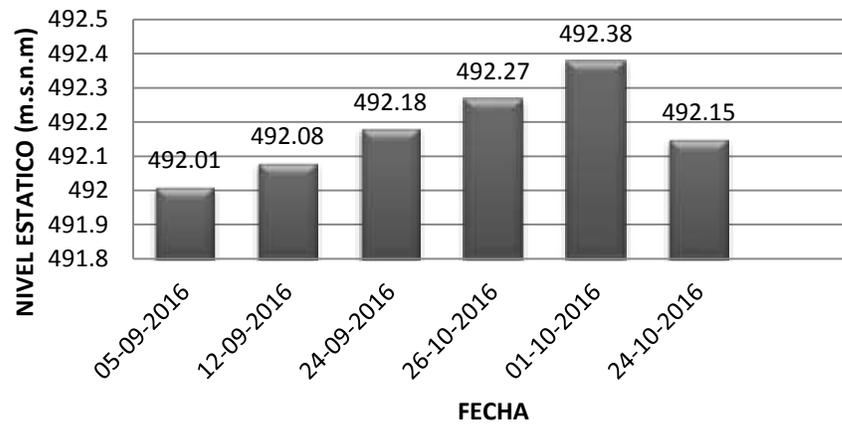
**Figura 26 Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395, Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club. Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores**

### **Resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona**

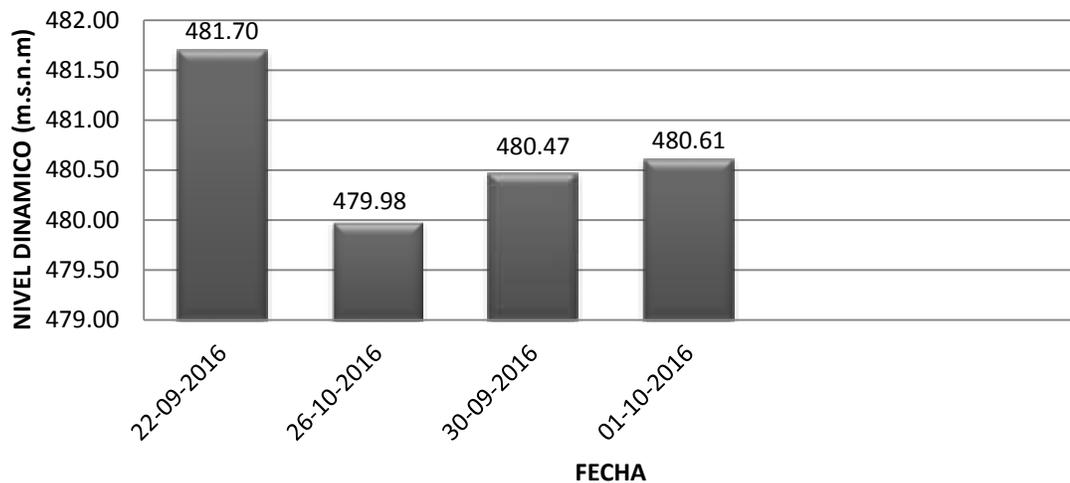
Los resultado de la descripción de los parámetros hidráulicos, posterior al periodo de mediciones (Véase Fase II), reflejó un promedio, donde el pozo #6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán tiene un nivel dinámico promedio de 49,24 m, nivel estático de 44,51 m y caudal medio de 3,26 l/s, mientras que el pozo #3 de Villas de San Diego Country club cuenta con un nivel dinámico de 14,31 m, un nivel estático de 2,82 m y caudal de 3,52 l/s reflejados en la tabla 11, también se hicieron las gráficas caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo donde se refleja una poco variación de los valores durante el tiempo de mediciones.

**Tabla 11 Nivel dinámico, Nivel estático y caudal medio de los pozos en estudio. Fuente: Los Autores**

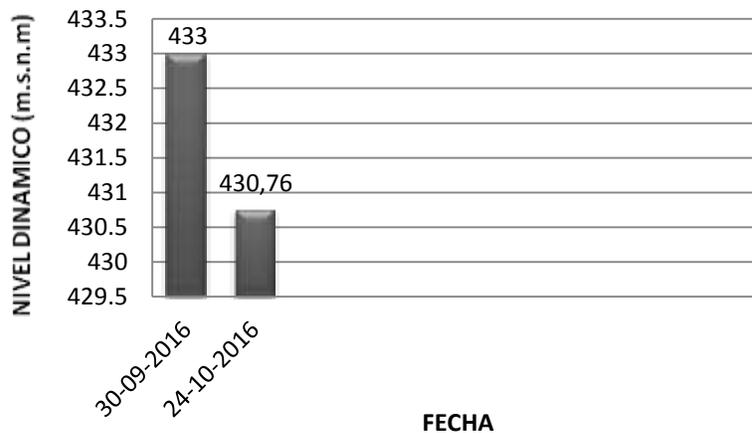
| <b>NIVEL ESTÁTICO, NIVEL DINAMICO Y CAUDAL DE LOS POZOS EN ESTUDIO</b> |   |   |
|--|---|---|
| <b>Parametros</b>  | <b>A.C CONJUNTO RESIDENCIAL EL TULIPAN POZO#6</b> | <b>VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB POZO #3</b> |
| N. DINAMICO (m)  | 49,24   | 14,31   |
| N. ESTÁTICO (m)  | 44,51   | 2,82  |
| CAUDAL MEDIO (l/s)   | 3,26  | 3,52  |



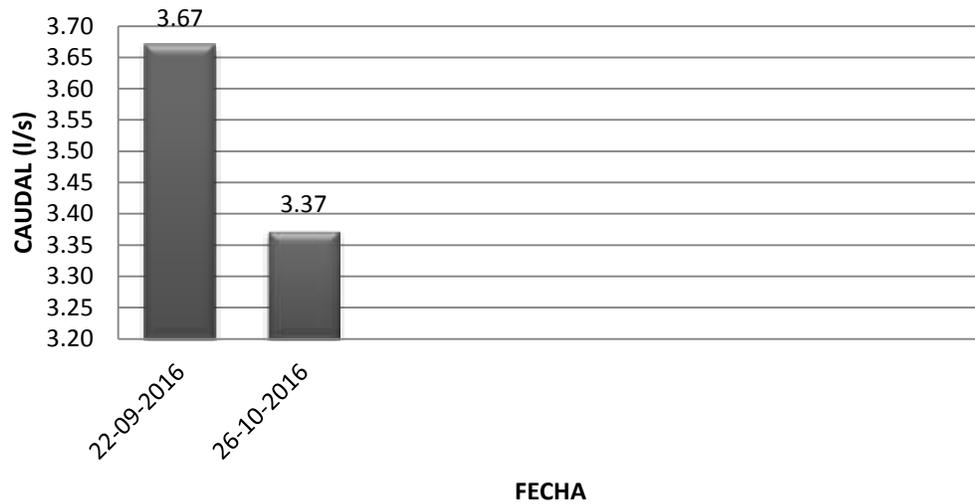
**Figura 27 Variación de nivel estático respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club pozo # 3** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.



**Figura 28 Variación del nivel dinámico respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club pozo # 3** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.



**Figura 29 Variación de nivel dinámico respecto al periodo de tiempo. A.C conjunto residencial El Tulipán pozo # 6** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.



**Figura 30 Variación del Caudal respecto al periodo de tiempo. Villas de San Diego Country club pozo # 3** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.



