



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017. CASO: SECTOR NORTE**

Autores:

Cordero. P. Johana. C. CI.: 20.152.962

Jiménez. R. Marilyn. J. CI.: 20.294.686

Tutor:

Msc. Ing. Márquez Adriana.

Naguanagua, Julio 2017



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFEROS DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017. CASO: SECTOR NORTE

Trabajo especial de grado presentado para optar por el título de

INGENIERA CIVIL

Autores:

Cordero. P. Johana. C. CI.: 20.152.962

Jiménez. R. Marilyn. J. CI.: 20.294.686

Tutor:

Msc. Ing. Márquez Adriana.

Naguanagua, Julio 2017



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017. CASO: SECTOR NORTE.”**; realizado por los Bachilleres: Johana Coromoto Cordero Pérez C.I: 20.152.962 y Marilyn José Jiménez Rengel C.I: 20.294.686 hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Adriana Márquez
C.I. 12.604.007

Miembro del Jurado
Bettys Farias
C.I. 8.359.094

Miembro del Jurado
Darwin Lopez
C.I. 18.561.687

Naguanagua, Julio 2017



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017. CASO: SECTOR NORTE.”**; realizado por los Bachilleres: Johana Coromoto Cordero Pérez C.I: 20.152.962 y Marilyn José Jiménez Rengel C.I: 20.294.686 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. 14.859.589

Naguanagua, Julio 2017

DEDICATORIA

A Dios primero que nada por darme Fe, Fortaleza y Salud para culminar con éxito esta etapa de mi carrera. Por siempre guiarme por el buen camino.

A toda mi familia por creer en mi capacidad, en especial a mi madre con mucho amor quien me enseñó a luchar por alcanzar mis metas. Por brindarme su apoyo incondicional, confianza y darme ánimos para seguir adelante. Por su sacrificio, esfuerzo y por brindarme una oportunidad para mi futuro. Mi triunfo siempre será tuyo. Te amo.

A mis hermanos (as) Dusmary, Daniela, Daniel y Dayana que aunque no han podido estar presente en este trayecto por una u otra razón sé que desean mi éxito por eso quiero que siempre tengan presente que si es posible cumplir nuestros sueños.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos años estuvieron a mi lado apoyándome.

Johana. C. Cordero. Pérez.

DEDICATORIA

A Dios primeramente porque es el, el que permite que todos los días me despierte y pueda superarme y lograr cada meta propuesta, sin su guía no se hubiese podido materializar esta meta, porque nunca me abandono en los peores días en los que creí que no lo podía lograr, el conjunto a mi José Gregorio Hernández me daba fuerzas para continuar y lograr superar cada prueba.

A mi Padre Urbano Jiménez que desde el cielo me guía me acompaña y me da fuerzas en todos y cada momento de mi vida sin importar que tan difícil sea.

A mi madre Maritza de Jiménez, porque eres mi apoyo y lo has dado todo por mi hermana y por mí, porque haz creído en mí y siempre me apoyas.

A mi hermana Mariuth Jiménez, porque sin ti nada se hubiese podido materializar eres la responsable de que todo lo que sueño se cumpla tu más que nadie fuiste fundamental en el desarrollo de este logro, porque eres mi mayor ejemplo a seguir.

A mi novio Wilfredo Lira, mi apoyo, mi compañero y fiel confidente el que siempre estuvo allí al pie del cañón en cada circunstancia a lo largo de esta carrera en los momentos más difícil siempre me apoyaste y me diste una solución, sin duda eres unos de los principales responsables de que mi mayor anhelo se materialice.

A mi sobrino Diego Andrés porque con su inocente sonrisa llego para alegrarme los momentos más estresantes.

A mi cuñado Diego Figueroa, porque cada uno de tus consejos hicieron eco en mi para llegar a la meta.

A mi familia Materna y política porque siempre aportaron un granito de arena para materializar esta meta.

A todos y cada uno de los excelentes profesores que dedicaron de su tiempo a impartirnos conocimientos y enseñanzas.

Marilyn J. Jiménez R.

AGRADECIMIENTOS

Le hago llegar mi agradecimiento a las personas que nos ayudaron a la realización de este trabajo: a la Ing. Adriana Márquez; tutora de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Al señor Hildemaro y al señor Victor, por su colaboración durante las tomas de datos.

A las familias Barrios Mirabal, Castro, Sandoval y Muñoz, por su apoyo incondicional y por brindarme más que un techo, gracias por abrirme las puertas de sus hogares y por hacerme sentir parte de sus familias.

A la mujer más especial, que me ha criado toda la vida y lo sigue haciendo, que me ha dado su confianza y su amor eternamente, mi madre que es lo mejor que Dios ha puesto en mi camino y por quien estoy inmensamente agradecida.

A mi prima y gran amiga Rossy por estar ahí en todos los momentos difíciles con una palabra de aliento.

Finalmente a mis amigos de siempre Valentina, Gabrielis, Jean, por cada una de sus palabras que me animaron a seguir adelante y por la gran calidad humana que me han demostrado con su amistad.

Y por último pero no menos importante a mi dios por acompañarme siempre, a toda mi familia y amigos por su constante motivación y apoyo brindado.

Johana. C. Cordero. Pérez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por darme luz al final del camino y brindarme paz e iluminación cada día de mi vida y en cada momento difícil de mi carrera.

A mi Padre que a pesar no estés presente físicamente sé que me cuidas desde el cielo y me ayudas a buscar solución ante cualquier problema.

A mi Madre Maritza de Jiménez, por tus regaños y perseverancia a que siguiera adelante en materializar esta meta.

A mi hermana Mariuth Jiménez, sin todo tu apoyo, tus regaños, y tus consejos nada se hubiese podido materializar, sé que eres capaz de dar todo por mí y mi mama jamás nos ha dejado desamparadas eres mi pilar fundamental.

A mi cuñado Diego Figueroa, por su apoyo y sus palabras en cada momento.

A mi Novio Wilfredo Lira, por estar siempre presente en los buenos, malos y en los peores momentos en los que más quería desistir, en las noches de proyecto esperando para regresarme a casa a mí y a mis amigos, tu apoyo fue fundamental para llegar hasta aquí, tus consejos los mejores siempre acertando, no tengo palabras para describir el agradecimiento que siento hacia a ti eres mi mejor amigo, mi confidente, mi compañero de vida.

A mi hermanita Verónica Colina, porque de alguna manera me ayudaste y tú apoyo es importante para mí.

A mi tutora de tesis Ing. Adriana Márquez, por confiar en nosotros y darnos su apoyo para la ejecución de este trabajo de grado.

A mis fieles amigos Bárbara Sandoval, José Escalante, Elena Fernández, Rosangelica Sánchez, Heljand Castro, Andrés Jaramillo, José Uviedo, Luis Urdaneta, y al que alguna vez fue el grupo los iguaneros, porque a lo largo de la carrera siempre estuvieron allí en las peores noches de desvelo siempre existía un chiste para liberar el estrés, gracias mil gracias por cada apoyo y ayuda fueron fundamentales para llegar hasta aquí.

A mis compañeras de residencia Airiannis Montilla y Desiree Parada por brindarme su apoyo sus consejos estar siempre para mí, por dar siempre una solución cuando creí que no existía.

A la familia Lira-Vegas por abrirme las puertas de su hogar y hacerme sentir como en casa.

A mi compañera de tesis Johana Cordero, por aceptar este reto y aguantarme.

Marilyn J. Jiménez R.



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



ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRAULICOS DEL ACUIFEROS DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017. CASO: SECTOR NORTE

Autores:

Cordero. P. Johana. C. CI.: 20.152.962

Jiménez. R. Marilyn. J. CI.: 20.294.686

Tutor:

Msc. Ing. Márquez Adriana.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad la estimación de parámetros hidráulicos en el acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo en el año 2017, Sector Norte. Que por parte del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA) se pudo obtener información de los 76 pozos que se encuentran en la zona norte del municipio haciendo referencia a su ubicación, uso, estado operacional y estudio fisicoquímico. Se ubicaron dos pozos uno de bombeo y uno de observación, de los cuales se obtuvieron las coordenadas UTM por medio del software Google heart, como propósito fundamental de determinar específicamente la transmisividad y coeficiente de almacenamiento que para ello se realizó una prueba de caudal variable donde se adquirieron datos necesarios para la estimación de dichos parámetros a través del método de Theis, cabe destacar que con los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento obtenidos se puede aseverar que se está en presencia de un acuífero confinado. En la prueba de nivel dinámico

no se evidencio una disminuci3n considerable si no algunos cent3metros a lo largo de todo el estudio que se le hizo al pozo, por lo cual se puede concluir que este pozo no est3 siendo sobreexplotado ni se ve afectado por el consumo de agua que realiza la Urbanizaci3n Los Colores. Las mediciones de nivel est3tico en el pozo se realizaron durante aproximadamente dos meses con el fin de describir las variaciones de los niveles que experimenta el acuífero en un periodo de tiempo determinado. La investigaci3n est3 enfocada en reflejar y actualizar datos importantes sobre el comportamiento del acuífero en el sector de la Zona Norte, facilitando as3 la planificaci3n de proyectos que benefician el abastecimiento de agua en la zona y un debido aprovechamiento de este recurso. Y de esta forma se siga realizando todo este seguimiento a cada uno de los pozos del Municipio san diego, para as3 garantizar que el agua consumida por la poblaci3n este apta para dicho consumo, esto para el caso de los pozos de uso habitacional.

INDICE

DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCION.....	18
CAPITULO I	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
Objetivos de la investigación.....	22
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos.....	22
Justificación de la Investigación.....	23
Alcances y Limitaciones.....	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEORICO.....	25
Antecedentes de la investigación.....	25
MARCO REFERENCIAL.....	27
Bases teóricas.....	29
CAPITULO III	37
Tipo de investigación.....	37
Diseño de la investigación.....	37
Población y Muestra.....	37
Población.....	37
Muestra.....	38

Técnicas de recolección de datos.....	38
Fases de la investigación.....	40
Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.....	40
Fase II: Describir la variación del caudal, niveles y los parámetros físico-químicos del pozo en estudio de la zona norte, del Municipio San Diego, Estado Carabobo durante el año 2017.....	43
Fase III. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego del Estado Carabobo de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos. Caso: Sector Norte.....	50
CAPITULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSION	53
Discusión de resultados.....	66
CAPITULO V	68
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70
Anexo A.....	72
Anexo B.....	77
Anexo C.....	80
Anexo D.....	82
Anexo E.....	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución sectorial del Municipio San Diego. Estado Carabobo.....	28
Figura 2. Acuífero libre.....	30
Figura 3. Acuífero confinado.....	31
Figura 4. Acuífero semiconfinado.....	32
Figura 5. Coeficiente de almacenamiento.....	33
Figura 6. Curva de Theis.....	36
Figura 7. Sonda para medir nivel marca PLM.....	39
Figura 8. Tobo para medir caudal, de 18 litros.....	39
Figura 9. Cronómetro.....	39
Figura 10. Entrada al programa para la ubicación geográfica.....	40
Figura 11. Marca de posición.....	41
Figura 12. Herramienta para las Coordenadas UTM del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo.....	41
Figura 13. Coordenadas UTM del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo.....	42
Figura 14. Ubicación relativa de los pozos entre el Sector Centro y Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	43
Figura 15. Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017.....	45
Figura 16. Toma de las muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017.....	45
Figura 17. Medición de nivel estático del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017.....	46

Figura 18. Medición de nivel estático del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017.....	46
Figura 19. Medición de nivel estático del pozo Iamdesandi (Observación) en compañía del Licdo. Juan De Farías adscrito al Ministerio de Ecoscialismo y Aguas. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017	47
Figura 20. Medición de nivel estático del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017.....	47
Figura 21. Lectura del nivel freático del pozo Los Colores (estático). Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/2017.....	48
Figura 22. Medición de caudal del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 03/04/2017	49
Figura 23. Medición de caudal del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/2017.....	49
Figura 24. Herramienta regla. Pozo Los Colores. Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte. Y pozo Iamdesandi. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro. Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	50
Figura 25. Distancia lineal entre los pozos. Pozo Los Colores. Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte. Y pozo Iamdesandi. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro. Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	51
Figura 26. Coincidencia de puntos sobre la gráfica de Theis patrón.....	52
Figura 27. Distribución de porcentajes según el uso de los pozos de la zona centro, San Diego Estado Carabobo.....	53

Figura 28. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Norte del Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	54
Figura 29. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395. Pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017.....	55
Figura 30. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a las Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305. Pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017.....	56
Figura 31. Variación del Nivel Estático en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	59
Figura 32. Variación del Nivel Dinámico en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	60
Figura 33. Variación de Caudal en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	60
Figura 34. Variación del Nivel Estático en el pozo IAMDESANDI durante el periodo de mediciones Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. San Diego, Estado Carabobo.....	61
Figura 35. Caudal vs Tiempo del pozo los colores- Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Urb. Montaserino, Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017.....	63
Figura 36. Descenso vs Tiempo del pozo los colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017.....	63

Figura 37. Informe de resultados del análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Los Colores del Municipio San Diego Estado Carabobo.....	81
Figura 38. Planilla de inventario de aguas subterráneas del pozo Los Colores. Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	85
Figura: 39. Mapa de ubicación y uso de los pozos del Municipio San Diego Estado Carabobo.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimado de habitantes en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	28
Tabla 2. Valores de coeficiente de almacenamiento.....	34
Tabla 3. Valores de Transmisividad.....	35
Tabla 4. Identificación geográfica del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo.....	32
Tabla 5. Identificación geográfica del pozo de observación en el sector Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	33
Tabla 6. Identificación geográfica relativa de los pozos entre el Sector Centro y Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	43
Tabla 7. Programación de mediciones del pozo los Colores (pozo de bombeo). Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	44
Tabla 8. Programación de mediciones del pozo (pozo de observación) Iamdesandi Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	44
Tabla 9. Clasificación según su uso de los pozos del sector norte en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	53
Tabla 10. Identificación geográfica del pozo de bombeo y el de observación del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	54
Tabla 11. Resultados del análisis físico-químico del pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017.....	58
Tabla 12. Nivel estático, dinámico y caudal del pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017.....	59
Tabla 13. Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	62

Tabla 14. Valores obtenidos de la prueba de caudal variable en el pozo los colores tomando en cuenta el descenso entre pozos, coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017.....	62
Tabla 15. Punto de ajuste para el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del pozo los Colores, San Diego, Estado Carabobo.....	65
Tabla 16. Parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula de Theis en el pozo Los Colores, San Diego, Estado Carabobo.....	65
Tabla 17. Parámetros de Transmisividad Y Coeficiente de Almacenamiento del Pozo Los Colores de Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	66
Tabla 18. Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.....	78
Tabla 19. Clasificación de las aguas según su dureza.....	78
Tabla 20. Aguas Subtipo 1A, Límites y Rangos.....	79
Tabla 21. Componentes inorgánicos.....	79
Tabla 22. Caudal, Nivel Estático, Nivel Dinámico del Pozo de Bombeo y de Observación durante el Periodo de Mediciones.....	83

INTRODUCCION

El planeta tierra tiene la característica de poseer un 70% de agua y un 30% de tierra firme, es por ello que toda el agua del planeta no puede usarse para el consumo humano, ni para la industria, ni para la agricultura, ya que el 97% de dicha agua es salada y el restante es agua dulce, por lo tanto la mayor parte del agua dulce es subterránea, que procede de las precipitaciones que van infiltrándose en el suelo hasta formar un estrato completamente inundado, llamado capa freática o manto acuífero.

