

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



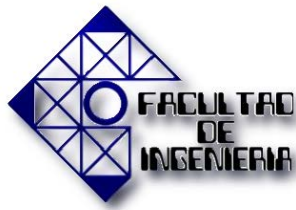
**ANALISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017, CASO: SECTOR INDUSTRIAL**

Autores: Montilla R. Airiannis M.

Quiñonez R. Ángel M.

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

Naguanagua, Marzo de 2018.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL
MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017, CASO: SECTOR INDUSTRIAL**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores: Montilla R. Airiannis M.

Quiñonez R. Ángel M.

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

Naguanagua, Marzo de 2018.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



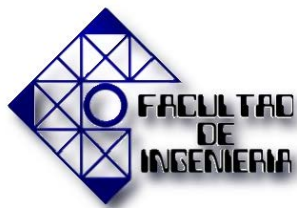
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

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 INDUSTRIAL”**; realizado por los Bachilleres: Montilla R. Airiannis M. y Quiñonez R. Ángel M., hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Ing.Msc. Phd Adriana Márquez
C.I. 12.604.007

Miembro del Jurado
Ing. Alexander Cabrera
C.I. 11.115.055

Miembro del Jurado
Ing. Gerardo Huguet
C.I. 4.859.589



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA 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 INDUSTRIAL”**; realizado por los Bachilleres: Montilla R. Airiannis M. y Quiñonez R. Ángel M., 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

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 mis padres, porque son mi apoyo y lo han dado todo por mí y por mis hermanos, porque han creído en mí y siempre me apoyan.

A mis hermanos, porque sin ustedes nada se hubiese podido materializar son los responsable de que todo lo que sueño se cumpla ustedes más que nadie son fundamental en el desarrollo de este logro, porque son mi mayor ejemplo a seguir.

A mi novio Jose Uviedo, 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 mis Sobrinos Dorian Y Shantal porque con su inocentes sonrisas llegan para alegrarme los momentos más estresantes.

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.

A mi profesora y tutora Ing. Adriana Márquez que fue un amor y una calidad de persona increíble dando su apoyo en todo momento para culminar con esta gran meta, para hacer de mí un futuro profesional.

Airiannis M Montilla R

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios Todo poderoso por regalarme todo lo que tengo cada mañana, dándome fe, aliento y esperanza para continuar con los planes de mi vida.

A mi madre Gloria Rodríguez que es un pilar fundamental en mi vida apoyándome en todo momento para poder cumplir mis metas.

A mi abuela Felipa Lampe mi segunda madre que desde que nací ha sido un enorme pilar en mi vida y en mi formación como persona y como profesional ayudándome y apoyándome en todo momento para hacerme la persona que soy hoy en día.

A mis hermanos Kamila Brand y David Brand personas muy importante en mi vida con los que he compartido grandes momentos en mi vida y la razón de muchísimas alegrías en especial a mi hermano David que ha sido un apoyo incondicional en mi carrera apoyándome en todo momento.

A mi padrastro Yorman Brand que me ha dado muchísimo apoyo en todo momento enseñándome muchas cosas y forjándome como una persona responsable y profesional.

A mis Padrinos Maribel De Álvarez y Carlos Álvarez por su gran apoyo en mi carrera brindado muchísima ayuda y dándome mucho ánimo para salir adelante en esta hermosa carrera.

A toda mi familia Quiñonez, mi papa Manuel Quiñonez, mis abuelos, a todos mis tíos y tías, mis hermanas y primos que forman parte de esta gran familia como también a mis tíos político que son parte de ella en especial a mi tío político Carlos El Hara.

A toda mi familia Lampe mis tíos, mis primos en especial a mi tía Gladys Lampe mi segunda abuela y una bella persona.

A mi profesora y tutora Ing. Adriana Márquez que fue un amor y una calidad de persona increíble dando su apoyo en todo momento para culminar con esta gran meta, para hacer de mí un futuro profesional.

Angel M. Quiñonez R.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primeramente a Dios, ya que sin el nada fuera posible.

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.