**Figura 31 Caudal respecto al periodo de tiempo. A.C conjunto residencial El Tulipán pozo # 6** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m. Fuente: Los Autores.

**Resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de escurrimiento del almacenamiento de municipio San Diego**

Los resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego, se basaron en la realización de la prueba caudal variable realizada el 24/10/1026 cuyos resultados se muestran en la *tabla 11*, prueba fue ejecutada en el A. C. conjuntos residencial El Tulipán teniendo como pozo de bombeo al pozo #6 y como pozo de observación al pozo #1 de dicho conjunto residencial.

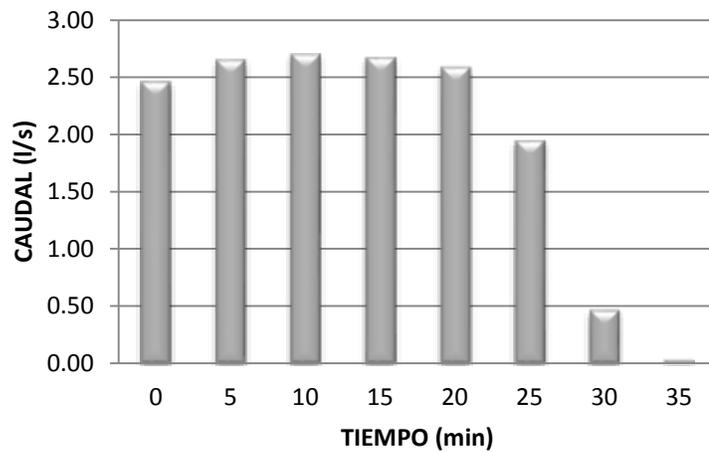
**Tabla 12 Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Fuente: Los Autores**

| COORDENADAS UMT                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| POZO OBSERVACION                     | POZO BOMBEO    |
| A.C. conjunto residencial El Tulipan |                |
| Pozo #1                              | Pozo #6        |
| N: 1.135.141,28                      | N: 1.134.540,8 |
| E: 613.940,99                        | E: 613.536,88  |
| <b>DESCENSO (m)</b>                  | 29,63          |
| <b>R (m)</b>                         | 724,06         |

**Tabla 13 Valores obtenidos de la prueba caudal variable del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores.

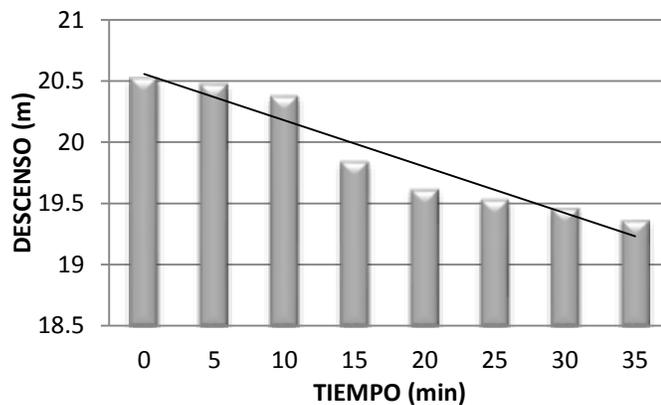
| PRUEBA CAUDAL VARIABLE |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|
| TIEMPO (min)           | CAUDAL (l/s) | DESCENSO (m) |
| 0                      | 2,46         | 20,52        |
| 5                      | 2,65         | 20,47        |
| 10                     | 2,70         | 20,37        |
| 15                     | 2,67         | 19,84        |
| 20                     | 2,59         | 19,61        |
| 25                     | 1,95         | 19,53        |
| 30                     | 0,47         | 19,46        |
| 35                     | 0,03         | 19,36        |

- 1- Se realizó una gráfica de caudal vs tiempo, gracias a la prueba de caudal variable donde se estableció un periodo de tiempo constante de cada 5 min en del pozo #6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán y se observó que el caudal se mantenía a pesar se cerrar la llave.



**Figura 32 Caudal vs Tiempo, pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores

2- Se elaboró también una gráfica de Descenso vs tiempo, dándole importancia a la variación de nivel reflejado en la prueba de caudal variable realizada al pozo #6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán.



**Figura 33 Descenso vs Tiempo, pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores

3- Al aplicar el método de theis, se obtienen los parámetros hidráulicos del acuífero en estudio, se calculan los puntos de ajuste de la superposición gráfica, para luego tener como resultado una transmisividad de 19,47 m<sup>2</sup>/día y un coeficiente de almacenamiento de 1,55E<sup>-14</sup>

Ejemplo de cálculo de Theis

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

Dónde:

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

Q = caudal de bombeo constante.

T = transmisividad

u = viene representado por la siguiente ecuación

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

Despejando los valores de Transmisividad y de almacenamiento de las ecuaciones 1 y 2

$$T = \frac{Q W(u)}{4\pi d} \quad (3)$$

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

Sustituyendo valores en Ecuación (3)

$$QW(u) = W(u) \times Q \frac{m^3}{dia} = 45 \times 161,105 = 7249,73$$

W(u) sale de la superposición de gráficas y Q es el caudal medio en m<sup>3</sup>/día

$$4\pi d = 4 \times \pi \times 29,63 = 372,34$$

$$T = \frac{7249,73}{372,74} = 19,47 \frac{m^2}{dia}$$

Sustituyendo valores en Ecuación ( 4 )

$$\frac{r^2}{t} = 50.329.237$$

$$\frac{1}{u} = 1,00E+08$$

$$T = 19,47$$

$$S = 1,55E-14$$

**Tabla 14 Puntos de ajuste en el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.** Fuente: Los Autores.

| PUNTOS DE AJUSTE |          |   |          |
|------------------|----------|---|----------|
| W(U)             | 45       | ho-h (m)                                | 19,84    |
| U                | 1,00E-08 | r <sup>2</sup> /t (m <sup>2</sup> /min) | 34950,86 |

**Tabla 15 Parámetros para el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento.** Fuente: Los Autores

| PARAMETROS NECESARIOS PARA LA APLICACION DE THEIS |        |           |          |                                       |
|---|--------|-----------|----------|---------------------------------------|
| QW(U)   | 4pid   | 1/U       | 4T       | r <sup>2</sup> /t (m <sup>2</sup> /d) |
| 7249,73   | 372,34 | 100000000 | 7,79E+01 | 50.329.237                            |

**Tabla 16 Parámetros hidráulicos del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores

|                              |                         |          |
|------------------------------|-------------------------|----------|
| Transmisividad               | T (m <sup>2</sup> /dia) | 19,47    |
| Coficiente de almacenamiento | S                       | 1,55E-14 |

## Discusión de resultados

- Se realizó la localización de pozos en la zona norte del municipio San Diego obteniendo como resultado pozos que se encuentran en condiciones no adecuadas a un buen funcionamiento o en algunos casos inoperativos por problemas mecánicos o de mantenimiento, algunos de ellos fuera de los parámetros de construcción establecidos en el decreto N° 2048, Gaceta N° 36.298, donde se especifican las características constructivas que deben tener los pozos. Además gracias a información suministrada por el ministerio del Poder Popular del Ambiente se pudieron clasificar los 76 pozos existentes en la zona según su uso.
- Se establecieron las coordenadas UTM de los dos pozos en estudio por medio del software Google Earth
- Se realizó un análisis físico- químico y bacteriológico procedente del Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas a las agua de los dos pozos en estudio, arrojando valores aceptables y dentro del rango máximo establecido por la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91
- Se mantuvo en observación por al menos dos meses algunos pozos de la zona norte (pozos en estudio) del municipio de San Diego diagnosticando un nivel estable por el lapso de tiempo estudiado, con variaciones en el rango de los 30 centímetros para los niveles estáticos y algo más de 1 metro para los niveles dinámicos, nos encontramos con unos pozos los cuales se encuentran en constante recarga por la

cercanía a la zona montañosa que los rodea, considerando la aplicación de la toma de estas muestras para diferentes estaciones y poder observar la velocidad de recarga o descarga de dichos pozos.