El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años, se encuentran bajo la superficie terrestre, puede aparecer en la superficie en forma de manantiales, o puede ser extraída mediante pozos. Esta extracción es de esencial importancia para la civilización porque supone la mayor reserva de agua potable en las regiones habitadas por los seres humanos.

La extracción de aguas subterráneas se ha visto incrementada durante los últimos 50 años debido a su abundancia, alta calidad, confiabilidad y avances en la hidrogeología para facilitar su extracción a un costo relativamente accesible. En algunos casos, la inadecuada explotación de los recursos subterráneos ha producido efectos adversos, tales como la degradación de la calidad del agua subterránea, el daño de los sistemas acuáticos, y el descenso excesivo de los niveles del agua subterránea.

Uno de los países con grandes riquezas naturales y abundantes recursos hídricos que incluyen importantes reservas de aguas subterráneas es Venezuela.

Es por ello que se inicia una serie de programas para el aprovechamiento de las aguas subterráneas, en el año 1936 los principales problemas asociados con el agua consistían en incrementar la dotación de agua potable a las comunidades, construir el alcantarillado de las principales ciudades e iniciar la ejecución de obras de saneamiento de las aguas servidas. Ministerio del poder popular para el ambiente (MPPA).

En el año 1945 el Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSAS) a través de la dirección de malariología desarrolla un programa de perforación de pozos para abastecer los acueductos rurales con el fin de dotar agua potable a poblaciones menores de 2.000

habitantes y en 1961 se crea el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos, cuyo objetivo fue elaborar el Plan Nacional de Desarrollo de Obras Hidráulicas (Decarli, 2009)

Además entre 1963 y 1965 el Ministerio de agricultura y Cría (MAC) perforó más de 1.000 pozos en el país.

En 1966 se formuló el plan básico de exploraciones de aguas subterráneas, entre 1969-72 se crea el departamento de aguas Subterráneas, posterior división del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH) (MPPA, 2006).

En 1967, fue creada la Comisión para el Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH), que realizó el primer inventario y diagnóstico de los recursos de aguas subterráneas en Venezuela, plan concluido en 1972.

En el Estado Carabobo se ha encontrado la formación de varios acuíferos, los cuales son extraídos mediante pozos, es por ello que lo antes mencionado afecta directamente en el uso de explotación de recursos naturales como lo es el agua potable. Debido a la necesidad de dicho recurso en todo el Municipio San Diego es necesario conocer la disponibilidad del agua, específicamente de aguas subterráneas para el abastecimiento de sus habitantes, razón por la cual surge el tema del presente trabajo. Teniendo en cuenta esto, es necesario recurrir a métodos indirectos que permitan conocer la hidrogeología del lugar, por lo cual es necesario integrar métodos geofísicos para determinar parámetros hidrogeológicos y así poder sintetizar las condiciones básicas y dinámicas de las aguas que se encuentran en el subsuelo, para el desarrollo y la predicción del manejo de los recursos hídricos de la zona, permitiendo comprender el funcionamiento de los acuíferos.

Para el desarrollo del proyecto se llevó a cabo la siguiente estructuración:

Capítulo I: Muestra el planteamiento del problema, definiendo para su resolución un objetivo general y varios específicos, así como la justificación de la investigación y su delimitación.

Capítulo II: Marco Teórico, aquí se contemplan los antecedentes de estudios previos a la investigación, las bases teóricas y las bases legales que lo sustentan.

Capítulo III: Marco Metodológico, se pautó la metodología que será empleada para el desarrollo de la investigación.

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

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En términos generales los acuíferos son recursos naturales esenciales ya que contienen los suministros de agua subterránea, un bombeo excesivo de agua de un acuífero antes de que pueda rellenarse en forma natural puede agotar el agua subterránea, y los pozos que dependen del acuífero pueden secarse como resultado de esa acción. Además, aproximadamente un tercio del total del agua que se utiliza en regiones áridas y semiáridas de América Latina se origina en acuíferos, de los que proviene un gran porcentaje del agua potable. En la actualidad, la extracción de aguas subterráneas por encima de la capacidad de recarga provoca la sobreexplotación de los acuíferos; en lo que se refiere a la sobreexplotación de un acuífero se puede definir como la extracción del agua del mismo en una cantidad superior a la correspondiente a su alimentación.

Es por eso que la Organización de los Estados Americanos (OEA) promueve el manejo de los recursos pertenecientes a múltiples países, incluyendo el agua subterránea, por lo tanto la OEA asiste a los estados miembros en sus esfuerzos para integrar y establecer enfoques comunes en la ejecución del manejo conjunto de los recursos hídricos, entre los que se incluye a los acuíferos transfronterizos.

Actualmente existe el Plan Nacional de Recursos Hídricos (COPLANARH) que nace como una necesidad de la nación en el año 2007 de identificar, ordenar y cuantificar la cantidad y calidad de las aguas, superficiales y subterráneas. Cabe señalar que las aguas subterráneas están siendo sobre explotadas debido a la existencias de numerosos pozos tanto para el abastecimiento industrial como con fines agrícolas, éstos no ha sido normado específicamente en relación al uso racional recurso agua, solamente existe normativa en cuanto a la distancia entre pozos para evitar el abatimiento de los acuíferos. Según el estudio del IESA 1998 (Instituto Universitario de Estudios Superiores en Administración), señala que anualmente quedan inhabilitado entre 30 y 50 pozos por disminución del nivel de los acuíferos.

Venezuela, cuenta con grandes recursos hídricos, organizados mediante una red fluvial, la cual se divide en dos vertientes principales: la del Atlántico, que cubre cerca del 82% del territorio nacional, integrada principalmente por el río Orinoco y sus afluentes llaneros y guyaneses; y la segunda, es la del Mar Caribe, que incluye todos los ríos que se dirigen directamente hacia él, y otros, lo hacen por intermedio del Lago de Maracaibo. Sólo una pequeña parte del escurrimiento fluvial de Venezuela no tiene acceso al mar, y es la cuenca endorreica del Lago de Valencia, la cual está ubicada entre los estados Aragua y Carabobo.

Es así como el estado Carabobo forma parte en el ámbito nacional, de las Regiones Hidrográficas establecidas en la Ley de Aguas (publicada en la Gaceta Oficial N° 38.595 de fecha 2 de enero de 2007) en las cuales, se encuentran la Región Centro Occidental; formada por los ríos que drenan al litoral del estado Carabobo pertenecientes a la cuenca del Mar Caribe. Los principales usos del agua en el Estado Carabobo son: el doméstico, industrial, riego y recreacional. Asimismo la demanda doméstica y parte de la industrial está servida por HIDROCENTRO; el resto de la parte industrial y la de riego proviene de la perforación de pozos profundos.

El municipio San Diego forma parte de ABRAE (Áreas Bajo Régimen de Administración Especial) con prioridad de tratamiento de la Cuenca del Lago de Valencia y el Parque Nacional San Esteban, estas áreas bajo régimen de administración especial están a cargo de los organismos competentes y tienen su reglamento de uso. Por una parte la producción de agua subterránea como un suministro de agua para el municipio San Diego requiere la extracción de agua de las reservas subterráneas, conocidas como mantos acuíferos, ya que San Diego ha sido uno de los municipios de más rápido crecimiento de la población en la entidad debido a su crecimiento tanto comerciales como industriales. Lo cual hace necesario que en esta zona se realicen estudios de análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante 2017 en el sector Norte, con la finalidad de evaluar las propiedades geofísicas del acuífero, que sirvan de base para posteriores estudios académicos y científicos que puedan solucionar los problemas de suministro de agua en la comunidad y para darle un adecuado aprovechamiento a las aguas subterráneas existentes.

Es necesario que todos los pozos estén registrados en SOVAS (Sociedad Venezolana de las Aguas Subterráneas) para que el ministerio del ambiente tenga toda la información de los yacimientos acuíferos en Venezuela. De no existir suficiente información sobre las aguas subterráneas, se podría atrasar el desarrollo de obras que necesiten un conocimiento subyacente, lo que dificultaría el proceso de solución de problemas que afecten al sector en relación al abastecimiento de agua para consumo humano.

Formulación del problema

¿Cuántos pozos están incluidos en el acuífero del municipio San Diego?

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

¿Cuáles son los valores físico-químicos y bacteriológicos del pozo en estudio?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego. Estado Carabobo.

Objetivos Específicos

- ❖ Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.

- ❖ Describir los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.

- ❖ Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego del Estado Carabobo de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos.

Justificación de la investigación

Las aguas subterráneas representan más de una parte del ciclo hidrológico del agua, donde uno de sus aspectos que la hacen particularmente útil para el consumo humano es la menor contaminación a la que está sometida y la capacidad de filtración del suelo que la hace generalmente más pura que las aguas superficiales. El agua subterránea es utilizada para el abastecimiento del agua potable, tanto en viviendas individuales, como en aglomeraciones urbanas. Esta utilización se ha venido incrementando en el mundo desde tiempos atrás y se estima que más de la mitad de la población mundial depende del agua subterránea como fuente de agua potable.

Considerando las zonas de rocas subterráneas como sistemas que poseen un cierto funcionamiento, regulado por la recarga y las extracciones, se comprende que deben poseer ciertas características fundamentales o parámetros que permiten definir el funcionamiento de un acuífero, bien sea por la capacidad de un terreno de permitir el paso del agua, por el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno o por la naturaleza del terreno.

Es importante conocer los parámetros hidráulicos característicos del acuífero del municipio San Diego, lo cual nos ayuda a obtener una mejor comprensión del comportamiento del acuífero y del comportamiento de los pozos estudiados durante un cierto periodo, el cual nos aporta información respecto a la hidrología del acuífero, la calidad del agua y su evolución en el tiempo. Esto permitirá un adecuado aprovechamiento de las aguas subterráneas, de manera que garantice un suministro confiable de dicho recurso para la comunidad de tal forma que pueda existir una articulación con la gestión social y políticas públicas, y así obtener un volumen determinado de agua de formación acuífera para satisfacer una demanda.

El volumen se determina por la realización de medidas de niveles de agua en pozos y piezómetros de reducido diámetro, mediante un captador de una sonda, reactivo a la conductividad del agua, y minimizando los errores debidos a la tensión de la superficie. Los sondeos de pozos nos permiten poder sacarle rendimiento de forma económica, optimizando el uso de nuestras propiedades y de los recursos naturales de las mismas en una apuesta por la sostenibilidad y el desarrollo sustentable.

El desarrollo de las áreas urbanas afecta significativamente el ciclo hidrológico natural, el principal factor de cambio es el proceso de urbanización que afecta de manera particular y significativa a los acuíferos.

Alcances y Limitaciones

Con esta investigación de las estimaciones de los parámetros hidráulicos de los pozos del Municipio San Diego en el sector Norte durante el año 2017 se busca el fortalecimiento del bienestar de los acuíferos y su preservación a pesar de su explotación para el consumo humano el cual mantener sus parámetros representara un equilibrio ecológico, cuya finalidad es ofrecer información preliminar de referencia del comportamiento de niveles en metros, desde la superficie hasta alcanzar la profundidad del agua, además se pueden obtener resultados físicos-químicos y bacteriológicos para saber la calidad del agua. Tomando en cuenta que puede ser un aporte y contribución en la planificación macro para la gestión del aprovechamiento de los Recursos Hídricos Subterráneos.

El decreto 2.048 establece normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento del agua potable, ya que dichos pozos constituyen obras de captación de las aguas de origen subterráneo muy utilizada en los últimos años, proliferando la perforación de pozos profundos, cabe destacar que el agua destinada para el consumo humano deben registrarse por la Gaceta Oficial 36.298 donde dicta que cuando el agua que se destine al suministro como potable no cumpla con los requisitos establecidos en las presentes Normas, el responsable del sistema de abastecimiento deberá aplicar el tratamiento que la haga apta para dicho uso.

Es necesario resaltar que varios de los pozos del sector Norte no se encuentran en funcionamiento por la falta de mantenimiento y porque alguno de ellos están contaminados, razón por la cual no se pudo realizar la medición de caudal y nivel, es por ello que solo se estudió un (1) pozo ubicado dentro de una propiedad privada en la urbanización monteserino del municipio San Diego.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Ocampo et al. (2006), estudiaron un paisaje hidrológico en la cuenca del canal Susannah, en Australia, donde se observó que el acuífero recarga al cauce, cuando asciende el nivel, es decir en época de precipitaciones. Las zonas altas del terreno, se comportan como zonas de almacenamiento de agua, aprovisionamiento de recarga y fuente de nitratos desde áreas agrícolas. En las zonas bajas, la concentración de nitratos disminuye, debido a procesos de denitrificación en las riberas del canal.

Mosquera & Parravano (2005), señalan que los primeros trabajos realizados de evaluación hidrogeológica en algunas áreas de la Formación Mesa, datan de los años setenta, destacando que la mayor cantidad fueron desarrollados por la División de Hidrogeología del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). Resaltaron que estos tipos de simulaciones permiten comprender un mejor bombeo permisible en el acuífero, ya que puede predecir el bombeo y los impactos del flujo, además de analizar riesgos ambientales.

Por un lado **la División de Hidrogeología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos MMH (1970)**, actualmente perteneciente al Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente (MINAM), mediante la interpretación cualitativa de registros eléctricos de pozos estructurales y exploratorios, perforados por las compañías petroleras, realizó el primer estudio del medio poroso de algunas regiones del país en escala 1:250.000, en el cual estaba incluida la Formación Mesa.

Por otro lado la mencionada División de Hidrogeología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (1980), realizó una versión mejorada donde consideró la reducción del espesor saturado del acuífero; es decir, la reducción de la transmisibilidad en función del descenso de la mesa de agua, en un estudio titulado “Modelo Matemático Avanzado de Aguas Subterráneas-Región Mesa de Guanipa”. En este modelo se calculó el abatimiento adicional, así mismo sumó al valor determinado en los caudales de bombeo.