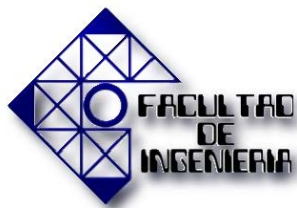
Airiannis M Montilla R

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por sobre todas las cosas, por haberme guiado a culminar el presente trabajo de grado, por darme salud y voluntad en este constante proceso.

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.

Angel M. Quiñonez R.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS DEL ACUÍFERO DEL MUNICIPIO SAN DIEGO DURANTE 2017, CASO: SECTOR INDUSTRIAL

Autores: Montilla R. Airiannis M.
Quiñonez R. Ángel M.

Tutor: Msc. Ing. Márquez Adriana

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como finalidad el análisis de los parámetros hidráulicos del acuífero del Municipio San Diego durante 2017, Caso: Sector Zona Industrial. Por parte del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA) se pudo obtener información de los 13 pozos ubicados en la zona Industrial del municipio haciendo referencia a su ubicación, uso, estado operacional. Al pozo de la Empresa Bigott se le realizaron análisis fisicoquímico y bacteriológico dando como resultado un agua tipo 1A apta para consumo humano, cumplimiento con todos los parámetros expuestos según Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395. A su vez se utilizó el software Google Earth para determinar las coordenadas UTM de los pozos que estuvieron involucrados dentro de la investigación. Se realizó una prueba de caudal variable donde se adquirieron datos necesarios para la estimación de la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento a través del método de Theis como también se determinó, con la información obtenida de los parámetros anteriormente mencionados, que se está en presencia de un acuífero confinado. Cabe destacar, que al realizar la prueba caudal variable, el nivel dinámico no reflejó disminuciones considerables sino algunos centímetros de variación al transcurrir toda la duración del ensayo, por lo cual se llegó a la conclusión que el pozo en estudio no está sobreexplotado y que tampoco se ve afectado por el consumo de agua que genera la empresa. Las mediciones de nivel estático 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 investigación está enfocada en reflejar y actualizar datos importantes sobre el comportamiento del acuífero en el sector de la Zona Industrial, facilitando así la planificación 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.

INDICE

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN.....	VIII
 INTRODUCCION	 16
 CAPITULO I.....	 19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
Formulación del Problema	20
objetivos de la investigación	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos.....	21
Justificación	22
Limitaciones y Alcance.....	23
 CAPÍTULO II	 25
MARCO TEÓRICO	25
Antecedentes de la Investigación	25
MARCO REFERENCIAL.....	29
Bases teóricas.....	30
 CAPITULO III.....	 41
MARCO METODOLÓGICO	41
Tipo de investigación.....	41
Diseño de Investigación	41
Población y Muestra	41
Población.....	41
Muestra	42
Técnica e instrumento de recolección de datos	40

Fase de la Investigacion.....	42
CAPITULO IV	59
ANALISIS Y RESULTADOS.....	57
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	74
CAPITULO V.....	75
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
ANEXOS	82
Anexo A.....	83
Anexo B.....	84
Anexo C.....	85

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de Zona Industrial Municipio San Diego, Edo. Carabobo	319
FIGURA 2. Mapa del Municipio San Diego, Edo. Carabobo Sectorizado.....	319
FIGURA 3. Acuífero confinado.....	31
FIGURA 4. Acuífero libre	31
FIGURA 5. Acuífero semiconfinado.	32
FIGURA 6. Coeficiente de almacenamiento.....	33
FIGURA 7. Curva de Theis.....	36
FIGURA 8. Sonda para medir nivel Marca PLM.	41
FIGURA 9. Tobo para medir caudal de 18 Litros.....	41
FIGURA 10. Cronometro.....	41
FIGURA 11. Entrada al programa Google Earth.....	42
FIGURA 12. Ubicación geográfica del Pozo en Google Earth.....	45
FIGURA 13. Coordenadas Cartesianas del Pozo según Google Earth	46
FIGURA 14. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth.....	46
FIGURA 15. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth.....	47
FIGURA 16. Coordenadas UTM del Pozo en Protinal Proagro según Google Earth	48
FIGURA 17. Recipiente para tomar muestra de agua para realizar analisis.....	48
FIGURA 18. Toma de las muestra para el analisis Fisico-quimico.....	48
FIGURA 19. Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 15/03/17.	50
FIGURA 20. Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/17.....	50