- Se realizó la prueba de caudal variable en la fecha de 24/10/2016 a el pozo ubicado en el A.C. conjunto residencial tulipán, específicamente el pozo #6 (pozo de bombeo) y tomando como pozo de observación al pozo #1 del mismo conjunto, la distancia lineal entre ellos de acuerdo a Google Earth es de 724,06 metros, resultando tener transmisividad 19,47 m<sup>2</sup>/día que es un valor de transmisividad clasificado como “baja” según *Tabla 2. Valores de Transmisividad*. Fuente: Benítez (1992) Captación de Aguas Subterráneas, esto puede ser debido a la gran cantidad de material de baja permeabilidad pues posee una litología de arena, grava y arcillas, lo que hace que el movimiento de las aguas sea extremadamente lento, además con un coeficiente de almacenamiento de  $1,55E^{-14}$  en donde la *Tabla 1. Valores de Coeficiente de Almacenamiento*. Fuente: Javier Sánchez (2001), establece que se está en presencia de un acuífero confinado donde el agua proviene de la descompresión.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1- Se estableció la ubicación geográfica de los pozos en estudio a través del software de Google Earth, donde el pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán posee Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m, el pozo #3 de Villas de San Diego Country club con Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m y el pozo #1 del A.C conjunto residencial El Tulipán (Pozo de observación) tiene Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m; además se determinó la cantidad de pozo existentes en la zona norte del municipio San Diego siendo de 76 pozos de agua subterránea, de los cuales el 83% de estos es de uso habitacional y un 13% se encuentra en estado inactivo ya que se encuentra en condiciones no adecuadas a un buen funcionamiento o en algunos casos inoperativos por problemas mecánicos o de mantenimiento.

Complementariamente se le realizó un análisis físico-químico y bacteriológico al agua proveniente del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N y del pozo#3 de Villas de San Diego Country club pozo #3 Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, que comparando con las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable N° 36.395 y La Norma de Aguas Naturales, Industriales y Residuales COVENIN 2771-91 cumplen con los rangos permisibles para el consumo humano.

- 2- Se encontró que los niveles estáticos y dinámicos de los pozos estudiados no varían considerablemente en el tiempo, sin embargo se observó una gran diferencia de nivel entre los pozos del A. C. conjunto

residencial El Tulipán y el pozo de Villas de San Diego Country Club esto se puede dar por la diferente densidad población de cada zona y a la aproximación con las zona montañosas que los rodean, sin embargo se deduce que el acuífero no se encuentra sobre explotado.

- 3- La transmisividad del acuífero es baja lo que hace que el movimiento de sus aguas sea extremadamente lento y su coeficiente de almacenamiento nos indica que estamos en presencia de un acuífero confinado.
- 4- Se realizó la estimación de los parámetro hidráulicos de los pozos del municipio de San Diego zona norte para emprender el control, cuidado y preservación de los mismos, el estudio arrojó resultados favorables para los pozos que se encuentran activos, con poca variación en sus niveles estáticos o dinámicos y caudal relativamente constante. En otro caso se encuentran los pozos donde no se pueden realizar el estudio debido a fallas en los equipos de extracción de agua, los cuales han sido abandonados o se encuentran deshabilitados por falta de mantenimiento.

### **Recomendaciones**

Es importante destacar que no se pudo visitar la totalidad de los pozos de la zona norte del municipio San Diego, es un proceso largo para conseguir el permiso de las compañías o propietarios de los para el estudio de sus caracterizas. Y muchos de los pozos aptos para la medición con sonda se encuentran inactivos.

Realizar la prueba de caudal variable en todos los pozos ubicados en el sector Norte del Municipio San Diego, con el fin de de tener mayor precisión de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero.

Realizar el análisis físico-químico y bacteriológico al resto de los pozos de la zona norte del municipio San Diego Estado Carabobo.

## BIBLIOGRAFIA

UNESCO (2015), *GRAPHIC Aguas subterráneas y cambio climático*.  
[Documento en línea]

<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002428/242861s.pdf>

Liliana Duran (2011), *Las políticas hídrica en Venezuela en la gestión del agua subterránea*. Revista Voces. [Documento en línea]

<http://revistavoces.org.ve/docu/voces5-art6.pdf>

Banco Mundial, Washington D.C., EEUU (2006). *Requerimientos de Monitoreo del Agua Subterránea para manejar la respuesta de los acuíferos y las amenazas a la calidad del agua*. [Documento en línea]

[http://siteresources.worldbank.org/EXTWAT/Resources/46021221210186362590/GWM\\_Briefing\\_9\\_sp.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTWAT/Resources/46021221210186362590/GWM_Briefing_9_sp.pdf)

Juan Gil Montes (2011), *Recursos hidrogeológicos*, Universidad Central de Venezuela [Documento en línea]

<http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wp-content/uploads/2011/07/recursos.pdf>

Ing. Carlos Parra Carrillo (2014) *Tipos de Investigación* [Documento en línea]

[http://participanteuniversitario.bligoo.com.ve/media/users/28/1429660/files/472599/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_II.pdf](http://participanteuniversitario.bligoo.com.ve/media/users/28/1429660/files/472599/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_II.pdf)

Bochevier, F. M. (1968) *Teoría y métodos prácticos de cálculos hidrogeológicos de las reservas de explotación de las aguas subterráneas*. Moscú.

De Miguel, C. (1999) *Hidrogeología Aplicada*. Editorial Félix Varela, La Habana.

Jorge Molineri Huguet (2014) *Revista Ciencia&Futuro* . 4 No. 4 Año 2014 ISSN 2306-823X

F. Vegas, C. Alvarez (2011) *Estimación de las propiedades hidráulicas del acuífero superficial en cuencas húmedas de montaña mediante el análisis de caudales de recesión*, Universidad de Cantabria Santander, España.

[Documento en línea]

<http://www.zonanosaturada.com/zns11/publications/p275.pdf>

Hernández, R.S, Fernández, F. y Baptista, P. (2010), *Metodología de la Investigación*, México D.F, Editorial Mc Graw Hill.

*NORMA PARA LA UBICACIÓN, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS DESTINADOS AL ABASTECIMIENTO DEL AGUA POTABLE* Gaceta N° 36.298 Decreto N° 2048.

Benítez (1992). *Nociones básicas de Hidrología*.

*NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE* Gaceta N° 36.396 (1998).