Barrios J, (2005) en su trabajo de grado titulado “Estudio Hidrogeológico del Área Norte del Delta del Orinoco, para determinar la existencia de agua potable para el suministro de las poblaciones del Municipio pedernales, Estado Delta Amacuro” determina las profundidades óptimas de perforación para obtener el mejor aprovechamiento del agua potable en el área de estudio para preservar el equilibrio del

acuífero y determinó que existían muchas mezclas de agua dulce salada a través de análisis de sus relaciones.

Busso, A., et al. (1996), realizaron un artículo científico titulado “Escenario Hidrogeológico General De Los Principales Acuíferos De La Llanura Pampeana y Mesopotamia Meridional Argentina” y determinaron que la litología de las unidades continentales condiciona frecuentemente las características hidráulicas e hidroquímicas de los acuíferos Puelches proponiendo que debido a la existencia de la variabilidad local y regional en el comportamiento de estos se subdividirían de manera regional basándose en aspectos como, la Fisiografía, Estratigrafía y Litología, y de forma subordinada a las mismas, la hidráulica e hidrología de las unidades acuíferas contenidas.

Rivero (2015), realizó en su trabajo de grado, elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego Estado Carabobo durante el año 2015. Caso: Sector Industrial, donde indica que el 92,31% de los pozos que están en esta zona se encuentran en estado activo, estos con profundidades mayores a 70m, a su vez, realizó también la prueba de caudal variable y los resultados arrojaron que el pozo en estudio no se encuentra sobreexplotado, factor importante debido al alto consumo que demanda el Municipio; por otra parte, se determinó que la transmisividad del acuífero es baja por que la cantidad de agua que es transmitida horizontalmente también lo es. Del análisis hecho a los estudios litológicos junto con el resultado del coeficiente de almacenamiento se llegó a la conclusión que se está en presencia de un acuífero confinado por lo que el agua procede de la descompresión.

Farías y Vallejo (2015), realizaron su trabajo de investigación titulado: Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego del Estado Carabobo durante el año 2015, caso sector Norte B y C, en el cual dieron a conocer que en dicha zona, el 81% de los pozos se encuentran activos y el 92% de los mismos son de uso residencial. Los estudios químicos de las aguas del acuífero reflejaron que según la Normas Sanitarias de Calidad del agua Potable, el acuífero en estudio es apto para el consumo humano, lo que es de gran importancia ya que esta zona es de las más pobladas en el municipio. Por otra parte, la transmisividad que determinaron se consideró baja y que por el valor obtenido del coeficiente de almacenamiento y los estudios litológicos que entregaron en el Ministerio de Ecosocialismo y Agua, concluyeron que el acuífero es confinado por lo que la extracción procede de la descompresión del agua lo que indica que los pozos a estudiar tienen valores aceptables para el consumo.

MARCO REFERENCIAL

San Diego se encuentra ubicado al Norte del Lago de Valencia en el estado Carabobo, en un municipio uni parroquial, cuenta con una población aproximadamente 132.947 habitantes y con una superficie de 106 km².

El cual se encuentra dividido en 7 ámbitos de planificación (Norte A, Norte B, Norte C, Centro A, Centro B, Centro C, Sur).

- ✓ **Norte A:** Conformado por las vecindades de, Josefina I, Josefina II; Casco de San Diego, las Mercedes, Emmanuel I y II, Sabana del Medio, El Polvero, Hacienda San Antonio, Higuerote, La Lopera, La Leonera, Los Tamarindos, El Manantial, La Ponderosa, Santa Eduvigis, Mini Granja Colonial, Mini Granja San Diego, El Llanito, El Polvero, El Otro Lado, Las Morochas I, II, III, IV, Valle Fresco Norte, Hacienda La Caracara, El Mirador, Montecarmelo, San Francisco de Cúpira, Los Pinos, Pueblo Nuevo, Guarda Tinaja, Villa del Valle 2001-2002.

- ✓ **Norte B:** Monteserino, Monteserino 12, Bosqueserino, Villa Maporal, Parqueserino, Villaserino Country Park, Santa Marta, Divino Niño, Portachuelo, Villas de San Diego, Parque Campestre La Cumaca, Rivera Country Club, Monterrey Suite, Villa Monterrey, Las Majaguas, Los Colores, Las Aves.

- ✓ **Norte C:** El Remanso, Tulipán, San Antonio, La Haciendita. Senderos de san Diego.

- ✓ **Centro A:** Urb. El Morro II, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda.

- ✓ **Centro B:** El Morro I, Yuma I y II, Res. Los Andes I y II, Las Gaviotas, Valle Verde.

- ✓ **Centro C:** Aseprovica, El Parque, Sansur, Poblado de San Diego, Valle de Oro, Yuma 26-28, Resd. Los Anaucos, Resd. Orión y Chalet's Country.

- ✓ **Sur:** Campo Solo, Fundación Los Cedros, Primero de Mayo, Los Próceres, Paraíso, Magallanes, Asentamiento Campesino Santa Ana, Ciudadela Enrique

Bernardo Núñez, Ciudadela Valencey, Urb. Enmanuel, Altos de Paraíso, Harales, Colinas de los Árales, Jarales, laguna Club, Paso Real.

Además se encuentra en el extremo Centro-Norte del estado Carabobo, en la región central del país, ocupando el área de la antigua parroquia San Diego del Municipio Valencia, conformado por un valle formado por los Ríos Cúpira y San Diego, siendo su capital el centro poblado más antiguo a quien debe su nombre, con una temperatura anual promedio 25,5 ° C y una precipitación de 1,100 m.m anuales, la cual se encuentra ubicada a 47,35 metros sobre el nivel del mar.

Limita por el Norte con el Municipio Puerto Cabello, por la divisoria de aguas de la Cordillera de la Costa, atravesando el Parque San Esteban. Por el Sur con los Municipios Valencia y Los Guayos por el eje de la autopista Caracas-Valencia, desde el distribuidor el Morro hasta Punta Tapiaca, por el Este con el Municipio Guacara, siguiendo la divisoria de aguas del cerro la Josefina desde Punta Tapiaca hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello y por el Oeste, con los Municipios Valencia y Naguanagua, por la divisoria de aguas del cerro El Trigal, pasando Bárbula hasta el límite con el Municipio Puerto Cabello.

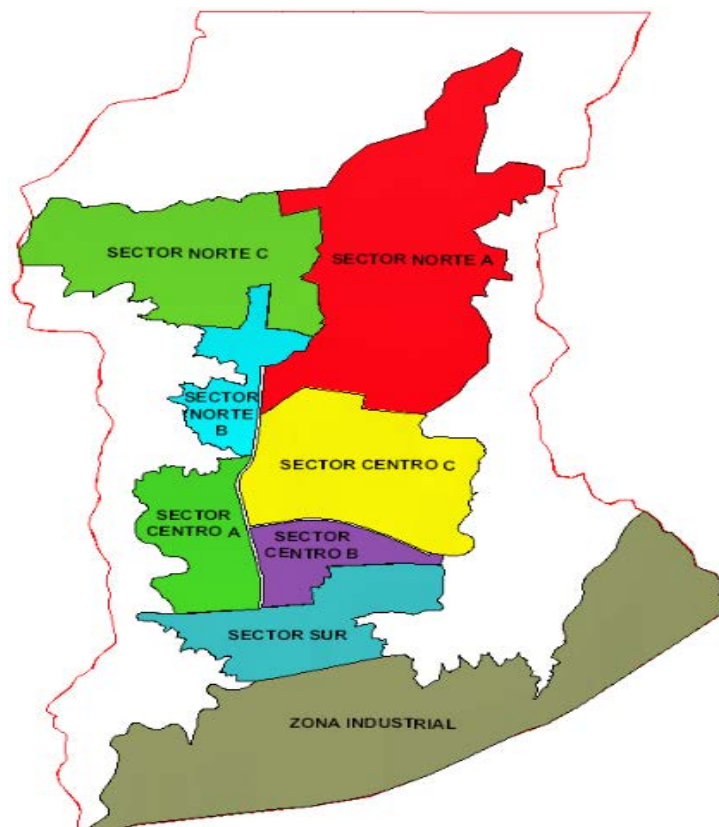


Figura 1. Distribución sectorial del Municipio San Diego. Estado Carabobo.

Fuente: Página Web de la Alcaldía de San Diego.

Tabla 1. Estimado de habitantes en el Municipio San Diego, Estado Carabobo
 Fuente: Página Web de la Alcaldía de San Diego.

ESTIMADO DE HABITANTES EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO 2014.

Ámbito	N° Inm.	N° Hab.	% Peso por Sector
Norte A	8.367	32.631	24,54
Norte B	2.121	8.272	6,22
Norte C	4.964	19.360	14,56
Centro A	7.395	28.841	21,69
Centro B	2.943	11.478	8,63
Centro C	3.935	15.347	11,54
Sur	4.364	17.020	12,80
Total.....	34.089	132.947	100

Bases teóricas

Acuíferos

Son aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir cantidades importantes de agua. Por lo tanto, los acuíferos se caracterizan por poseer una permeabilidad significativa así como por una extensión y espesor considerables.

Según Custodio y Llamas (1983) un acuífero, o embalse subterráneo ‘es aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grieta, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades’.

De acuerdo al comportamiento hidráulico de las formaciones geológicas, así como a su posición estructural en el terreno, se distinguen tres tipos principales de acuíferos.

Acuíferos libres

También llamados no confinados o freáticos. No tienen una capa de materiales impermeables encima de ellas. En el acuífero libre el nivel freático coincide con la superficie y se encuentra en contacto directo con la zona del suelo.

El nivel freático define el límite de saturación del acuífero libre y coincide con la superficie piezométrica. Su posición no es fija sino que varía en función de las épocas secas o lluviosas.

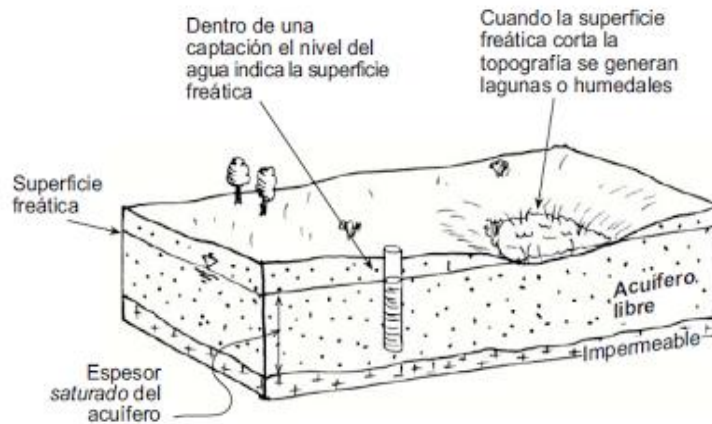


Figura 2. Acuífero libre

Fuente: Sánchez, F. J. (2007). Hidrogeología: Conceptos Fundamentales

Acuíferos confinados

Las reservas de agua dulce, sobre todo las más importantes y las que mayor cantidad de líquido poseen, son aguas subterráneas, que se almacenan en grandes depósitos naturales a través de la filtración de los suelos y rocas hacia estos espacios, si el agua se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y sometido a una presión distinta a la atmosférica (superior), forma lo que se denomina acuífero confinado, también llamados acuíferos cautivos que ocupa totalmente los poros o huecos de la formación geológica, saturándola totalmente. No existe zona no saturada. En estas condiciones el agua está sujeta a una presión considerable. Si por cualquier circunstancia se crea una fisura en la capa impermeable, entonces el agua asciende rápidamente hasta el nivel freático para equilibrar las diferencias de presión.

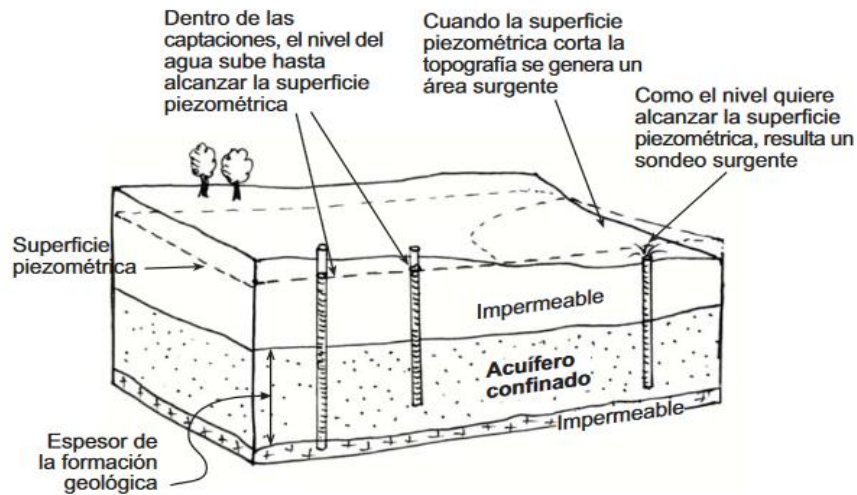


Figura 3. Acuífero confinado

Fuente: Sánchez, F. J. (2007). Hidrogeología: Conceptos Fundamentales

Acuíferos semiconfinados

Son aquellos en donde el agua se halla a la misma presión que los confinados, con la diferencia de que en este caso, las capas que lo confinan no son del todo impermeables y permiten pequeñas filtraciones que repercuten en el caudal extraído del acuífero semiconfinado.

Este tipo de acuíferos son mucho más frecuentes que los confinados, ya que en rocas sedimentarias son más abundantes las formaciones poco permeables que las absolutamente impermeables; aunque la permeabilidad de la capa confinante sea muy baja.

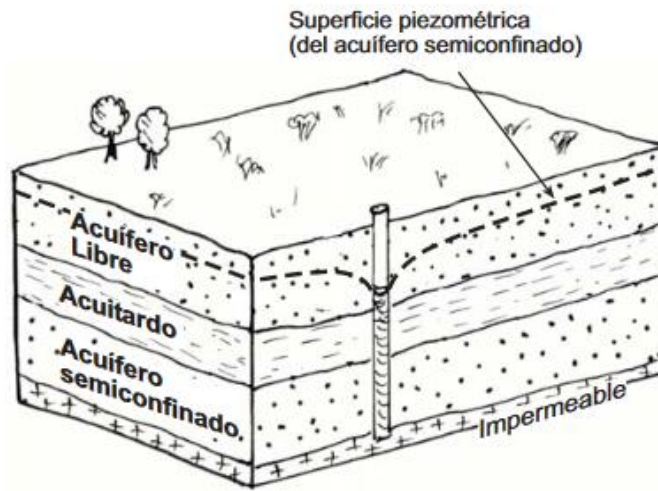


Figura 4. Acuífero semiconfinado

Fuente: Sánchez, F. J. (2007). Hidrogeología: Conceptos Fundamentales

Para explotar este recurso se hace uso de las obras de captación para el caso de pozos profundos que permitan realizar un diseño que esté acorde con los aspectos hidrogeológicos del acuífero que se va a captar con este tipo de estructuras. Para su diseño se deben conocer algunos factores como los mapas geológicos y datos que permitan determinar el tipo de formación geológica y su litología, además de datos sobre puntos de agua (vertientes, manantiales), datos hidrogeológicos y calidad del agua, ya que es un gran recurso hídrico, que puede extraerse para el consumo, aunque puede hallarse contaminado, por fertilizantes o pesticidas, por lo cual las aguas subterráneas requieren una revisión especializada (análisis bacteriológicos) antes de ser usada.