FIGURA 21. Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/17.	51
FIGURA 22. Medición de Niveles en el pozo de Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 30/03/17.	51
FIGURA 23. Medición de Niveles en el pozo N°13 de Proagro. Coordenadas UTM 614668E; 1126507N. Elevación: 444 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/03/17.	52
FIGURA 24. Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 07/04/17.	52
FIGURA 25. Prueba de Caudal Variable en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 10/04/17.....	53
FIGURA 26. Prueba de Caudal Variable en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 10/04/17.....	53
FIGURA 27. Utilización del comando “Regla” en Google Earth para medir la distancia entre los pozos.....	56
FIGURA 28. Distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación.....	57
FIGURA 29. Coincidencia de puntos sobre la grafica de Theis patron.....	55
FIGURA30. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.	60
FIGURA 31. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.	61
FIGURA 32. Comparación de los resultados fisicoquímico respecto a la Norma Sanitaria de Calidad para el Agua Potable, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm Fecha: 31/03/2017.	63

FIGURA 33. Valores obtenidos del estudio fisicoquímico comparados con la Norma para clasificación y el control de la calidad de las aguas de las cuenca de valencia Gaceta N°5305, realizado al pozo N°3 de C.A. Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm fecha 31/01/2017.....	63
FIGURA 34. Variacion de nivel estatico en pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msn zona Industrial, Municipio San Diego Estado Carabobo.	65
FIGURA 35. Variacion de nivel dinamico en pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msn zona Industrial, Municipio San Diego Estado Carabobo.	66
FIGURA 36. Variacion del caudal en pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msn zona Industrial, Municipio San Diego Estado Carabobo.	66
FIGURA 37. Variacion de nivel estatico en pozo Proagro Coordenadas UTM 614668E; 1126507N. Elevación: 444 msn zona Industrial, Municipio San Diego Estado Carabobo.	67
FIGURA 38. Caudal vs Tiempo del pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. San Diego Edo Carabobo, Fecha 31/03/2017	
FIGURA 39. Descenso vs Tiempo del pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. San Diego Edo Carabobo, Fecha 31/03/2017	70

INDICE DE FIGURAS

TABLA 1. Valores de coeficiente de almacenamiento	
TABLA 2. Valores de Transmisividad.....	51
TABLA 3. Identificacion geografica del pozo en estudio. Municipio San Diego del Estado Carabobo.	40
TABLA 4. Programacion de medicion del pozo Bigott	46
TABLA 5. Programacion de medicion de pozo de Proagro	47
TABLA 6. Programacion de muestreo y niveles de estudio	49
TABLA 7. Clasificacion según utilidad en el sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	57
TABLA 8. Clasificacion de pozo según su estado operacional en el sector Industrial en el Municipio San diego Estado Carabobo	58
TABLA 9. Identificacion geografica del pozo de bombeo y el de observacion del Municipio San Diego Esatado Carabobo	59
TABLA 10. Parametro relativos a la calidad organoleptica del agua potable	60
TABLA 11. Componentes Inorganicos	62
TABLA 12. Aguas subtipos1°, Limites y Rangos.....	62
TABLA 13. Clasificacion de las aguas según durezas	62
TABLA 14. Resultados Fisico-quimico del pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo Fecha: 31/01/2017.	65
TABLA 15. Nivel estatico, dinamico y caudal del pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm zona industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo.....	66
TABLA 16. Identificacion del pozo utilizado para la estimacion de los parametros hidraulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego Edo. Carabobo	

TABLA 17. Valores obtenidos de la prueba de caudal variable en el pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.....	
TABLA 18. Punto de ajuste en el calculo de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) del pozo Bigott.....	
TABLA 19. Parámetro necesarios para la aplicación de Theis en el pozo Bigott San Diego, Edo, Carabobo.	
TABLA 20. Parametros de Transmisividad (T) y Coeficiente de Almacenamiento (s) del pozo Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Municipio San Diego Edo. Carabobo	72

INTRODUCCION

El agua es el elemento más importante para la vida., aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por el agua, y los océanos contienen alrededor del 96,5% de toda el agua del planeta. Pero también hay agua en el aire en forma de vapor de agua, en ríos y lagos, casquetes polares y glaciares, en la tierra como humedad y en acuíferos. El agua puede presentarse como agua dulce o agua salada, por ser el caso de estudio el agua dulce, es importante señalar que esta representa únicamente el 2,5% del agua de la Tierra y se encuentra en mayor parte congelada en glaciares y casquetes glaciares. Aproximadamente el 96% del agua dulce en estado líquido se localiza en zonas subterráneas y la pequeña fracción restante se encuentra en la superficie o en la atmósfera.