*AGUA NATURALES, INDUSTRIALES Y RESIDUALES* COVENIN 2771-91

Guevara E., Cartaya H. (2004) *Hidrología Ambiental*, Universidad de Carabobo. Universidad Jaime I de Castellón (2008) lección 8. Acuífero

[Documento en línea]

<http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH08.pdf>

Universidad Jaume I de Castellón (2008) lección 6.Hidrología

[Documento en línea]

<http://www.agua.uji.es/pdf/leccionHQ06.pdf>

Sánchez (2001) *Clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico.*

[Documento en línea]

<http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wpcontent/uploads/2011/07/fundamentales.pdf>

Rodríguez, Ochoa, y Pineda M. (2012). *La Experiencia de Investigar.* Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo. Departamento de Producción Editorial. Valencia. Venezuela

Hernández y Col (2006), *Metodología de la investigación.* México

## **Anexo A**

Identificación y ubicación de los pozos Sector Norte del Municipio San Diego del Estado Carabobo. Material suministrado por el Ministerio del Poder Popular para el ambiente

| Nº POZO | metros |         |     |       |      |      |      | U  | RF           | Const                  | Fp         | Sector               | Mcp       | Uso                        | Edo      |
|---------|--------|---------|-----|-------|------|------|------|--|--------------|------------------------|------------|----------------------|-----------|----------------------------|----------|
|         | X      | Y       | Z   | Ppozo | Qm   | ND   | NE   |  |              |                        |            |                      |           |                            |          |
| 1       | 613940 | 1135142 | 480 | 141   | 3    | 65   | 29   | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 1  | J-40268525-4 | C.A PARKO              | 12/01/2006 | Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 2       | 613684 | 1135093 | 469 | 150   | 2,5  | 110  | 13   | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 2  | J-40268525-4 | C.A PARKO              | 14/11/2006 | Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 3       | 614174 | 1135543 | 495 | 160   | 3    | 120  | 13   | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 3  | J-40268525-4 | C.A PARKO              | 30/12/2006 | Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 4       | 613787 | 1135600 | 490 | 175   | 2,75 | 120  | 13   | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 4  | J-40268525-4 | C.A PARKO              | 27/11/2006 | Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 5       | 613922 | 1135176 | 478 | 160   | 3    | 58   | 12   | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 5  | J-40268525-4 | Inversiones Hidro, C.A | 20/12/2006 | Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 6       | 613536 | 1134540 | 480 | 150   | 2,5  | 0    | 17,3 | AC conjunto residencial El Tulipan pozo 6  | J-40268525-4 | C.A PARKO              |            | Monteserino          | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 7       | 613498 | 1134157 | 489 | 98    | 5    | 40   | 21   | Victor Perera Gomez                        | 6.915.459    |                        |            | Monteserino          | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 8       | 615335 | 1137285 | 498 | 0     | 0    | 0    | 20   | Cooperativa El Portal del agua R.L. Pozo 1 | J-29881488-8 |                        |            | La Josefina 1        | San Diego | Agricola                   | Activo   |
| 9       | 615199 | 1137033 | 0   | 0     | 0    | 0    | 0    | Cooperativa El Portal del agua R.L. Pozo 2 | J-29881488-8 |                        |            | La Josefina 1        | San Diego | Agricola                   | Inactivo |
| 10      | 614932 | 1136803 | 0   | 0     | 0    | 0    | 0    | Cooperativa El Portal del agua R.L. Pozo 3 | J-29881488-8 |                        |            | La Josefina 1        | San Diego | Agricola                   | Inactivo |
| 11      | 611191 | 1135402 | 0   | 102   | 5,2  | 62   | 14   | MINVIH Pozo 1                              | G-20009652-7 |                        |            | Lomas de la hacienda | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 12      | 611064 | 1135215 | 0   | 0     | 0    | 0    | 0    | MINVIH Pozo 2                              | G-20009652-7 |                        |            | Lomas de la hacienda | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 13      | 611217 | 1134938 | 0   | 0     | 0    | 0    | 0    | MINVIH Pozo 3                              | G-20009652-7 | C.A PARKO              |            | Lomas de la hacienda | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 14      | 616523 | 1138092 | 0   | 42    | 3,9  | 20   | 6    | AC caja de ahorros cadafe Carabobo-Cojedes | J-07504745-1 |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Comercial                  | Activo   |
| 15      | 616462 | 1138022 | 0   | 80    | 3,9  | 28   | 6    | AC caja de ahorros cadafe Carabobo-Cojedes | J-07504745-1 |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Comercial                  | Activo   |
| 16      | 615735 | 1136629 | 476 | 0     | 3,5  | 0    | 0    | Hidrocentro "La Josefina"                  |              |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 17      | 613307 | 1134229 | 473 | 0     | 0    | 0    | 13,3 | Conj. Residencial Villa Bahia San Diego    |              |                        |            | Bosqueserino         | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 18      | 615774 | 1136949 | 490 | 85    | 6,66 | 16,9 | 5,3  | Villas de San Diego Country club Pozo 1    | J-31624545-4 |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 19      | 615743 | 1137411 | 494 | 0     | 0    | 0    | 0    | Villas de San Diego Country club Pozo 2    | J-31624545-4 |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 20      | 615974 | 1137460 | 491 | 0     | 0    | 0    | 0    | Villas de San Diego Country club Pozo 3    | J-31624545-4 |                        |            | La Cumaca            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |

| Nº POZO | X      | Y       | Z   | Ppozo | Qm  | ND   | NE | U   | RF           | Const | Fp         | Sector                  | Mcp       | Uso                        | Edo    |
|---------|--------|---------|-----|-------|-----|------|----|---|--------------|-------|------------|-------------------------|-----------|----------------------------|--------|
| 21      | 615754 | 1136830 | 495 | 0     | 0   | 0    | 0  | Urb. Parque Residencial Campestre La Cumaca | J-31276412-0 |       |            | La Cumaca               | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 22      | 614187 | 1135897 | 478 | 0     | 0   | 0    | 0  | Cendero de San Diego                        |              |       |            | El Tulipan              | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 23      | 614046 | 1132810 |     | 0     | 0   | 0    | 0  | Conjunto Residencial cancamones             |              |       |            |                         | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 24      | 614147 | 1134495 | 474 | 0     | 7   | 0    | 0  | Hidrocentro "Brisas del Valle"              |              |       |            | Brisas del Valle        | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 25      | 613448 | 1134925 | 468 | 0     | 4   | 0    | 0  | Hidrocentro "Monteserino las casitas"       |              |       |            | Monteserino             | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 26      | 615510 | 1134984 | 480 | 0     | 0   | 0    | 0  | Urb. Agua de canto                          |              |       |            | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 27      | 616260 | 1135686 | 495 | 90    | 2.5 | 75   | 0  | Universidad Arturo Michelena                | J-30840930-8 |       | 1999       | El Povero               | San Diego | Abastecimiento comercial   | Activo |
| 28      | 614342 | 1135517 | 476 | 0     | 0   | 10.2 | 0  | Conjunto Residencial Villas San Rafael      |              |       |            | Tamarindo               | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 29      | 614382 | 1134352 | 482 | 0     | 0   | 0    | 0  | Aso Civil Pueblo Viejo                      |              |       |            |                         | San Diego |                            | Activo |
| 30      | 611823 | 1135841 | 497 | 86    | 1.5 | 55   | 16 | Framex C.A                                  | J-312347112  |       | 22/02/2006 | Monteserino             | San Diego | Abastecimiento Industrial  | Activo |
| 31      | 614813 | 1136450 | 496 | 38    | 2.5 | 15   | 18 | Club Madeirense                             |              |       | 1975       | La Cumaca               | San Diego | Abastecimiento Comercial   | Activo |
| 32      | 614445 | 1134186 | 477 | 120   | 4   | 0    | 0  | Jorge Maldonado                             |              | Sakan | 2013       | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 33      | 615996 | 1135467 | 473 | 0     | 0   | 0    | 0  | Villas Serena C:A                           |              |       |            | La Cumaca               | San Diego |                            | Activo |
| 34      | 613303 | 1133835 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | Ferrocarril San Diego                       |              |       |            | San Diego               | San Diego |                            | Activo |
| 35      | 613794 | 1133360 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | Villas Jardin                               |              |       |            | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 36      | 614959 | 1135173 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | El Portal de San Diego                      |              |       |            | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 37      | 615079 | 1134621 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | Nicanor Benedetti                           |              |       |            | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 38      | 613812 | 1133228 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | E/S el Portal                               |              |       |            | Via pueblo de San diego | San Diego | Abastecimiento Comercial   | Activo |
| 39      | 613799 | 1133999 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | Urb. Bosqueserino                           |              |       |            | Bosqueserino            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo |
| 40      | 615219 | 1136013 | 0   | 0     | 0   | 0    | 0  | C.C Majugayal                               |              |       |            | Pueblo de San Diego     | San Diego | Abastecimiento comercial   | Activo |