Parámetros hidráulicos

Después de la segunda guerra mundial la hidráulica de las aguas subterráneas tuvo avances significativos, debido principalmente al problema de evacuación de desechos radioactivos de plantas nucleares, ya que se empezaron a estudiar los efectos en las formaciones geológicas y en las aguas que almacenaban, lo que obligó a los investigadores a profundizar en el conocimiento de su hidráulica. Las medidas de las propiedades hidráulicas del suelo son fundamentales para numerosos estudios relacionados con la agronomía, hidrología y ciencias ambientales o trabajos que permiten la localización de acuíferos de los que se puede obtener agua en cantidad y calidad adecuada para el fin que se pretende, en este caso para el consumo humano, el cual es realizado mediante un sondeo

que refleja la altura de la presión del agua mientras que el caudal que puede proporcionar el sondeo depende de la Transmisividad y del Coeficiente de Almacenamiento.

Coeficiente de almacenamiento: Es el volumen de agua que se libera de un volumen prismático del acuífero, que tenga por base la unidad de área y por altura, la altura saturada del acuífero, cuando se desciende el nivel piezométrico una unidad. Hemos visto que el volumen de agua que proporciona un acuífero libre se puede calcular mediante la porosidad eficaz, mientras que el volumen de agua que proporciona un acuífero confinado no se puede calcular con el parámetro de la porosidad eficaz, ya que todos sus poros continúan saturados y por lo tanto solo disminuye la presión. Es por ello que necesitamos un parámetro que indique el agua liberada al disminuir la presión en el acuífero.

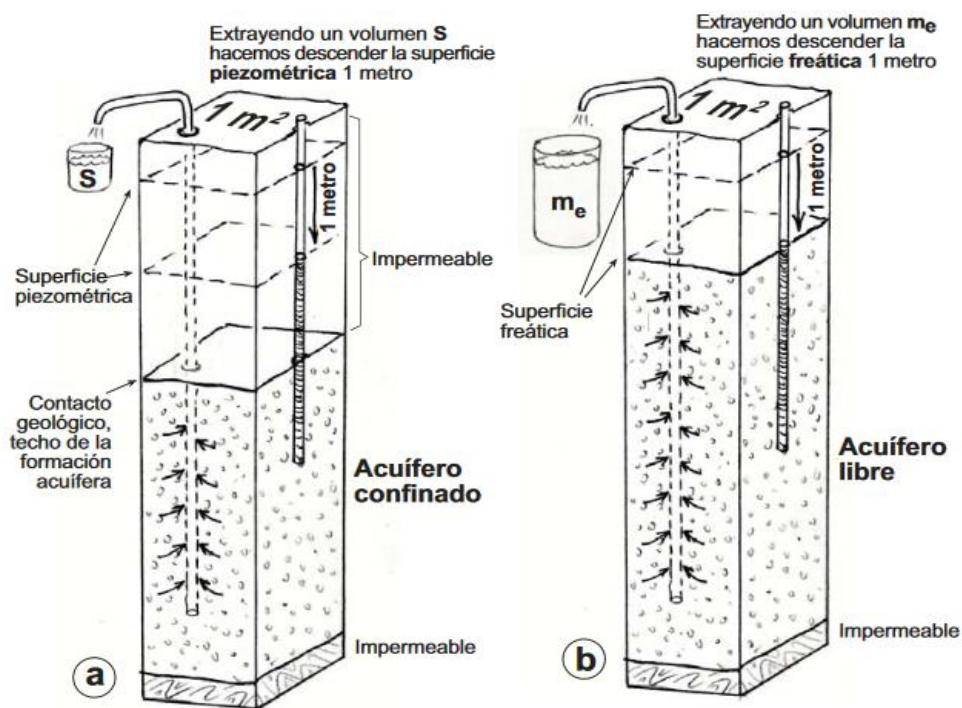


Figura 5. Coeficiente de almacenamiento

Fuente: Sánchez, F. J. (2007). Hidrogeología: Conceptos Fundamentales

En el acuífero confinado, en la que la superficie piezométrica ha bajado 1m. El pequeño volumen de agua obtenido es S .

$$S = \frac{\text{Vol de agua liberado}}{\text{Vol total que ha bajado la superficie piezométrica}}$$

Esta definición refleja también el concepto de porosidad eficaz, en el acuífero libre en la que la superficie freática también ha bajado un metro. El volumen de agua obtenido es la porosidad eficaz.

$$m_e = \frac{\text{Vol de agua drenada por gravedad}}{\text{Vol total}}$$

Pero son dos conceptos distintos: En el libre, sólo aporta agua (por vaciado) y en el confinado aporta agua (por descompresión).

Tabla 2. Valores de coeficiente de almacenamiento
Fuente: Sánchez, F. J. (2007). Hidrogeología: Conceptos Fundamentales

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

Transmisividad: Se define como el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno de ancho unidad y de altura igual a la de la zona saturada bajo un gradiente unidad y a una temperatura fija de 20°C. El parámetro que nos indica la facilidad del agua para circular horizontalmente por una formación geológica es la combinación de la conductividad hidráulica y del espesor.

$$\text{Transmisividad} = \text{conductividad hidráulica} * \text{espesor}$$

Donde, la conductividad hidráulica (K) se mide en una unidad de superficie dividida en una unidad de tiempo con unidades de $m^2/\text{día}$ o cm^2/seg .

Tabla 3. Valores de Transmisividad
Fuente: Benítez (1992) Captación de Aguas Subterráneas

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

Para determinar los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento se deben hacer pruebas de bombeo cuyas pruebas se muestran como una cantidad preespecificada de descarga y observan el cambio resultante en el nivel de agua del pozo bombeado. Es por ello que Theis dibujó la analogía entre calor y flujo de agua subterránea, desarrolló un método para determinar la transmisibilidad y el coeficiente de almacenamiento para acuíferos completamente penetrantes.

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

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

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

Donde:

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

Q = Caudal (volumen por unidad de tiempo, en m^3/s)

T y S son la transmisividad y almacenamiento del acuífero alrededor del pozo (m^2/s)

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)

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

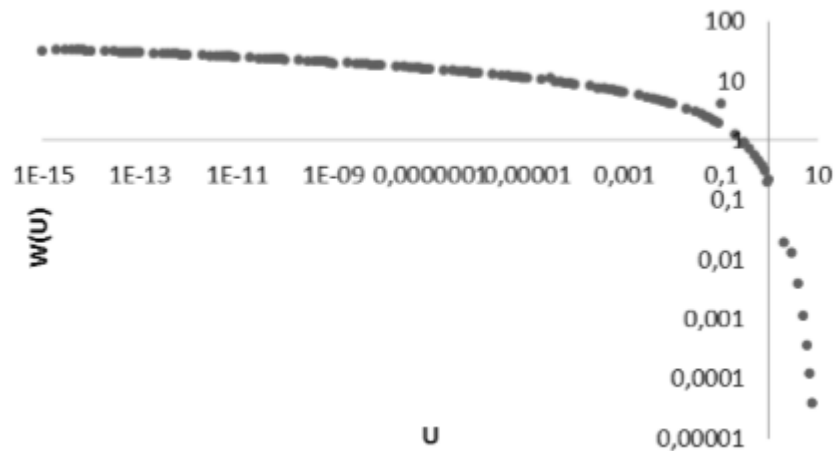


Figura 6. Curva de Theis
Fuente: Guevara y Cartaya (2004)

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Tipo de investigación

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

Diseño de la Investigación

En el presente caso, la investigación planteada, cuyo objetivo es analizar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego durante el 2017 en la zona norte, se aplicó un diseño no experimental, tal y como lo afirman Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) “un diseño no experimental es aquella investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir se trata de no variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación es observar el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para después analizarlo.” Es por ello que los diseños no experimentales tienen como fin analizar los cambios que se pueden producir entre determinadas variables y sus relaciones.

Población y Muestra

Población

Se refiere al conjunto de todos los elementos que poseen una característica común que se estudia y dan origen a los datos de la investigación.

Basado en el tipo de investigación se decidió tomar como población los acuíferos ubicados en el municipio de San Diego Edo. Carabobo Zona: norte, en la cual existen un total de 76 pozos de aguas subterráneas.

Muestra

Se refiere básicamente a que o quienes son el objeto de estudio. Según Balestrini (2006), señala que: “una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben producirse en ella, lo más exactamente posible”. Para esta investigación se seleccionó un (1) pozo del conjunto residencial los colores, ubicado en la zona norte del municipio San Diego del Edo Carabobo con las siguientes características:

Tabla 4. Identificación geográfica del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo

Identificación del pozo en estudio (pozo bombeo)					
Urbanización	Coordenadas (m)			Municipio	Uso
	x	y	z		
Urb. Montaserino. Conjunto Residencial los Colores	613503	1134139	469	San Diego	Abastecimiento Poblacional

Técnicas de Recolección de Datos

Sabino (2000) menciona, que un instrumento de recolección de datos “es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”. Es decir, se refiere a la secuencia de procedimientos ejecutados para la obtención de la información válida y precisa que será utilizada como datos científicos.

Cerda, H. (1991), afirma que la observación es probablemente uno de los instrumentos más utilizados y antiguos dentro de la investigación científica, debido a un procedimiento fácil y directo de aplicar, por esta razón, la ciencia inicia su procedimiento de conocimiento por medio de la observación, ya que es la forma más directa e inmediata de conocer los fenómenos y las cosas.

La técnica de la investigación es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación, es por ello que se utilizó la técnica de observación que permitió un plan de trabajo para la recolección de datos. Los instrumentos utilizados son los siguientes:



Figura 7. Sonda para medir nivel marca PLM

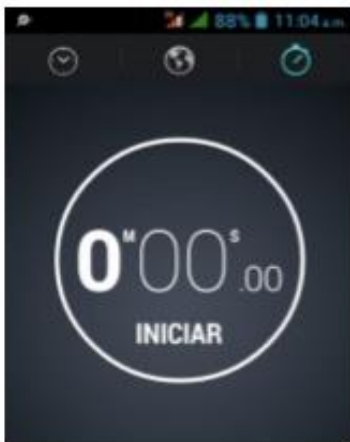


Figura 9. Cronómetro



Figura 8. Tobo para medir caudal, de 18 litros

Fases de la Investigación

Fase I: Identificar los pozos de agua subterránea en la zona norte del municipio San Diego. Edo Carabobo.

Para poder identificar los pozos de aguas subterráneas se hizo una reunión con el Ing. Victor Carrillo en las instalaciones de MINEA (Ministerio de Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas), donde se acordó una visita guiada por el señor Juan De Farías para ubicar algunos de los pozos del Municipio San Diego sector norte. Es importante mencionar que de los pozos visitados el de menor problema es el pozo del conjunto residencial los colores.

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

1. Al abrirse el programa en buscador se coloca la ubicación deseada.

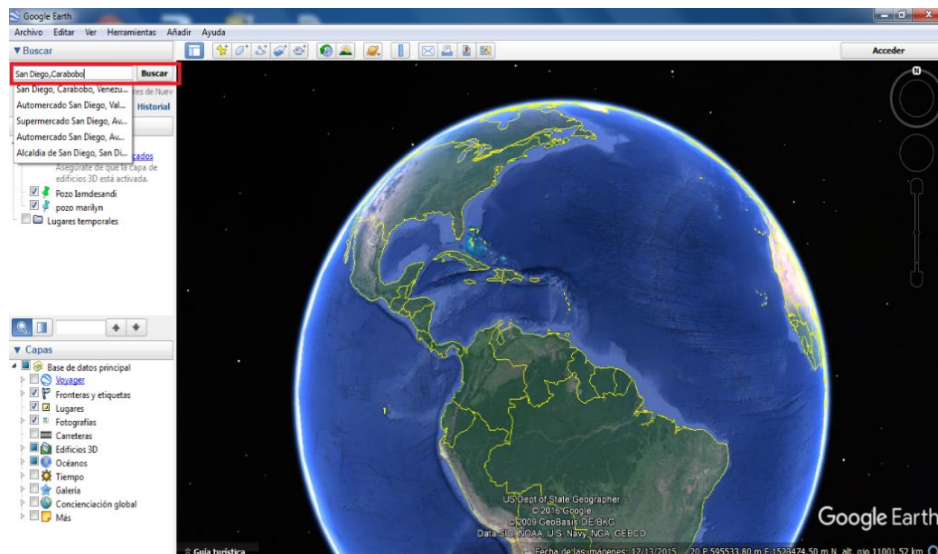


Figura 10. Entrada al programa para la ubicación geográfica

Fuente: Google Earth.

2. Ubicar la posición en donde se encuentra el primer pozo en estudio y posteriormente se determinan sus coordenadas UTM. (haciendo clic en el icono amarillo).

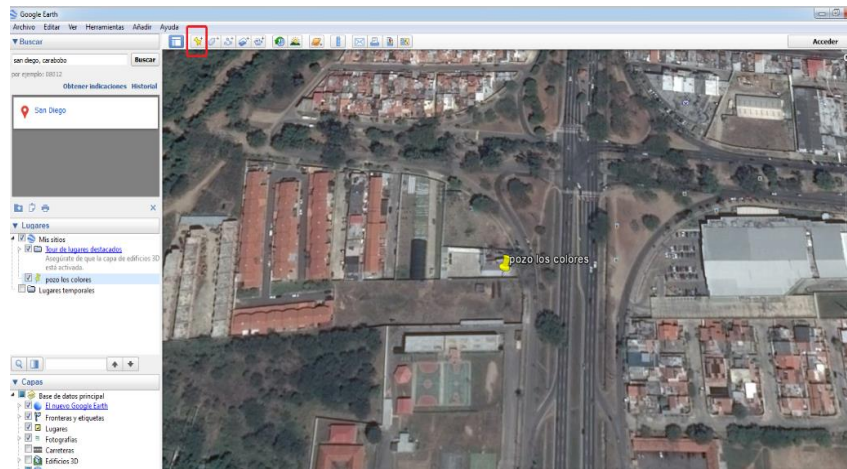


Figura 11. Marca de posición.