El agua subterránea representa una fracción importante de la masa de agua presente en los continentes, y se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra. El volumen del agua subterránea es mucho más importante que la masa de agua retenida en lagos o circulante, y aunque es menor al de los mayores glaciares, las masas más extensas pueden alcanzar un millón o más de kilómetros cuadrados. El agua del subsuelo es un recurso importante y de este se abastece a una tercera parte de la población mundial, pero de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación. El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua. El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos.

Por otra parte, Venezuela se encuentra representada en el caso de los acuíferos o depósitos explotables de agua subterránea, por una superficie total de 829.000 Km², los cuales a través de estudios preliminares se han estimado en cinco millones de

metros cúbico por año (5.000.000 m³/año). Además, se han encontrado hasta la actualidad, la formación de distintos acuíferos importantes, los cuales están presentes en varios estados del país entre ellos se encuentra el Estado Carabobo. Estos acuíferos son extraídos mediante pozos, perforaciones o excavaciones de forma vertical, cortando así la zona de agua freática.

Ahora bien, tomando como punto de estudio al municipio San Diego del Estado Carabobo, es importante resaltar que el Plan Municipal de Desarrollo del Municipio, señala que la población ha venido creciendo con el pasar de los años, reputando un aumento en la población de un 40% desde el año 2001 hasta el año 2013, lo que se define como un crecimiento de población acelerado, esto conlleva a que se está efectuando una mayor explotación de las aguas subterráneas con el fin de satisfacer las necesidades de la población, descartando sistema alguno que permita definir la información necesaria para contribuir con la preservación del acuífero, ya sea a través de mapas con propiedades hidrogeoquímicas que puedan dar a conocer los datos más importantes para lograr una explotación adecuada de las aguas subterráneas u otro medio eficaz determinado para ello.

En relación con lo antes mencionado, el conocer los parámetros hidráulicos de los pozos ubicados en el municipio San Diego del Estado Carabobo permitirá emprender el monitoreo de su sustentabilidad y así evitar la sobre explotación del acuífero, de igual forma, permitirá tener una base de datos en relación a la oferta y la demanda del agua que servirá a las autoridades de dicha localidad al momento de desarrollar conjuntos urbanísticos contribuyendo en la optimización de la distribución del recurso hídrico.

En otro sentido, el presente trabajo especial de grado se encuentra estructurado de la siguiente forma; en el capítulo I, se muestra el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación tanto generales como específicos, la justificación, los alcances y limitaciones; en el capítulo II se encuentran los antecedentes, el marco de referencia y bases teóricas de la investigación, en el

capítulo III se describe el tipo de investigación realizada, en el capítulo IV se representan los resultados obtenidos y su discusión, mostrando en el capítulo V las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de grado.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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

Herrera (2012) establece que un acuífero es un depósito de agua que circula en el subsuelo, esta agua circula por un medio con poros relativamente pequeños, aunque existen excepciones, asimismo establece que un acuífero se considera sobreexplotado cuando la recarga es menor que la extracción de agua. Considera que el crecimiento de la ciudad afecta la cantidad de agua que puede infiltrarse al acuífero, es decir, la cantidad de agua que queda para la recarga, disminuye conforme crece la ciudad.

Herrera (2012) cuando hay sobreexplotación de los acuíferos, los niveles tienden a disminuir a medida que transcurre el tiempo, por lo general, en zonas más profundas la calidad del agua es menor.

Según el Banco Mundial (2001) el agua subterránea se explota mediante la perforación de pozos de extracción, generalmente en campos de pozo.