| Nº POZO | X      | Y       | Z   | Ppozo | Qm | ND   | NE | U                                   | RF | Const | Fp | Sector                | Mcp       | Uso                        | Edo      |
|---------|--------|---------|-----|-------|----|------|----|-------------------------------------|----|-------|----|-----------------------|-----------|----------------------------|----------|
| 41      | 616857 | 1136650 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Las josefinas II                    |    |       |    | Josefina II           | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 42      | 613336 | 1134643 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Conjunto Residencial Las Palmas     |    |       |    | Monteserino           | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 43      | 615179 | 1136013 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Conjunto Residencial Tiziana Villas |    |       |    | Sector los Tamarindos | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 44      | 614548 | 1136134 | 598 | 0     | 0  | 0    | 0  | Inmuebles y valores C.A             |    |       |    | Sector los Tamarindos | San Diego | Abastecimiento comercial   | Activo   |
| 45      | 615004 | 1135478 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Consejo Comunal Tamaco              |    |       |    | Sector los Tamarindos | San Diego | Abastecimiento Urbano      | Inactivo |
| 46      | 615102 | 1135478 | 475 | 0     | 0  | 0    | 0  | Fundo la leonera                    |    |       |    | La Cumaca             | San Diego | Abastecimiento Urbano      | Activo   |
| 47      | 616857 | 1136650 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Conjunto Residencial las Josefinas  |    |       |    | Las Josefinas         | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 48      | 616272 | 1135469 | 481 | 0     | 2  | 0    | 0  | Hidrocentro "El Polvero"            |    |       |    | El Polvero            | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 49      | 613136 | 1135083 | 484 | 0     | 0  | 0    | 0  | Lomas de La hacienda                |    |       |    | Lomas de la Hacienda  | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 50      | 613140 | 1134775 | 481 | 0     | 0  | 35,4 | 0  | Seminario                           |    |       |    |                       | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 51      | 613595 | 1133578 | 468 | 0     | 0  | 0    | 0  | Los Bomberos                        |    |       |    | Monteserino           | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 52      | 615027 | 1133720 | 467 | 102   | 0  | 0    | 12 | Hda. La Caracara pozo 1             |    |       |    |                       | San Diego | Agricola                   | Activo   |
| 53      | 615079 | 1136270 | 0   | 0     | 0  | 0    | 0  | Hda. LA LOPERA                      |    |       |    | La Cumaca             | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 54      | 615479 | 1135042 | 0   | 62    | 0  | 0    | 0  | GRANJA HNOS DIAZ                    |    |       |    |                       | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 55      | 615844 | 1134890 | 0   | 86    | 0  | 0    | 12 | HDA HIGUEROTE                       |    |       |    |                       | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 56      | 615388 | 1134796 | 0   | 85    | 0  | 0    | 0  | SAN DIEGO                           |    |       |    |                       | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 57      | 615145 | 1134857 | 0   | 78    | 0  | 0    | 0  | HACIENDA HIGUEROTE                  |    |       |    |                       | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 58      | 615384 | 1136025 | 0   | 80    | 0  | 0    | 0  | HDA SAN ANTONIO POZO 1              |    |       |    | La Cumaca             | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 59      | 615444 | 1136209 | 0   | 70    | 0  | 0    | 3  | HDA SAN ANTONIO POZO 2              |    |       |    | La Cumaca             | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 60      | 615626 | 1136210 | 0   | 90    | 0  | 0    | 0  | HDA SAN ANTONIO POZO 3              |    |       |    | La Cumaca             | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |

| Nº POZO | X      | Y       | Z   | Ppozo | Qm | ND | NE | U                              | RF | Const | Fp | Sector              | Mcp       | Uso                        | Edo      |
|---------|--------|---------|-----|-------|----|----|----|--------------------------------|----|-------|----|---------------------|-----------|----------------------------|----------|
| 61      | 614693 | 1133104 | 0   | 0     | 0  | 0  | 0  | HDA LA CARACARA POZO 2         |    |       |    |                     | San Diego | Agricola                   | Activo   |
| 62      | 614784 | 1133412 | 0   | 0     | 0  | 0  | 0  | HDA LA CARACARA POZO 3         |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 63      | 614384 | 1134578 | 0   | 0     | 0  | 0  | 0  | Pozo pueblo de san diego       |    |       |    | Pueblo de San Diego | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 64      | 614777 | 1135347 | 0   | 0     | 0  | 0  | 0  | Residencias villa la encantada |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 65      | 614353 | 1134915 | 0   | 0     | 0  | 0  | 0  | Residencias Aguasay Pozo 1     |    |       |    | Pueblo de San Diego | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 66      | 615542 | 1134028 | 437 | 0     | 3  | 0  | 12 | URB las morochas 1             |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 67      | 614777 | 1135347 | 467 | 60    | 8  | 0  | 0  | URB villa la encantada         |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 68      | 614353 | 1134915 | 472 | 60    | 8  | 0  | 15 | Residencias Aguasay pozo 2     |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 69      | 614988 | 1136054 | 472 | 52    | 4  | 0  | 16 | HDA SABANA DEL MEDIO           |    |       |    | Sabana del medio    | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 70      | 615993 | 1135873 | 471 | 56    | 4  | 0  | 17 | HDA LA MIGUELERA               |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 71      | 614471 | 1136052 | 474 | 81    | 8  | 0  | 15 | San Diego HDA SAN RAFAEL       |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 72      | 614321 | 1135345 | 472 | 80    | 3  | 0  | 16 | FCA SABANA DEL MEDIO           |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 73      | 615692 | 1134735 | 0   | 80    | 0  | 0  | 10 | FDO VALIDAR                    |    |       |    |                     | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 74      | 614023 | 1134115 | 460 | 0     | 0  | 0  | 0  | Urb. Las Aves                  |    |       |    | El Remanso          | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |
| 75      | 615133 | 1133941 | 469 | 0     | 0  | 0  | 0  | Hidrocentro                    |    |       |    | Otro lado           | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Activo   |
| 76      | 614225 | 1134066 | 0   | 0     | 0  | 0  | 7  | Pozo Crispin                   |    |       |    | El Remanso          | San Diego | Abastecimiento Poblacional | Inactivo |

## **Anexo B**

Análisis físico-químico y bacteriológico del agua de pozos subterránea



DIRECCION ESTADAL PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS ARAGUA

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: MARITZA ROMERO Y MARIANGEL PALMA
LUGAR DE CAPTACION: SALIDA POZO PROFUNDO CAMPO DE GOLF
MOTIVO ANALISIS: CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO
APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS
TIPO DE MUESTRA: SIMPLE
FECHA DE CAPTACION: 11/11/2016
DIRECCION: CAMPO DE GOLF, ESTADO CARABOBO.
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.