Fuente: Google Earth.

3. Después de identificada la zona se debe convertir a coordenadas UTM ya que el programa lo arroja en grado, minutos y segundos. (haciendo clic en herramienta- opciones).

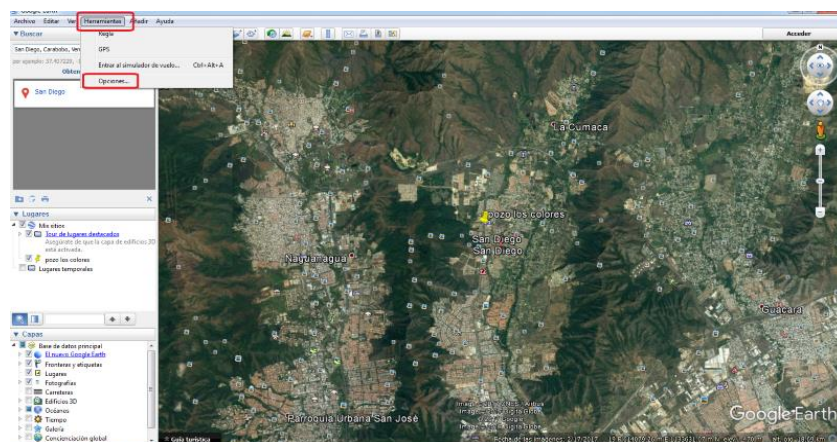


Figura 12. Herramienta para las Coordenadas UTM del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo

Fuente: Google Earth.

- Se abrirá una ventana y en el grupo que dice “Mostrar lat./long.” se marcará el botón de Universal Transversal De Mercator (UTM). Luego clic en Aplicar →Aceptar.

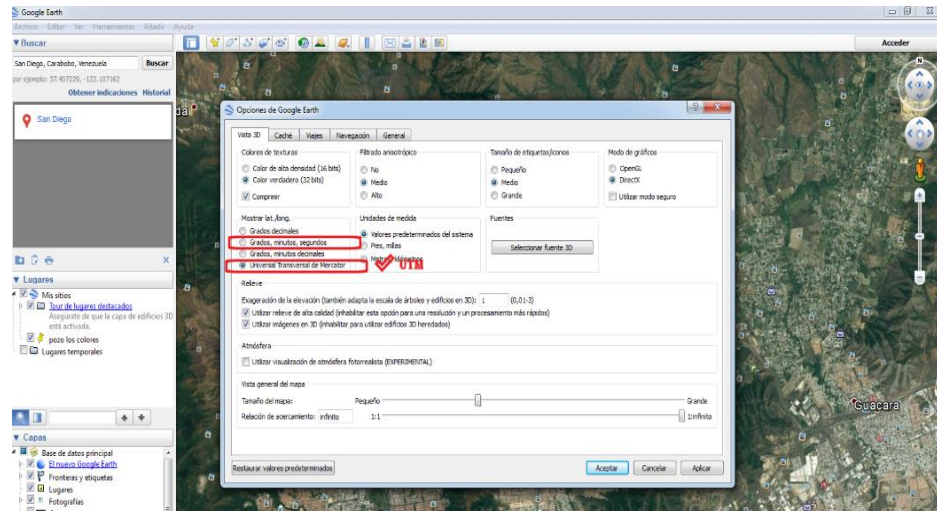


Figura 13. Coordenadas UTM del pozo en estudio. Municipio San Diego Estado Carabobo

Fuente: Google Earth.

- Se aplica el mismo procedimiento para obtener las coordenadas del pozo de observación.

Tabla 5. Identificación geográfica del pozo de observación en el sector Centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo

Identificación del pozo de observación					
Urbanización	Coordenadas (m)			Municipio	Uso
	x	y	Z		
Urb. Valle Verde	613796	1130970	459	San Diego	Abastecimiento Poblacional

6. Se muestra el pozo de bombeo y el pozo de observación

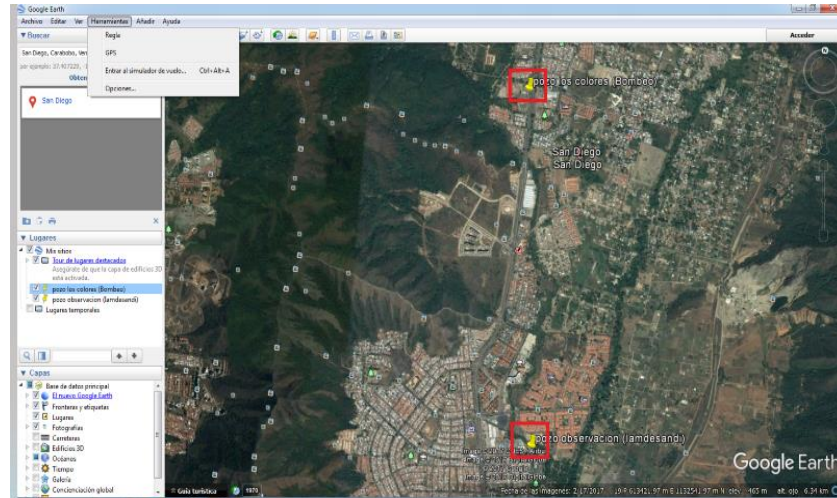


Figura 14. Ubicación relativa de los pozos entre el Sector Centro y Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Fuente: Google Earth.

Tabla 6. Identificación geográfica relativa de los pozos entre el Sector Centro y Sector Norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Identificación de pozos					
Pozos	Coordenadas (m)			Municipio	Uso
	x	Y	z		
Bombeo	613503	1134139	469	San Diego	Abastecimiento Poblacional
Observación	613796	1130970	459	San Diego	Abastecimiento Poblacional

Fase II: Describir la variación del caudal, niveles y los parámetros físico-químicos del pozo en estudio de la zona norte, del Municipio San Diego, Estado Carabobo durante el año 2017.

Se realizaron visitas expuestas en las siguientes tablas para la toma de niveles tanto estático como dinámico para representar gráficos de variaciones de caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo.

Tabla 7. Programación de mediciones del pozo los Colores (pozo de bombeo).
 Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio
 San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO LOS COLORES
24/01/2017
15/03/2017
23/03/2017
30/03/2017
31/03/2017
03/04/2017
05/04/2017

Tabla 8. Programación de mediciones del pozo (pozo de observación)
 IAMDESANDI Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona
 centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO DE OBSERVACION
15/03/2017
23/03/2017
30/03/2017
31/03/2017
03/04/2017
05/04/2017

En esta fase se toma muestras de agua del pozo del conjunto residencial los colores, las cuales son enviadas al laboratorio ambiental Aragua para aplicarle análisis físico-químicos y bacteriológicos el día 24/01/2017

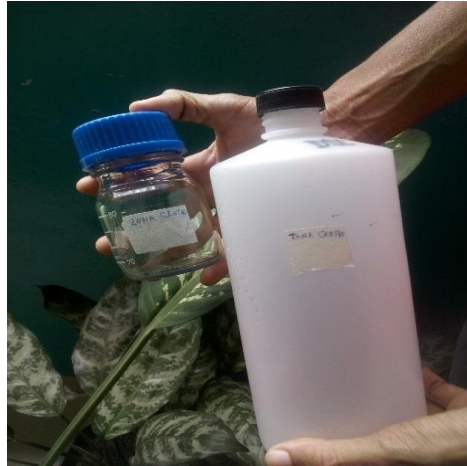


Figura 15. Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Los Colores Coordinadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Fecha: 24/01/2017



Figura 16. Toma de las muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del pozo Los Colores Coordinadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017

Las mediciones del nivel estático para ambos pozos consisten en que el sistema de bombeo del pozo debe estar apagado, mínimo 12 horas antes de la medición para la estabilización del agua. Luego:

1. Se introduce el sensor de la sonda por el orificio destinado para ello.



Figura 17. Medición de nivel estático del pozo LOS COLORES Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017



Figura 18. Medición de nivel estático del pozo LOS COLORES Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017



Figura 19. Medición de nivel estático del pozo IAMDESANDI (Observación) en compañía del Licdo. Juan De Farías adscrito al Ministerio de Ecossocialismo y Aguas. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017

2. Se baja la sonda hasta que la luz indicadora que posee se encienda, lo que significa que el sensor ha hecho contacto con el agua.



Figura 20. Medición de nivel estático del pozo LOS COLORES Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017

3. Se toma lectura del nivel a través de la cinta métrica que conforma la sonda, tomando en cuenta que la medida debe ser desde el nivel del suelo.



Figura 21. Lectura del nivel freático del pozo Los Colores (estático).

Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio

San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/2017

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

Con el sistema de bombeo encendido del pozo se realizará la prueba de caudal variable, que consiste en:

Medir el tiempo que tarda en llenarse el tobo, y obtener el nivel para diferentes aberturas o diferentes caudales.

1. Se abre completamente la llave para obtener el caudal y nivel, luego se va cerrando la llave y a medida que se va cerrando se va tomando mediciones de caudal y nivel, de esta manera hasta que la llave este completamente cerrada.
2. Para obtener la medición del caudal se llena un tobo y se toma el tiempo que este tarda en llenarse.
3. Entre cada cierre de la llave o variación de caudal se dejan pasar aproximadamente 3 minutos, para que se estabilice el nivel del pozo y así obtener una correcta medición.

4. Los datos obtenidos de las mediciones de caudal, capacidad del tobo, tiempo de llenado, niveles del pozo se debe tabular en una base de datos en Excel.



Figura 22. Medición de caudal del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.
Fecha: 03/04/2017



Figura 23. Medición de caudal del pozo Los Colores Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.
Fecha: 23/03/2017

Fase III. Estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del municipio San Diego del Estado Carabobo de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos. Caso: Sector Norte.

Una vez obtenido los datos de la fase II se procede a estimar los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento, de la siguiente manera:

1. Para la aplicación de la fórmula de Theis es necesario conocer la distancia r comprendida entre el pozo de bombeo y el pozo de observación mediante el software Google Earth. Para obtener dicha distancia se utiliza la herramienta “regla.”

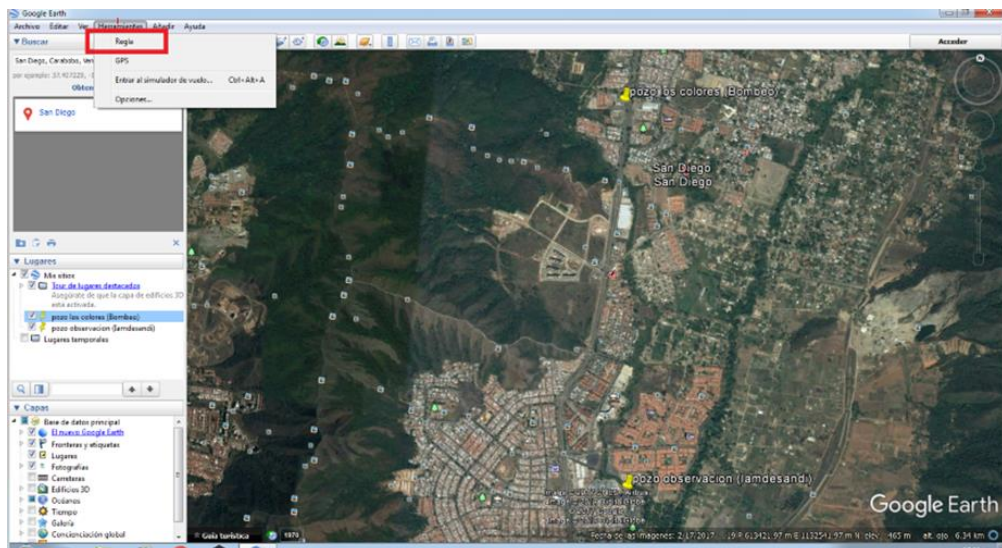


Figura 24. Herramienta regla. Pozo Los Colores. Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte. Y pozo Iamdesandi. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro. Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Fuente: Google Earth.

2. Una vez se seleccione la opción regla, se selecciona distancia en metros, luego se da clic en ambos pozos y de esta manera se obtiene la distancia lineal entre ellos. (3.159 metros)

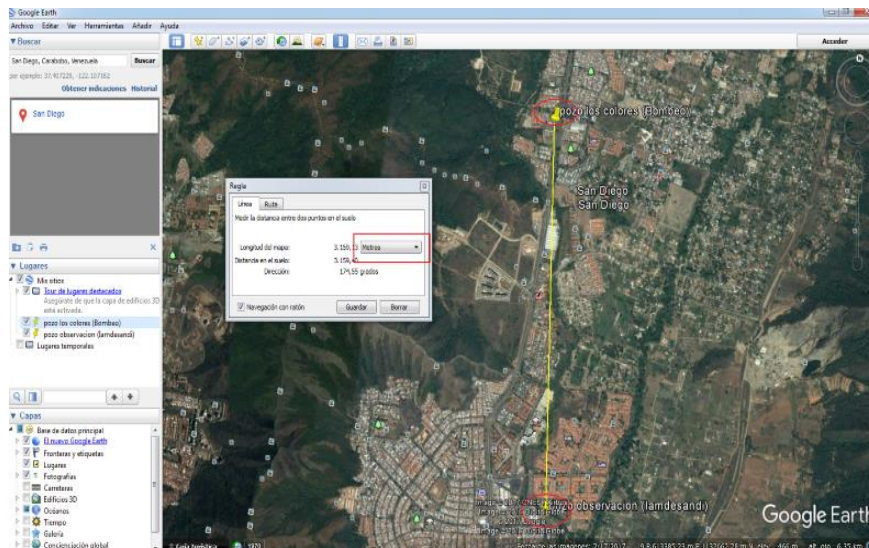


Figura 25. Distancia lineal entre los pozos. Pozo Los Colores. Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte. Y pozo Iamdesandi. Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro. Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Fuente: Google Earth.

3. Ya con la obtención de los datos de distancia, descensos y tiempo entre los pozos, se procede a calcular el coeficiente r^2/t , para luego realizar la gráfica de la función del pozo.
4. Una vez se tenga la gráfica de la función del pozo se debe superponer en la gráfica del método de Theis y se debe hacer coincidir los puntos de las medidas de campo sobre la línea del gráfico patrón, manteniendo el eje X o Y de ambas gráficas, mediante este proceso se obtendrá el punto de ajuste $W(u)$.