La extracción de agua subterránea da como resultado una disminución en los niveles de los acuíferos. Cuando la extracción es limitada, los niveles se estabilizan a un nuevo nivel de equilibrio, de manera que la afluencia a las zonas en que se bombean las aguas subterráneas equilibra la extracción. Sin embargo, en los casos en que la extracción de agua subterránea es intensa y concentrada, a tal punto que excede considerablemente las tasas medias de recarga locales, esos niveles pueden seguir bajando durante décadas. Las caídas graves pueden reducir el rendimiento de los pozos, y dar lugar a un ciclo costoso e ineficiente de profundización de los pozos para recuperar productividad, o incluso a la pérdida prematura de las inversiones causada por el abandono de los pozos.

Una consecuencia de la sobreexplotación es el empeoramiento de la calidad química de las aguas subterráneas, a causa de factores como la menor disolución de las aguas antiguas almacenadas en el acuífero con las nuevas de la recarga anual, lo que favorece la concentración de sales, la salinización de los pozos por el avance de las aguas marinas tierra adentro al alterarse del equilibrio agua dulce-agua salada, la

recarga inducida de las aguas contaminadas de los ríos a los acuíferos, ya que los ríos pasan de ser efluentes a ser influyentes, recarga inducida de las aguas contaminadas por lixiviación de los focos contaminantes situados sobre el acuífero. También pueden producirse riesgos geofísicos como la sobreexplotación de algunos acuíferos puede inducir a la subsidencia del terreno al disminuir la presión efectiva que ejercen las aguas subterráneas, produciéndose asientos y colapsos de suelos y el abandono del bombeo en un acuífero sobreexplotado puede provocar una subida rápida del nivel freático, inundando aquellas edificaciones que habían sido construidas cuando los niveles estaban más bajos.

En Venezuela las aguas subterráneas se estiman en una magnitud de reservas de aproximadamente 7.700 millardos de m^3 en una superficie total de 468.000 km^2 , de los cuales el volumen aprovechable es de 23 millardos de m^3 , sin incluir las reservas de la margen derecha del río Orinoco. Igualmente, se estima que los acuíferos con mayor potencial hidrogeológico cubren una superficie total de 352.000 km^2 , que representa el 42% del territorio nacional. (GEO Venezuela, Venezuela Perspectivas del Ambiente en Venezuela, 2010).

En el Estado Carabobo los usos principales del agua son: el doméstico, industrial, riego y recreacional. 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 agua representa uno de los factores fundamentales para el desarrollo de las actividades económicas del estado, es de allí, que surge el objeto de estudio de esta investigación, a fin de estimar los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego 2017, zona Industrial, que permitirán una estimación de sus parámetros que sean aprovechables tanto en la administración del estado como de los pobladores que reciben dicho beneficio.

Formulación del Problema

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

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

¿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 aguas subterráneas en el Municipio San diego del Estado Carabobo.
- Describir parámetros hidráulicos presentes en la Zona Industrial, del Municipio San Diego Estado Carabobo.
- Estimar los parámetros hidráulicos de Transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego Estado Carabobo durante el año 2017.

Justificación

Las aguas subterráneas son de gran importancia, ya que ayudan a satisfacer la demanda de agua del municipio San Diego, las aguas subterráneas son muchísimo más abundantes que las aguas superficiales y en muchos casos son muchísimo más accesibles. La mayor parte de la dotación de agua del municipio San Diego proviene de esta fuente siendo esta una de las principales vías de dotación de dicho municipio.

Es de suma importancia conocer los parámetros hidráulicos del acuífero del municipio San Diego y si existen o no alteraciones, ya que no solo reviste en el mejor aprovechamiento de 24 los recursos hídricos, sino que además brinda soporte técnico a las autoridades municipales y el plan de FUMCOSANDI (Fundación para el mantenimiento urbano y conservación del municipio San Diego), en donde este último regula los proyectos de ambiente del municipio cónsonos al plan de la patria 2013 -2019, en un conjunto de acciones que hacen posible la toma de previsiones y preservación del acuífero y su medio natural.