Table with 7 columns: CODIGO, PARAMETRO, UNIDAD, RESULTADOS, AGUA TIPO 1, SUB-TIPO 1A\*, OBSERVACION. Rows include parameters like CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, DUREZA TOTAL, DUREZA CALCICA, etc.

\* Decreto 3.219, Capítulo II, Artículos 5 y 8. 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 Nº 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999

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

Análisis realizados por:

MSc. Luisa Ovrén

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas del pozo profundo campo de golf, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto Nº 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela Nº 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1, "Aguas destinadas al uso doméstico y el uso industrial que requiere 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", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A, Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

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

Ldo. Alejandro Valles
Coordinador (a) Lab. Calidad Ambiental



Oficina Auxiliar, Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua
Av. Aragua entre con Av. Bermúdez, frente a C.C. Mercaderes Plaza, Mercaderes, Estado Aragua
Teléfono: 0243-2309030



Figura 34 Informe de resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua. Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua.

**PLANILLA DE RESULTADOS**

SOLICITADO POR: MARITZA ROMERO Y MARIANGEL PALMA  
 LUGAR DE CAPTACION: SALIDA POZO PROFUNDO URB. TULIPAN  
 MOTIVO ANALISIS: CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO  
 APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS  
 TIPO DE MUESTRA: SIMPLE  
 FECHA DE CAPTACION: 30/09/2018  
 DIRECCION: URBANIZACION TULIPAN, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.  
 OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.

| CODIGO    | PARAMETRO                 | UNIDAD                 | RESULTADOS | AGUA TIPO 1, SUB-TIPO 1A*   | OBSERVACION |
|-----------|---------------------------|------------------------|------------|-----------------------------|-------------|
| 2510-B    | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA   | µS/cm                  | 254        | N.A                         | -----       |
| 2340-C    | DUREZA TOTAL              | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 104        | 500                         | CUMPLE      |
| 3500-D    | DUREZA CALCICA            | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 44         | N.A                         | -----       |
| 3500-Mg-E | DUREZA MAGNESICA          | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 60         | N.A                         | -----       |
| 2320-B    | ALCALINIDAD               | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 122        | N.A                         | -----       |
| 4500-HB   | pH                        |                        | 7,12       | 6,0 - 8,5                   | CUMPLE      |
| 2540-C    | SOLIDOS TOTALES DISUELTOS | mg/L                   | 165        | 1.500                       | CUMPLE      |
| 4500-B    | CLORURO                   | mg/L                   | 8          | 500                         | CUMPLE      |
| 4500-E    | SULFATO                   | mg/L                   | 15         | 400                         | CUMPLE      |
| 4500-C    | NITRITO (N)               | mg/L                   | < 0,01     |                             | -----       |
| 4500-C    | NITRATO (N)               | mg/L                   | < 0,1      | Suma nitrato y nitrato = 10 | CUMPLE      |
| 3500-D    | CALCIO                    | mg/L                   | 11         | N.A                         | -----       |
| 3500-E    | MAGNESIO                  | mg/L                   | 13         | N.A                         | -----       |
| 8221-B    | COLIFORMES TOTALES        | NMP/100 ml             | < 1,1      | < 2.000                     | CUMPLE      |
| 8221-C    | COLIFORMES FECALES        | NMP/100 ml             | < 1,1      | N.A                         | -----       |

\* Decreto 3.218, Capítulo II, Artículos 5 y 6. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las N.A.; No Aplica un valor en las normas.

Análisis realizados por:

MSc. Lidia Durán

**Conclusión**

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida de la Urbanización Tulpan, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 6 del Decreto N° 3.218 de fecha 13/01/1998, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1998 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1, "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiere 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". Clasificadas en "Aguas Sub-Tipo 1A; Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la esta adición de dosis "residual" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

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

Lidia Alejandra Valdes



**Figura 35 Informe de resultados de análisis físico-químico y bacteriológico del agua. Pozo # 6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán del Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua.**

# **Anexo C**

Mediciones de campo

**Anexo C.1 Tabla 17 Valores de nivel estático, nivel dinámico y caudal. Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club, del pozo # 6 de A. C. conjunto residencial El Tulipán y del del pozo #1 de A. C. conjunto residencial El Tulipán todos pertenecientes a la zona norte del municipio San Diego**

| MEDICIONES |            |       |
|------------|------------|-------|
| TOBO       | RADIO (M)  | 0,125 |
|            | ALTURA (M) | 0,20  |

| Villas de San Diego Country club Pozo #3 |                 |                 |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |              |              |   |   |
|--|-----------------|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|--------------|--------------|---|---|
| FECHA                                    | N. DINAMICO (M) | N. ESTATICO (M) | AFORO (S) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | PROM (S) | CAUDAL (L/S) | CAUDAL (L/S) |   |   |
| 05-sep                                   | -               | 2,99            | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            | -            | - | - |
| 12-sep                                   | -               | 2,92            | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            | -            | - | - |
| 22-sep                                   | 13,3            | -               | 2,70      | 2,52 | 2,79 | 2,62 | 2,74 | -    | -    | -    | -    | -    | 2,67     | 3,67         | 3,52         |   |   |
| 24-sep                                   | -               | 2,82            | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            |              |   |   |
| 26-oct                                   | 15,02           | 2,73            | 3,00      | 2,89 | 2,71 | 2,91 | 3,14 | 2,73 | 3,20 | 2,92 | 2,91 | 2,70 | 2,91     | 3,37         |              |   |   |
| 30-sep                                   | 14,53           | -               | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            |              |   |   |
| 01-oct                                   | 14,39           | 2,62            | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            |              |   |   |
| 24-oct                                   | -               | 2,85            | -         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -        | -            |              |   |   |
| PROM                                     | <b>14,31</b>    | <b>2,82</b>     |           |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |              |              |   |   |

| A. C. Conjunto Residencial El Tulipna pozo #6 |                                 |                 |           |     |      |      |      |      |      |      |      |      |          |                          |              |
|---|---------------------------------|-----------------|-----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|--------------------------|--------------|
| FECHA   | N. DINAMICO (M)                 | N. ESTATICO (M) | AFORO (S) |     |      |      |      |      |      |      |      |      | PROM (S) | CAUDAL (L/S)             | CAUDAL (L/S) |
| 30-sep  | 47                              | 44,51           | 3,03      | 2,5 | 3,03 | 2,92 | 3,01 | 2,93 | 3,24 | 2,92 | 3,97 | 2,61 | 3,016    | 3,26                     | 3,26         |
| 10-oct  | RECOLECCION DE MUESTRAS DE AGUA |                 |           |     |      |      |      |      |      |      |      |      |          |                          |              |
| FECHA   | TIEMPO (S)                      | N. DINAMICO (M) | AFORO (S) |     |      |      |      |      |      |      |      |      | PROM (S) | VARIACION DECAUDAL (L/S) |              |
| 24-oct  | 0                               | 50,15           | 4,16      | 3,9 | 3,76 | 3,93 | 4,21 | -    | -    | -    | -    | -    | 3,986    | 2,46                     |              |
|   | 15                              | 50,1            | 3,73      | 3,7 | 3,69 | 3,63 | 3,79 | -    | -    | -    | -    | -    | 3,702    | 2,65                     |              |
|   | 30                              | 50,00           | 3,77      | 3,7 | 3,96 | 3    | 3,78 | -    | -    | -    | -    | -    | 3,636    | 2,70                     |              |
|   | 45                              | 49,47           | 3,28      | 3,8 | 3,85 | 3,43 | 4,05 | -    | -    | -    | -    | -    | 3,678    | 2,67                     |              |
|   | 60                              | 49,24           | 3,7       | 4   | 4,07 | 3,38 | 3,87 | -    | -    | -    | -    | -    | 3,794    | 2,59                     |              |
|   | 75                              | 49,16           | 5,5       | 4,7 | 4,87 | 4,94 | 5,15 | -    | -    | -    | -    | -    | 5,04     | 1,95                     |              |
|   | 90                              | 49,09           | 21,52     | 22  | 20,7 | 20,8 | 20   | -    | -    | -    | -    | -    | 21,03    | 0,47                     |              |
|   | 105                             | 48,99           | 324       | 366 | 345  | 338  | 329  | -    | -    | -    | -    | -    | 340,4    | 0,03                     |              |