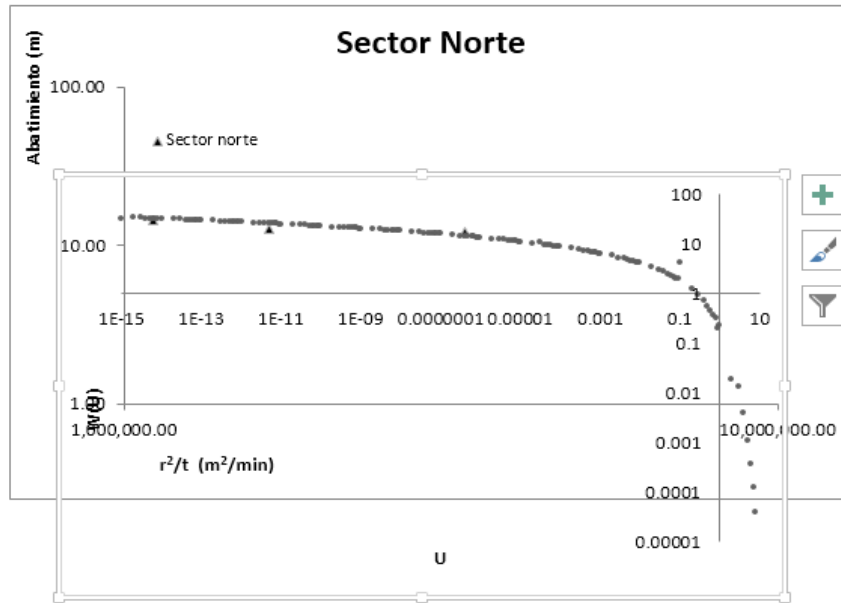


Figura 26. Coincidencia de puntos sobre la gráfica de Theis patrón.

5. Al obtener $W(u)$ se procede a calcular T y S (Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento).

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

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

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

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

Los resultados de la identificación de los pozos de agua subterránea del sector norte del municipio San Diego, Estado Carabobo, suministrados por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas, muestran en el anexo A un total de 76 pozos clasificándolos según su uso de la siguiente forma: 7 son de uso comercial, 5 de uso agrícola, 1 de uso industrial y 63 de uso habitacional. De los 76 pozos 10 están inactivos.

Tabla 9. Clasificación según su uso de los pozos del sector norte en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Utilidad	Nº de pozos
Comercial	7
Agrícola	5
Industrial	1
Habitacional	63
Total	76

En la Figura 26 se muestran los porcentajes de utilidad de los pozos, el cual comprende un 9% de uso comercial, 7% de uso agrícola, 1% de uso industrial y un 83% de uso habitacional.

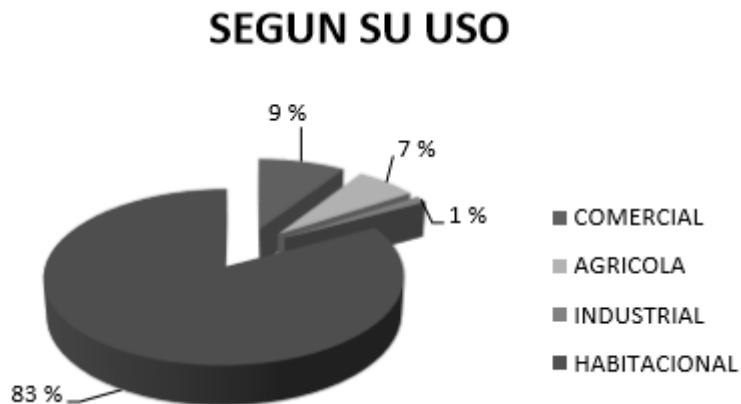


Figura 27. Distribución de porcentajes según el uso de los pozos de la zona centro, San Diego Estado Carabobo.

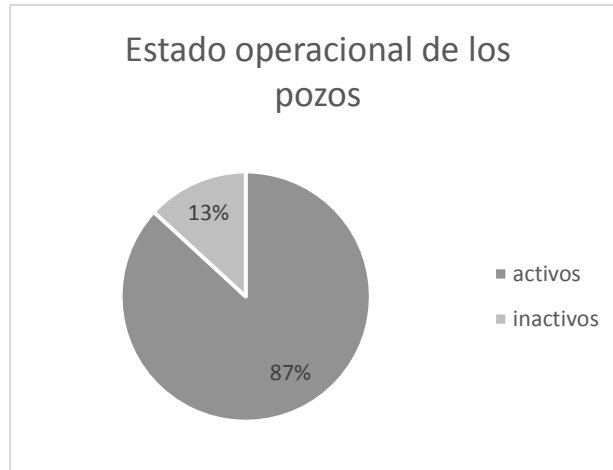


Figura 28. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Norte del Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Después de identificar los pozos de agua subterránea y de elegir el pozo de bombeo y el pozo de observación. Con ayuda del software Google Earth se ubican las coordenadas UTM:

- Urb. Montaserino pozo los colores sector norte, coordenadas 613503E; 1134139N, elevación 469 m.s.n.m
- Urb. Valle Verde pozo Iamdesandi sector centro, coordenadas 613796 E; 1130970N, elevación 459 m.s.n.m

Tabla 10. Identificación geográfica del pozo de bombeo y el de observación del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Identificación de pozos de agua subterránea						
Pozos	sector	Coordenadas (m)			Municipio	Uso
		x	y	z		
Bombeo	norte	613503	1134139	469	San Diego	Abastecimiento Poblacional
Observación	centro	613796	1130970	459	San Diego	Abastecimiento Poblacional

Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua proveniente del pozo en la zona norte del municipio San Diego. Estado Carabobo.

Los parámetros físicos-químicos y bacteriológicos evaluados a las muestra de agua tomadas del pozo profundo del conjunto residencial los colores en la urbanización Monteserino del Municipio San Diego Edo Carabobo, indican que cumplen con los rangos máximos permitidos de acuerdo con lo establecido en las Normas para la Clasificación y el Control de Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia Gaceta N° 5305, 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, análisis realizado por el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas. (Véase anexo C)

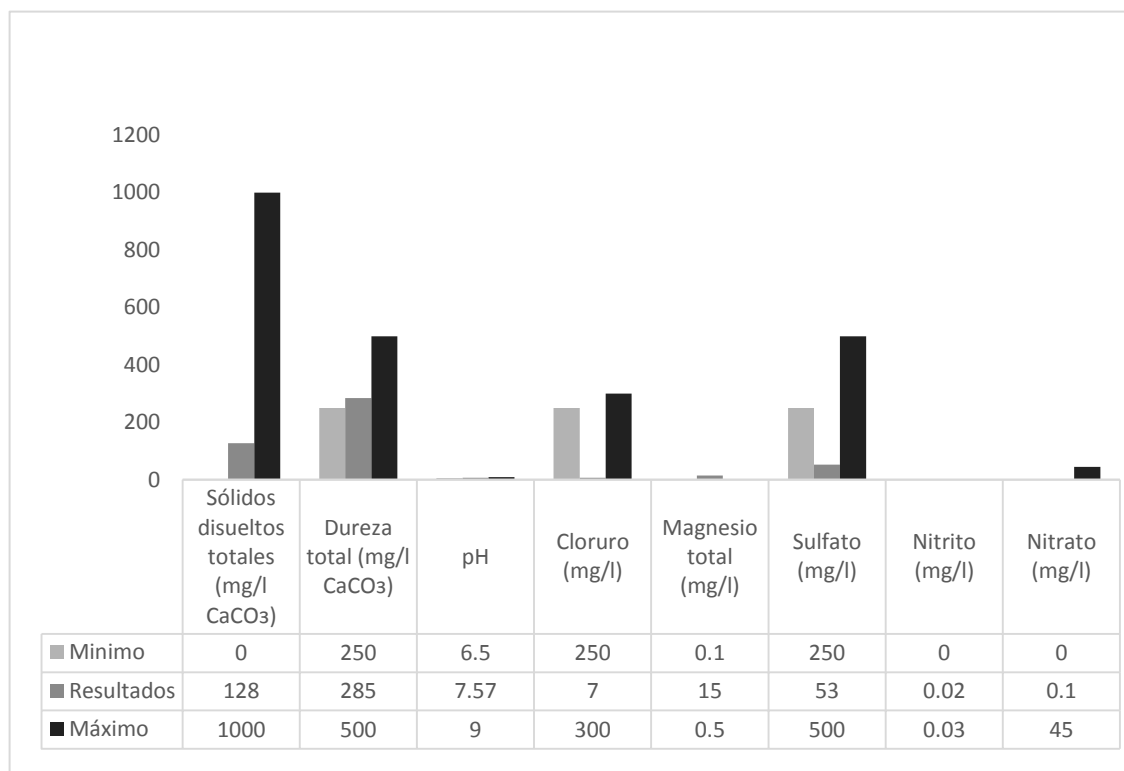


Figura 29. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395. Pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017

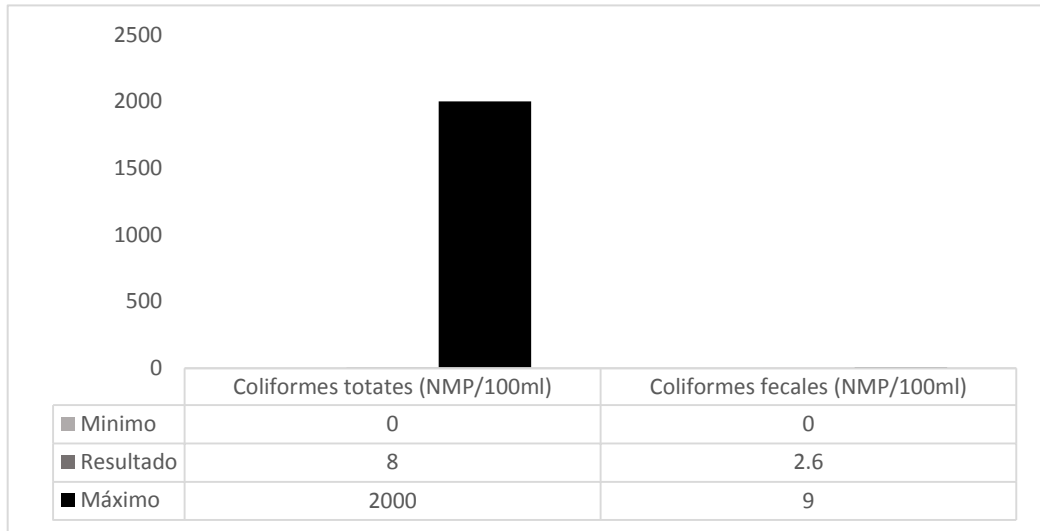


Figura 30. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a las Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305. Pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017

Al obtener los análisis estudiados por el Laboratorio Ambiental Aragua es importante comentar y destacar los términos en que se encuentran los parámetros hidráulicos del pozo en estudio, es por ello:

- Los sólidos disueltos presentes en la muestra tomada del pozo los colores resulto ser de 128 mg/l y este parámetro debe tener un valor máximo de 1000 establecido en la Gaceta 36.395, por lo que es un parámetro que cumple con lo establecido.
- La dureza total presente en la muestra del pozo los colores arrojó un valor de 285 mg/l clasificándola como dura, entrando este resultado en el intervalo de la norma dado que dicho intervalo esta entre 250-500 por lo que este parámetro cumple con lo establecido en la gaceta 36.395.

- El pH obtenido de la muestra del pozo los colores fue de 7.57 por lo cual se encuentra dentro del intervalo establecido por Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.
- La suma del nitrito y nitrato da como resultado 0.03 por lo cual está por debajo de 10 valor representativo como máximo en la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.
- Los coliformes totales presentes en la muestra del pozo los colores están dentro de lo establecido en la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305.
- Los coliformes fecales presentes en la muestra del pozo los colores están dentro de lo establecido en la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305.

Una vez analizado cada uno de los parámetros hidráulicos de la muestra tomada del pozo los colores, se puede alegar que los mismos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395 y la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 respectivamente, esto es indicador de que el agua presente en este pozo es apta para el consumo humano.

Tabla 11. Resultados del análisis físico-químico del pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017

Código	Parámetro	Unidad	Resultados	Agua Tipo 1	Observación
2510-B	Conductividad Eléctrica	μS/cm	233	N.A	.....
2340-C	Dureza Total	mg/l CaCO ₃	285	500	Cumple
3500-D	Dureza Cálcica	mg/l CaCO ₃	223	N.A	.....
3500-Mg-E	Dureza Magnésica	mg/l CaCO ₃	62	N.A	.....
2320-B	Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	266	N.A	.....
4500-HB	pH		7,57	6 - 8,5	Cumple
2540-C	Sólidos Totales Disueltos	mg/l	128	1500	Cumple
4500-B	Cloruro	mg/l	7	600	Cumple
4500-E	Sulfato	mg/l	53	400	Cumple
4500-C	Nitrito (N)	mg/l	0,02	Suma nitrito y nitrato <10	Cumple
4500-C	Nitrato (N)	mg/l	< 0,01		
3500-D	Calcio	mg/l	89	N.A	.....
3500-E	Magnesio	mg/l	15	N.A	.....
9221-B	Coliformes Totales	NMP/100 ml	≥ 8	< 2000	Cumple
9221-C	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	2,6	N.A	.....

Resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona.

Los resultados de los parámetros hidráulicos presentes en el pozo los colores de la zona norte del municipio San Diego. Edo Carabobo reflejó un nivel dinámico promedio de 23,91 m, nivel estático promedio de 15,94 m y caudal medio de 3,88 l/s, las gráficas caudal vs periodo de muestreo y nivel vs periodo de muestreo refleja la variación de los valores durante el tiempo de mediciones.