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

En la República Bolivariana de Venezuela actualmente la demanda de agua para fines domésticos está igualmente en aumento. Sin embargo, la desigualdad entre los usuarios incluso en los países ricos en recursos hídricos, es enorme. Gran parte de la población pobre tanto en zonas rurales como metropolitanas no tiene acceso a agua limpia ni a servicios de saneamiento. Existen también grandes disparidades entre las zonas rurales y las urbanas. Los desastres naturales agregan un factor inesperado que

puede menoscabar seriamente los esfuerzos para mejorar los servicios de agua y saneamiento, se ha intentado mejorar el abastecimiento de agua, saneamiento en muchas zonas urbanas y establecer tarifas que reflejen el verdadero valor del agua, pero a pesar de que la eficiencia de las privatizaciones y la utilización de instrumentos económicos tales como la fijación de precios para el agua siguen siendo muy polémicos (WWC 2000).

Cabe destacar, que el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC) en la cátedra de Hidrología, cuenta con una línea de investigación que presenta modelos de simulación del comportamiento de la cuenca, como unidad hidrológica de uso de los recursos y estudio, frente al impacto o acción de factores externos, modelación de las variables hidrológico-ambientales para la remediación y conservación del ambiente y la modelación del componente socioeconómico, que aportan contenido relevante para la investigación.

La medición de estos parámetros hidráulicos, ayudaran a las investigaciones futuras a comparar con sus mediciones y así poder saber las variaciones que podrán sufrir sus mediciones con respecto a las nuestras y así poder hacerle un seguimiento a estas aguas subterráneas que son de vital importancia para la dotación de la zona industrial del municipio.

Limitaciones y Alcances

Alcances

- El alcance del estudio en las estimaciones de los parámetros hidráulicos como lo son la transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego, sector zona Industrial durante el 2017, servirá para el fortalecimiento en la planificación y proyección de los entes reguladores de las aguas subterráneas, manteniendo el equilibrio ecológico. Las mediciones serán tomadas una o dos veces por semana durante 2 meses.

- Se obtendrán resultados físico-químicos y bacteriológicos para saber la calidad del agua de los pozos de la Zona Industrial de San Diego, tales estudios serán: pH, cloruro, sólidos disueltos totales, dureza total, nitrato, nitrito, entre otros.

Limitaciones

- El trabajo especial de grado solo contempla el estudio para el Municipio San Diego del Estado Carabobo que se encuentra en el extremo Centro-Norte de la región central del país, utilizando la zona Industrial del Municipio como lugar de estudio. Cabe destacar que este estudio sigue la línea de investigación adjunta al Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo.
- Se toma una única muestra para analizar la calidad del agua debido a que se cuenta con el apoyo del Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.
- Algunos pozos no cuentan con puntos de exploración ni accesorios para realizar las pruebas de caudal y nivel, mientras que otros no poseen orificios adecuados o contienen cables u objetos que obstruyen el paso de la sonda por el mismo, de ello radica que solamente se haya hecho el estudio en el pozo de la empresa antes mencionada.
- Cabe destacar que todo pozo debe cumplir con el Decreto n° 2048 de normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable, publicada en Gaceta Oficial de la República de Venezuela, en fecha 24/09/97, n° 36.298

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

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.

Núñez y Jégat (2008) elaboraron un estudio titulado: Evaluación de un acuífero y sus reservas con fines de explotación agrícola. Este trabajo tuvo como propósito evaluar las disponibilidades del recurso de agua subterránea en un acuífero ubicado en la finca “El Puerto” en Santa Cruz, Estado Zulia, a fin de establecer políticas de explotación con fines agrícolas. La metodología se basó en geoestadísticas de parámetros hidrogeológicos, prueba de bombeo usando el programa GWW y se realizó simulaciones a través del modelo WINFLOW.

Entre los resultados aportados por las diversas pruebas, se determinó que no existe peligro de agotar significativamente las reservas del acuífero, ya que la zona estudiada cuenta con una buena recarga de agua subterránea producto del aporte por precipitación y por caudal afluente del río Escalante. La citada investigación suministra información de apoyo a esta investigación, ya que realizaron geoestadísticas de parámetros hidrogeológicos.