| A. C. Conjunto Residencial El Tulipna pozo #1 (pozo de observacion) |                 |                 |           |     |      |      |      |      |      |   |   |   |          |              |              |
|---|-----------------|-----------------|-----------|-----|------|------|------|------|------|---|---|---|----------|--------------|--------------|
| FECHA   | N. DINAMICO (M) | N. ESTATICO (M) | AFORO (S) |     |      |      |      |      |      |   |   |   | PROM (S) | CAUDAL (L/S) | CAUDAL (L/S) |
| 24-oct  | 48,1            | 29,63           | 4,77      | 6,1 | 5,98 | 5,25 | 6,01 | 6,33 | 5,84 | - | - | - | 5,76     | 1,71         | 1,71         |

Anexo C.2 Memoria fotográfica de todos los días de mediciones



**Figura 36 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 37 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 12/09/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 38 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/09/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 39 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 26/09/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 40 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 01/10/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 41 Medición y Lectura de niveles en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country club.** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016.  
Fuente: Los Autores.



**Figura 42 Prueba caudal variable, pozo # 6 A. C. conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. 24/10/2016. Fuente: Los Autores



**Figura 43 Pozo de observación para la prueba de caudal variable Pozo # 1 de A.C conjunto residencial El Tulipán.** Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/10/2016. Fuente: Los Autores.



**Figura 44 Pozo inactivo. Urbanización Las Aves.** Coordenadas 614.023 E;  
1.134.115 N. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/09/2016.  
Fuente: Los Autores.


  
 PLANILLA DE INVENTARIOS DE AGUAS SUBTERRANEAS
   


| IDENTIFICACION                                       |           | COORDENADAS  |            |
|--|-----------|--|------------|
| Nombre   | Monterado | U.T.M. Eje X   | 1137460,67 |
| Elevación  | 495 m     | U.T.M. Eje Y   | 1137460,67 |
| ESTADO: <b>CAMBIO</b>                                |           | MUNICIPIO: <b>SAN DIEGO</b>                            |            |
| PROPIETARIO: <b>VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB</b> |           | LUGAR O SITIO: <b>VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB</b> |            |

| Información | NIVELES  |          |                            | FECHA |
|-------------|----------|----------|----------------------------|-------|
|             | ESTÁTICO | DINÁMICO | CAUDAL (l/m <sup>3</sup> ) |       |
| CAMPO       | 2,82 m   | 14,31 m  | 3,52                       |       |
| VERNAL      |          |          |                            |       |

Fecha Constr: \_\_\_\_\_  
 Compatible: **VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB**  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: **0414-4346655**  
 N° Original: \_\_\_\_\_  
 N° Modificado: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_  
 Profundidad Pozo: **160 m**  
 Perforado: \_\_\_\_\_ Di: \_\_\_\_\_  
 Entubado: \_\_\_\_\_ Di: \_\_\_\_\_

**ESTADO ACTUAL DEL POZO**  
 ACTIVO:    
 NO ACTIVO: \_\_\_\_\_  
 TIEMPO SIN FUNCIONAR: \_\_\_\_\_  
 MOTIVO: \_\_\_\_\_

USO DEL AGUA: **ABASTECIMIENTO RESIDENCIAL**


CROQUIS DE UBICACION

**Figura 45 Planilla de inventario de aguas subterranas Villas de San Diego Country club** Coordenadas 615.974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores.



Ministerio del Poder  
Público  
de las  
Indias Occidentales

MANILLA DE INVENTARIOS  
DE  
AGUAS SUBTERRÁNEAS



| IDENTIFICACION           |  | COORDENADAS                    |           |
|--------------------------|--|--------------------------------|-----------|
|                          |  | U.T.M                          | Elevación |
| MECA DE INVENTARIO       |  | W 135 141,28 E: 613 940,99     | 480 m     |
| ESTADO: CARABOBO         |  | MUNICIPIO: SAN DIEGO           |           |
| PROPIETARIO: HIDROCENTRO |  | LUGAR O SITIO: EL TULIPAN ROJO |           |

CRONOGRAMA DE UBICACION

| Informacion | NIVELES  |          |              | FECHA |
|-------------|----------|----------|--------------|-------|
|             | ESTATICO | DINAMICO | CAUDAL (LPS) |       |
| CAMPO       | 2965 m   | 4810 m   | 1.31         |       |
| VERBAL      |          |          |              |       |

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Fecha Const:          |               |
| Compañía: HIDROCENTRO |               |
| Director:             |               |
| Telefono:             | 0412-507 0243 |
| Nº Original:          |               |
| Nº Modificado:        |               |
| Fecha:                |               |
| Profundidad Pozo:     | 141 m         |
| Perforada:            | Di:           |
| Entubada:             | Di:           |

ESTADO ACTUAL DEL POZO  
 ACTIVO:    
 NO ACTIVO:

TIEMPO SIN FUNCIONAR: \_\_\_\_\_  
 MOTIVO: \_\_\_\_\_

USO DEL AGUA: ABASTECIMIENTO DOMESTICO




**Figura 46 Planilla de inventario de aguas subterráneas el tulipán pozo N° 1** Coordenadas 613.940,99 E; 1.135.141,28 N, elevación 480 m.s.n.m. Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FAMILIA DE INVENTARIOS DE AGUAS SUBTERRANEAS



|                                 |           |  |              |
|---------------------------------|-----------|--|--------------|
| IDENTIFICACION                  |           | COORDENADAS                              |              |
| FECHA DE INVENTARIO             | U.T.M     | N: 1134540,8                             | E: 613536,88 |
|                                 | Elevacion | 480                                      | m            |
| ESTADO: <u>INactivo</u>         |           | MUNICIPIO: <u>SAN DIEGO</u>              |              |
| PROPIETARIO: <u>HIDROCENTRO</u> |           | LUGAR O SITIO: <u>EL TULIPAN POZO #6</u> |              |

| Informacion  | NIVELES  |          |              | FECHA |
|--------------|----------|----------|--------------|-------|
| CAMPO VERBAL | ESTATICO | DINAMICO | CAUDAL (lps) |       |
|              | 4,51 m   | 49,24 m  | 3,26         |       |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Fecha Cont:                    |  |
| Compañia: <u>HIDROCENTRO</u>   |  |
| Direccion:                     |  |
| Telefono: <u>0412-5610243</u>  |  |
| N° Original                    |  |
| N° Modificado                  |  |
| Fecha                          |  |
| Profundidad Pozo: <u>150 m</u> |  |
| Perforada: <u>D</u>            |  |
| Entubada: <u>D</u>             |  |