Tabla 12. Nivel estático, dinámico y caudal del pozo los Colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 05/04/2017

NIVEL ESTÁTICO, DINAMICO Y CAUDAL DEL POZO EN ESTUDIO	
Parámetros	Pozo los colores
Nivel Dinámico (m)	23,91
Nivel Estático (m)	15,94
Caudal Medio (l/s)	3,88

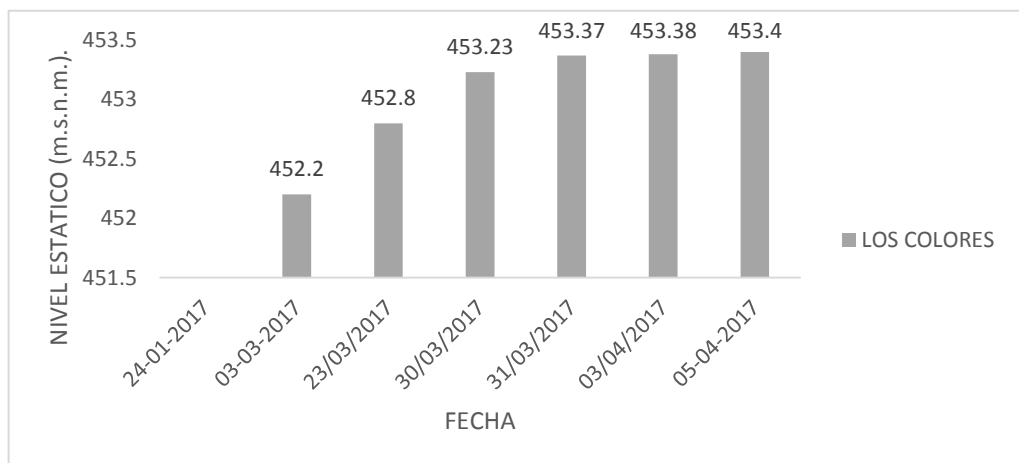


Figura 31. Variación del Nivel Estático en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

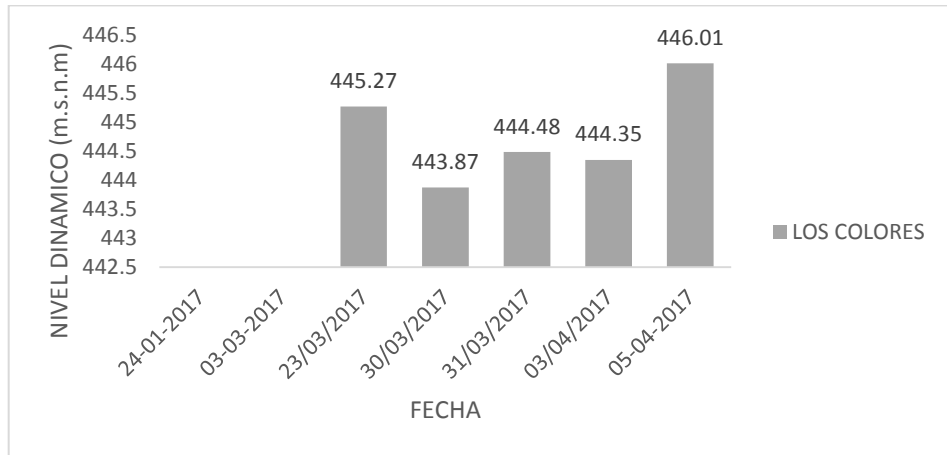


Figura 32. Variación del Nivel Dinámico en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

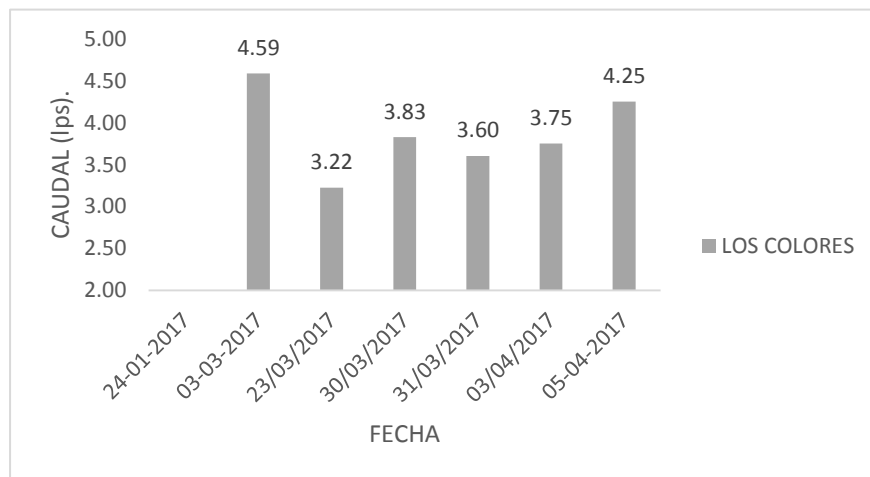


Figura 33. Variación de Caudal en el pozo los colores durante el periodo de mediciones, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

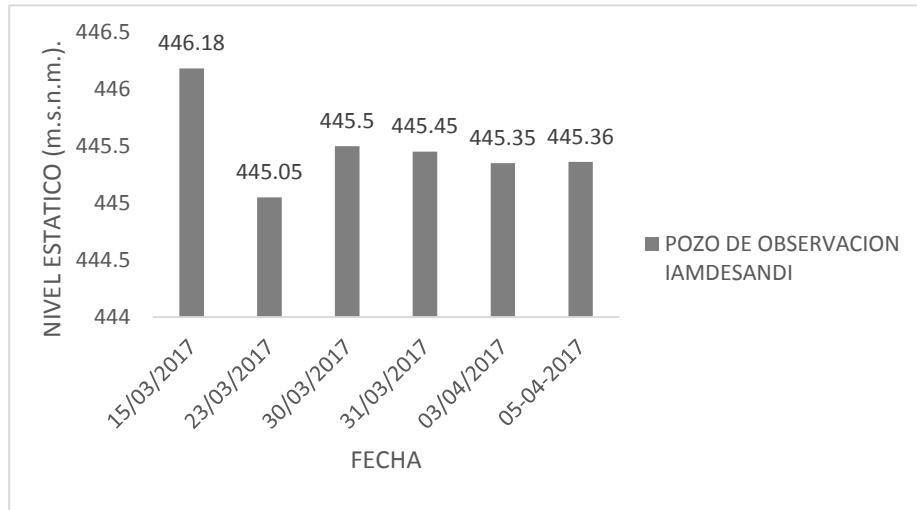


Figura 34. Variación del Nivel Estático en el pozo IAMDESANDI durante el periodo de mediciones Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. San Diego, Estado Carabobo.

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

Mediante la prueba de caudal variable realizada el 31/03/2017, datos mostrados en la tabla 16, se logró resultados de la estimación de los parámetros hidráulicos como transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego del estado Carabobo, prueba realizada teniendo como pozo de bombeo (pozo los Colores) y como pozo de observación (pozo Iamdesandi).

Tabla 13. Identificación de los pozos usados para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego, Estado Carabobo.

	POZO DE BOMBEO			POZO DE OBSERVACION		
Coordenadas UTM	1134139N	613503E	Elevación	1130970N	613796E	Elevación
			469			459
Descenso (m)	10					
r (m)	3159					

Tabla 14. Valores obtenidos de la prueba de caudal variable en el pozo los colores tomando en cuenta el descenso entre pozos, coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017

PRUEBA DE CAUDAL VARIABLE		
Tiempo (m)	Caudal (l/s)	Descenso (m)
3	4,87	14,47
6	3,52	12,59
9	2,42	12,06

Mediante esta prueba se realizó un gráfico de caudal vs tiempo y un gráfico descenso vs tiempo donde se evidencia el cambio de caudal a medida que se cierra la llave cada 3 minutos.

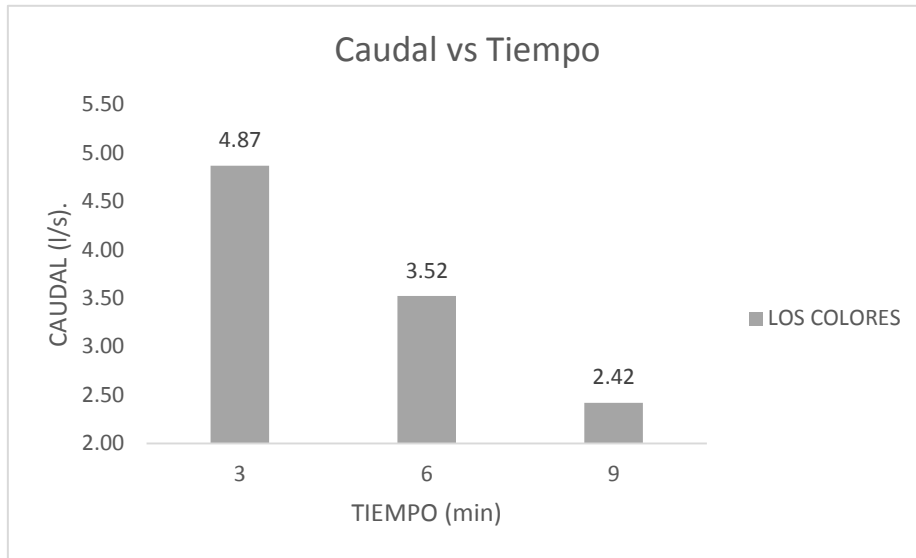


Figura 35. Caudal vs Tiempo del pozo los colores- Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Urb. Montaserino, Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017.

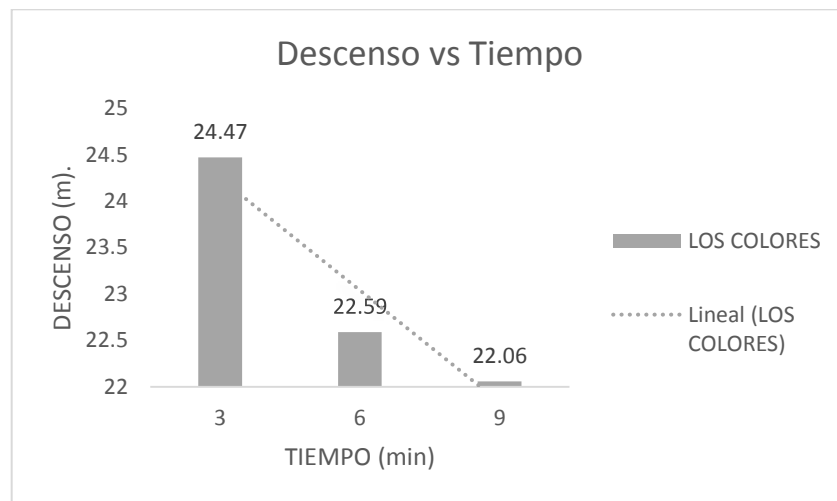


Figura 36. Descenso vs Tiempo del pozo los colores, Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/2017

Por medio del método de Theis se obtuvieron los resultados de los parámetros de transmisividad y coeficiente de almacenamiento que resulta de la superposición de la curva de Theis y la curva de la función del pozo, arrojando como valor de transmisividad 34,07 m²/día y coeficiente de almacenamiento 1,71 E-13.

Ejemplo de cálculo de Theis.

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

Donde:

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

Q= caudal de bombeo constante.

T= transmisividad.

u= se representa con la siguiente ecuación.

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

Despejando los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento:

$$T = \frac{Q}{4\pi * d} * W(u) \quad (3) \quad S = \frac{4 * T * t}{r^2 * \frac{1}{u}} \quad (4)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (3)

$$T = \frac{311,33}{4 * \pi * 10} * 13,75 = 34,07 \text{ m}^2 / \text{día} \quad (\text{Transmisividad})$$

Sustituyendo valores en la ecuación (4)

$$\frac{r^2}{t} = 4.790.054.880$$

$$\frac{1}{u} = 1,67 \times 10^5$$

$$S = 1,71 \times 10^{-13} \quad (\text{Coeficiente de Almacenamiento})$$

Tabla 15. Punto de ajuste para el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del pozo los Colores, San Diego, Estado Carabobo.

Punto de Ajuste			
W(u)	u	ho-h (m)	r²/t (m²/min)
13,75	6,00x10 ⁻⁶	12,06	3.326.427

Tabla 16. Parámetros necesarios para la aplicación de la fórmula de Theis en el pozo Los Colores, San Diego, Estado Carabobo.

Parámetros para la aplicación de Theis				
QW(u)	1/u	4πd	4T	r²/t (m²/día)
4.280,76	1,67x10 ⁵	125,664	1,36x10 ²	4.790.054,880

Tabla 17. Parámetros de Transmisividad Y Coeficiente de Almacenamiento del Pozo Los Colores de Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Parámetros		
Transmisividad	T (m ² /día)	34,07
Coeficiente de Almacenamiento	S	1,71x10 ⁻¹³

Discusión de resultados

- Se realizó la localización de pozos en la zona norte del municipio San Diego mediante una visita guiada, obteniendo como resultado pozos que se encuentran en condiciones no adecuadas o fuera de funcionamiento, 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 de Ecosocialismo y Aguas se pudieron clasificar 76 pozos existentes en la zona según su uso, de los cuales 10 se encuentran inactivos.
- Se establecieron las coordenadas UTM del pozo de bombeo y el pozo de observación a través de la aplicación Google Earth, dándonos la ubicación exacta.
- Se elaboró un análisis físico-químico y bacteriológico en el Laboratorio Ambiental Aragua. Las muestras obtenidas del pozo en estudio (los colores), arrojó valores aceptables que se mantienen dentro del rango máximo establecido por la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable. Gaceta N° 36.395, la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia. Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91. Lo que indico que es apta para el consumo humano.

- El estudio de los pozos de la zona norte del Municipio San Diego se mantuvo por al menos 3 meses continuos donde se evidenciaron variaciones en el nivel estático las cuales rondaron en un promedio un 20 a 25 cm, pero es de destacar que para las primeras mediciones la diferencia de niveles era notable debido al clima que se presentaba que para ese caso existía un periodo de sequía era por ello que el nivel freático se encontraba por debajo de los valores promedios evidenciados luego al comenzar el periodo lluvioso, mientras que para el nivel dinámico la diferencia fue las primeras semanas de 40 y 60 cm, mientras que las últimas tres mediciones se mantuvo muy cercano variando solo unos 10 cm, variación que se puede asumir debido a que 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.
- De acuerdo a los valores obtenidos de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) se observa que el valor de la Transmisividad es 34.07 m²/día que comparándolo con la Tabla 3. Valores de Transmisividad de Benítez (1992) se clasifica como un acuífero de baja transmisividad, por lo que el movimiento horizontal de las aguas es lento. En cuanto al coeficiente de almacenamiento el valor obtenido es $1,71 \times 10^{-13}$ que de acuerdo a la Tabla 2. Valores de Coeficientes de Almacenamiento, también es bajo por lo que se considera que se está en la presencia de un acuífero confinado.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se identificó en la zona norte del Municipio San Diego Estado Carabobo un total de 76 pozos de agua subterránea de los cuales un 87% de estos se encuentran activos y un 13% se encuentra en estado inactivo ya que no cuentan con las condiciones adecuadas o buen funcionamiento, en algunos de los casos por falta de mantenimiento.
2. Los resultados fisico-químicos y bacteriológicos realizados a una muestra de agua proveniente del pozo los colores, reflejó que todos los valores están dentro del rango permitido por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable Gaceta N° 36.395, La Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91, lo que quiere decir que el agua proveniente del pozo es apta para el consumo humano.
3. El proceso de bombeo en el pozo donde se llevó a cabo la prueba de caudal variable, el nivel estático y dinámico del pozo estudiado tiende a ser estable en el tiempo, por lo que se puede deducir que el acuífero no se encuentra sobre explotado.
4. La transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero son bajos, por lo que se está en presencia de un acuífero confinado.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un plan para el cumplimiento de las normativas establecidas por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas Y el Decreto N° 2048 de normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable, ya que muchas de las instalaciones donde se encuentran los pozos están en total deterioro, abandono y no cumplen con los requerimientos mínimos para su buen funcionamiento.
2. Realizar la prueba de caudal variable a todos los pozos ubicados en el Sector Norte del Municipio San diego para así poder estimar con mayor confiabilidad la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento, obteniendo una base de datos completa del sector para lograr controlar el consumo y calidad del agua.
3. Realizar estudios fisico-químicos con mayor frecuencia, con el objetivo de obtener datos actualizados y de mayor confiabilidad de todos los pozos del acuífero ubicado en el Sector Norte del Municipio San Diego y de esta manera ser garantía de salud, siendo proveedores de aguas aptas para el consumo humano.