ESTADO ACTUAL DEL POZO  
 ACTIVO:   
 NO ACTIVO:   
 TIEMPO SIN FUNCIONAR: \_\_\_\_\_  
 MOTIVO: \_\_\_\_\_

USO DEL AGUA: AGRICULTIVO

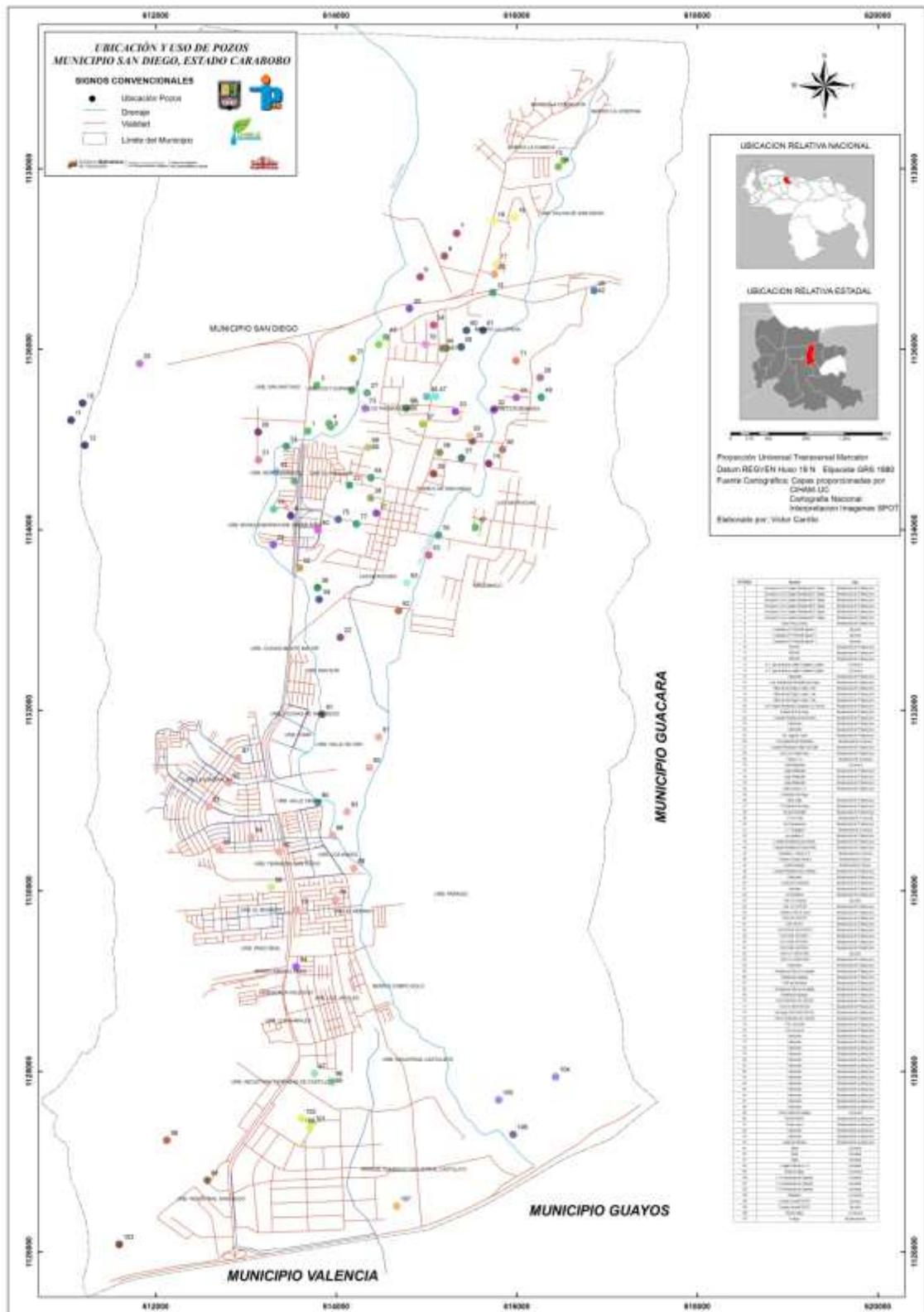



CROQUIS DE UBICACION

**Figura 47 Planilla de inventario de aguas subterranas el tulipan pozo N° 6** Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, elevación 480 m.s.n.m Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fuente: Los Autores

## **Anexo D**

Mapa de ubicación y uso de los pozos del municipio San Diego Estado Carabobo





Valencia, 28 de Octubre del 2016

**Señores:**  
A.C Conjunto residencial El Tulipán  
**Atención:** Miguel Morao  
Presente.-

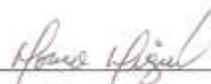
Saludos cordiales

Por medio de la presente se hace constar que los bachilleres Maryangel V. Palma S. C.I. 24.328.272 y Daniel E. Vegas A. C.I 19.882.056 han cumplido con la programación de muestreo reflejada en la tabla anexada a continuación, cumpliendo satisfactoriamente con los requisitos según su estudio para el trabajo de grado de la Facultad de Ingeniería, escuela Civil de la Universidad de Carabobo, sin más a que hacer referencia, gracias.

| A.C CONJUNTO RESIDENCIAL EL TULIPAN POZO#6 |                     |
|--|---------------------|
| N° DE MEDICION                             | FECHA DE MEDICIONES |
| 1  | Viernes 30/09/2016  |
| 2  | Lunes 10/10/2016    |
| 3  | Lunes 24/10/2016    |

| A.C CONJUNTO RESIDENCIAL EL TULIPAN POZO#1 |                     |
|--|---------------------|
| N° DE MEDICION                             | FECHA DE MEDICIONES |
| 1  | Lunes 24/10/2016    |

  
Maryangel V. Palma S.  
C.I. 24.328.272

  
Miguel Morao  
C.I. 13.249.119

CONJUNTO RESIDENCIAL  
**El Tulipán 33**

  
Daniel E. Vegas A.  
C.I. 19.882.056

**Figura 48 Carta de aprobación A.C conjunto residencial Tulipán Fecha: 10/10/2016**



Valencia, 28 de Octubre del 2016

**Señores:**  
Villas de San Diego Country club  
**Atención:** José Félix Peraza  
Presente.-

Saludos cordiales

Por medio de la presente se hace constar que los bachilleres Maryangel V. Palma S. C.I. 24.328.272 y Daniel E. Vegas A. C.I 19.882.056 han cumplido con la programación de muestreo reflejada en la tabla anexada a continuación, cumpliendo satisfactoriamente con los requisitos según su estudio para el trabajo de grado de la Facultad de Ingeniería, escuela Civil de la Universidad de Carabobo, sin más a que hacer referencia, gracias.

| VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| N° DE MEDICION                   | FECHA DE MEDICION  |
| 1                                | Lunes 05/09/2016   |
| 2                                | Lunes 12/09/2016   |
| 3                                | Jueves 22/09/2016  |
| 4                                | Sabado 24/09/2016  |
| 5                                | Lunes 26/09/2016   |
| 6                                | Viernes 30/09/2016 |
| 7                                | Sabado 01/10/2016  |
| 8                                | Lunes 24/10/2016   |

  
Maryangel V. Palma S.  
C.I. 24.328.272

  
José Félix Peraza  
C.I. 4.772.147

  
Daniel E. Vegas A.  
C.I.19.882.056



**Figura 49 Carta de aprobación Villas de San Diego Country club Fecha 10/10/2016**