BIBLIOGRAFIA

[Documento en línea]

UNESCO (2015), GRAPHIC Aguas subterráneas y cambio climático

<http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/ciencias-naturales/water-international-hydrological-programme/aguas-subterraneas/>

[Documento en línea]

<https://acuifers-20112.wikispaces.com/Aguas+Subterr%C3%A1nea+en+el+mundo>

[Documento en línea]

Políticas hídricas en Venezuela en la gestión del agua subterránea

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

[Documento en línea]

Plan Municipal de Desarrollo 2014-2017, Alcaldía del Municipio San Diego

http://www.alcaldiadesandiego.gob.ve/pdf/clpp_ibhm/Plan%20Mcpal.%20Desarrollo%202014-2017.pdf

[Documento en línea]

Liliana Duran (2011), Las políticas hídrica en Venezuela en la gestión del agua subterránea. Revista Voces

<http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/a7n1/7-1-3.pdf>

[Documento en línea]

Juan Gil Montes (2011), Recursos hidrogeológicos, Universidad Central de Venezuela

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

[Documento en línea]

F. Javier Sánchez San Román--Dpto. Geología--Univ. Salamanca (España) (sep-2014)

<http://hidrologia.usal.es>

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

[Documento en línea]

Decarli, R. (2009). Aguas Subterráneas en Venezuela. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Gerencia de Redes Hidrometeorológicas.

[Documento en línea]

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

[Documento en línea]

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

[Documento en línea]

<http://cristinainfante8.blogspot.com/2014/12/tipos-y-caracteristicas-de-acuiferos.html>

[Documento en línea]

Norma para la Ubicación, Construcción y Mantenimiento de Pozos Destinados al Abastecimiento del Agua Potable GACETA N° 36.395 DECRETO N° 2048.

<http://www.hidrosolucion.com/wp-content/uploads/2016/10/Decreto-2048-Pozos.pdf>

[Documento en línea]

Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable N° 36.395.

<http://www.safeintl.com/descargas/NORMAS-SANITARIAS-DE-CALIDAD-DEL-AGUA-POTABLE.pdf>

[Documento en línea]

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

<http://www.mqesystems.com/legislacionambiental/aguas/Decreto3219CalidadAguasdelLagoValencia.pdf>

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	1138803	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	1138949	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	1138830	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	1135688	495	90	2.5	75	0	Universidad Arturo Michelena	J-30840930-8		1999	El Polvero	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	1133380	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	1138013	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	1138650	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	1138013	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	1138650	0	0	0	0	0	Conjunto Residencial las Josefinas				Las Josefinas	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
48	616272	1135489	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	1138270	0	0	0	0	0	Hda. LA LOPERA				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
54	615479	1135042	0	82	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	1138025	0	80	0	0	0	HDA SAN ANTONIO POZO 1				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
59	615444	1138209	0	70	0	0	3	HDA SAN ANTONIO POZO 2				La Cumaca	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
60	615828	1138210	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	614893	1133104	0	0	0	0	0	HDA LA CARACARA POZO 2					San Diego	Agrícola	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	80	8	0	0	URB villa la encantada					San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
68	614353	1134915	472	80	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	615892	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	Hydrocentro				Otro lado	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Activo
76	614225	1134066	0		0	0	7	Pozo Crispin				El Remanso	San Diego	Abastecimiento Poblacional	Inactivo

Anexo B

Rangos permitidos por la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable, Gaceta N° 36.395. Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91. Y la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305.

Tabla 18. Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.

Fuente: Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395.

COMPONENTES RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL AGUA POTABLE			
Componentes o características	Unidad	Valor deseable menor a	Valor máximo aceptable
Color	UCV	5	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor o Sabor	--	aceptable para los consumidores	--
Sólidos disueltos totales	mg/l	600	1000
Dureza total	mg/l CaCO ₃	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 total	mg/l	0,1	0,5
Sodio	mg/l	200	200
Sulfato	mg/l	250	500
Cinc	mg/l	3	5

Tabla 19. 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

Tabla 20. Aguas Subtipo 1A, Límites y Rangos.

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

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

Tabla 21. Componentes inorgánicos.

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

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

Anexo C

Análisis físico-químico y bacteriológico del agua proveniente del pozo los colores.

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: TESISISTAS MARILYN JIMENEZ Y JOHANA CORDERO, U.C.
LUGAR DE CAPTACION: SALIDA POZO PROFUNDO, URB. BOSQUERESINO.
MOTIVO ANALISIS: CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA
APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS
TIPO DE MUESTRA: SIMPLE
FECHA DE CAPTACION: 31/01/2017
DIRECCION: URB. BOSQUERESINO, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR LOS INTERESADOS.

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	233	N.A	.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	285	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	223	N.A	.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	62	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	266	N.A	.....
4500HB	pH		7,57	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	128	1.500	CUMPLE
4500-B	COLORURO	mg/L	7	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	53	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	0,02	Suma nitrito y nitrato < 10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	< 0,01		
3500-D	CALCIO	mg/L	89	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	15	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	≥ 8,0	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	2,6	N.A	.....

* Decreto 3.219. Capitulo II. Articulos 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 N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999
N.A: No Aplica un valor en las normas.

Análisis realizados por:
Aux. Lab. Yamileth Peña


Tsu. Angel López


MSc. Luisa Durán

Conclusión

Los parámetros físico-químicos y bacteriológicos evaluados a muestra de aguas crudas captadas en el pozo profundo localizado en la Urb. Bosquesesino, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros estudiados de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5 y 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 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", para ser clasificada como Agua Tipo 1; "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", en su desagregado Sub-Tipo 1A " Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes".

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

El pozo requiere de un proceso de desinfección


Ldo. Alejandro Valles
Responsable Lab. Ambiental Aragua



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

Figura 37. Informe de resultados del análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Los Colores del Municipio San Diego Estado Carabobo.

Fuente: Laboratorio Ambiental Aragua

Anexo D

Mediciones de campo

Tabla 22. Caudal, Nivel Estático, Nivel Dinámico del Pozo de Bombeo y de Observación durante el Periodo de Mediciones

COORDENADAS (UTM)		ELEVACION (m)		POZO LOS COLORES				POZO DE OBSERVACION					
E	N	469						E	N	ELEVACION (m)			
613503	1134139							Niveles					
								613796	1130970	459			
Fecha	CAPACIDAD TOBO (lts)	ABERTURA LLAVE	TIEMPO DE LLENADO (s)	CAUDAL (Lts/s)	CAUDAL PROMEDIO (Lts/s)	(Dinamico) (m)	(Estatico) (m)	Fecha	Nivel Estatico (m)				
15-03-2017	18	3/3 (full)	4,48	4,02	4,59	-	16,8	15-03-2017	12,82				
			3,54	5,08									
			3,55	5,07									
			4,10	4,39									
			4,11	4,38									
		2/3 (medio)											
		1/3 (poco)											
23-03-2017	18	3/3 (full)	5,12	3,52	4,22	24,5	16,2	23-03-2017	13,95				
			4,4	4,09									
			4,36	4,13									
			3,59	5,01									
			4,15	4,34									
		2/3 (medio)	5,57	3,23	2,91	23							
			6,1	2,95									
			6,21	2,90									
			6,54	2,75									
			6,59	2,73									
		1/3 (poco)	7,01	2,57	2,54	23,7							
			7,05	2,55									
			6,58	2,74									
			7,26	2,48									
			7,56	2,38									
30-03-2017	18	3/3 (full)	4,12	4,37	4,79	23,98	15,77	30-03-2017	13,5				
			3,47	5,19									
			4,15	4,34									
			3,56	5,06									
			3,6	5,00									
		2/3 (medio)	5,01	3,59	3,72	25,65							
			4,6	3,91									
			5,02	3,59									
			4,52	3,98									
			5,14	3,50									
		1/3 (poco)	6,23	2,89	2,98	25,75							
			6,1	2,95									
			5,6	3,21									
			6,8	2,65									
			5,6	3,21									

31-03-2017	18	3/3 (full)	5,4	3,33	4,87	24,47	15,63	31-03-2017	13,55
			3,19	5,64					
			3,48	5,17					
			3,34	5,39					
			3,74	4,81					
		2/3 (medio)	4,6	3,91	3,52	22,59			
			5,21	3,45					
			5,13	3,51					
			5,68	3,17					
			5,05	3,56					
		1/3 (poco)	7,05	2,55	2,42	22,06			
			7,6	2,37					
			7,78	2,31					
			7,15	2,52					
7,69	2,34								
03-04-2017	18	3/3 (full)	3,81	4,72	4,78	23,36	15,62	03-04-2017	13,65
			3,71	4,85					
			3,75	4,80					
			4,01	4,49					
			3,56	5,06					
		2/3 (medio)	4,6	3,91	3,87	25,25			
			4,48	4,02					
			5,2	3,46					
			4,56	3,95					
			4,49	4,01					
		1/3 (poco)	7,1	2,54	2,60	25,35			
			6,89	2,61					
			7,02	2,56					
			7,01	2,57					
6,59	2,73								
05-04-2017	18	3/3 (full)	3,81	4,72	4,67	21,8	15,6	05-04-2017	13,64
			3,71	4,85					
			3,75	4,80					
			4,3	4,19					
			3,75	4,80					
		2/3 (medio)	4,56	3,95	4,35	23,5			
			3,85	4,68					
			4,1	4,39					
			4,03	4,47					
			4,2	4,29					
		1/3 (poco)	4,7	3,83	3,74	23,68			
			5,01	3,59					
			5,03	3,58					
			4,6	3,91					
4,78	3,77								

Figura 38. Planilla de inventario de aguas subterráneas del pozo Los Colores.
Coordenadas UTM 613503E; 1134139N. Elevación: 469 msnm. Zona norte, Municipio
San Diego, Edo. Carabobo. **Minea**

Anexo E

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

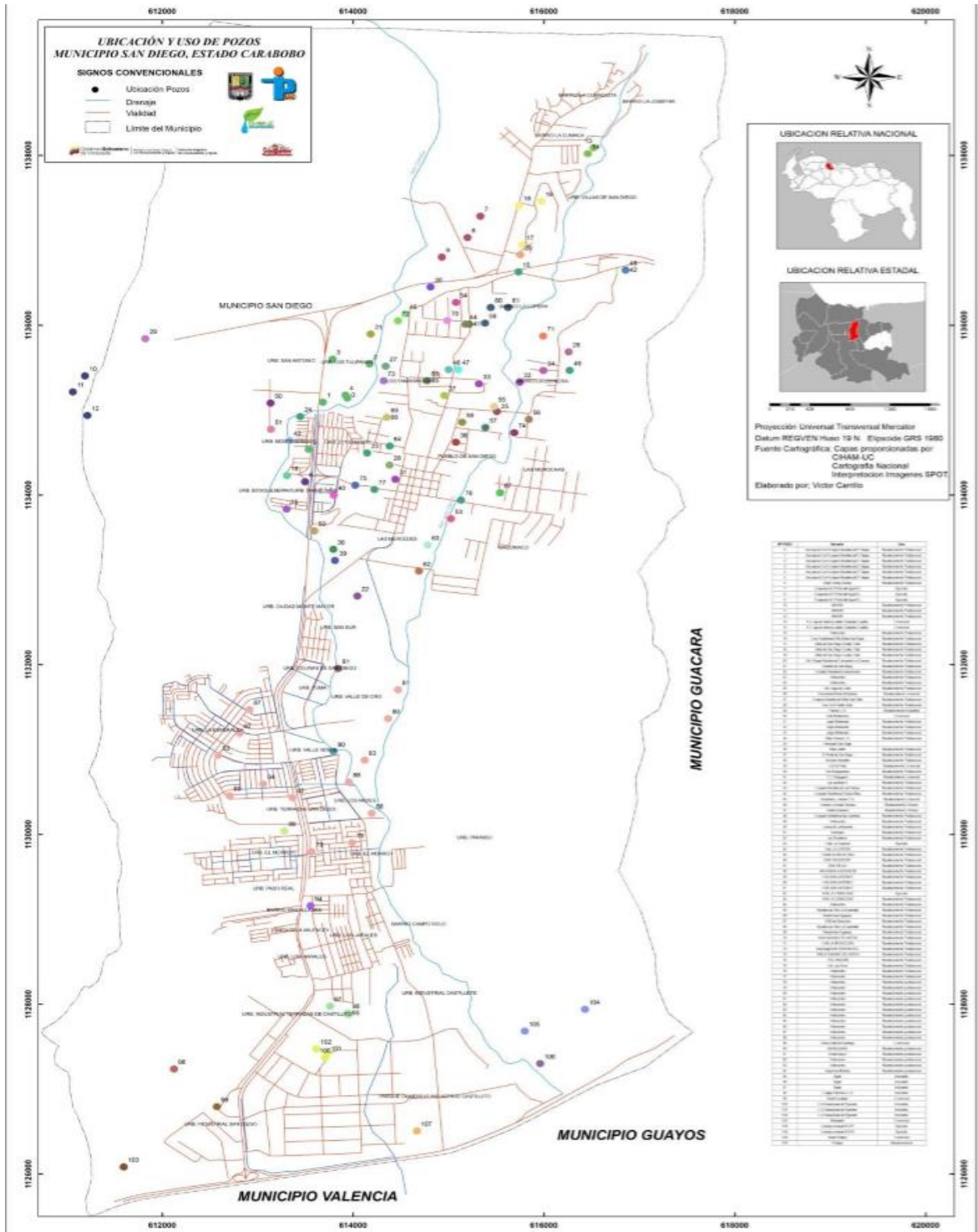


Figura: 39. Mapa de ubicación y uso de los pozos del Municipio San Diego Estado Carabobo.