Guzmán y Ferreira (2009) realizaron una investigación titulada: Estudio de gestión de las aguas subterráneas en Venezuela, Caso especial: Acuífero de la Mesa de Guanipa; dentro de la cual se propuso un plan para un adecuado manejo del acuífero antes mencionado y a nivel general, reseñar el desarrollo de las aguas subterráneas en el país. Esta investigación manifestó que es de carácter de urgencia la reactivación inmediata del seguimiento permanente en todos los pozos del país, así como un inventario actualizado de todos los puntos de agua. De igual manera, tener en cuenta la necesidad de contar con inventarios y líneas base de recursos hídricos actualizados y confiables, ya que es uno de los pasos principales para lograr un avance en la gestión de las aguas subterráneas. Por lo que recomiendan a las instituciones vinculadas, evaluar la cantidad, calidad y accesibilidad, así como su distribución en el tiempo y el espacio.

Perdomo, et al. (2011) realizaron un estudio titulado: Relación entre la conductividad hidráulica de un acuífero y parámetros geoelectrónicos en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, en Buenos Aires, Argentina. El objetivo de este trabajo fue definir la potencialidad del método eléctrico para proporcionar estimaciones cuantitativas de los parámetros hidrogeológicos en un sector del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. La metodología que se empleó fue con 38 perfilajes geofísicos y 8 sondeos eléctricos verticales (SEV). La muestra se formó con los acuíferos del pueblo Puelche, Pampa y en la zona de La Plata y alrededores Argentina.

Los resultados de los análisis realizados constaron en que en cada pozo se registraron tres perfiles de resistividad, radiación gamma natural y potencial espontáneo. Se analizaron también los datos provenientes de los ensayos de bombeo de dichas perforaciones, a partir del ajuste de una curva de regresión entre valores estimados de conductividad hidráulica (ensayos de bombeo) y valores del factor de formación (estudios resistividad), se planteó una relación de conversión entre ambos.

Así, es posible estimar este parámetro hidráulico para las Arenas Puelches en la región de estudio, previo a realizar una perforación exploratoria. También se

buscará establecer estimadores de confiabilidad a partir de la comparación con nuevas determinaciones de transmisividad hidráulica en ensayos de bombeo de larga duración. La realización de SEV y perfilajes de pozos pueden proveer estimadores de parámetros hidrogeológicos, constituyendo información complementaria valiosa. Esta investigación guarda relación con la metodología en estudio ya que busca determinar los parámetros hidráulicos en los acuíferos.

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

García y Ramírez (2015) En el trabajo de investigación perteneciente a la Universidad de Carabobo, su fin fue crear una base de datos, representadas en mapas georreferenciados usando el Software ArcGIS 10.0. Para lograr esto se desarrollaron 4 fases. En la primera fases se, recolectaron los datos de ubicación de los pozos, y revisión de la información litológica, en la 27 segunda fase se revisaron los estudios fisicoquímicos de las aguas subterráneas, y se realizaron pruebas de caudal variable, en la fase 3 se aplicó el método de Theis para conocer la Transmisividad, y el coeficiente de almacenamiento y en la cuarta fase se realizaron los mapas piezométricos de los pozos estudiados. De los datos litológicos junto con el coeficiente de almacenamiento se dedujo que el acuífero estudiado es del tipo

confinado, el valor de Transmisividad es muy bajo, además que la composición química de estas aguas es idónea para el consumo humano, se pudo determinar que en el área hay 76 pozos con profundidades mayores de 80m de los cuales 87% están activos. Tomando en cuenta que el nivel estático de los pozos comprenden profundidades que van desde 12- 24 m, y el agua proviene de descompresión entonces se puede concluir que el nivel freático en la zona está por debajo de los 12m de profundidad.

Vallejo y Farías (2015), establecen que el trabajo de investigación procedente de la Universidad de Carabobo que se enfocó principalmente en la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego en el sector Norte B y C, Estado Carabobo, durante el año 2015, los cuales se realizaron representando una base de datos en mapas georreferenciados con uso Software ArcGIS 10.0. Para llevar a cabo la realización de los mapas, se recolectaron datos como la ubicación de 26 pozos y las diferentes características del acuífero con información recopilada en 29 campo o mediante entidades públicas y/o empresas privadas. Se realizaron pruebas de caudal variable, donde se obtuvieron datos necesarios para estimar parámetros hidráulicos del acuífero, aplicando el método de Theis, se obtuvo la transmisividad (T) 10.32 m²/d y coeficiente de almacenamiento (S) 4.33E-04, el nivel estático se mantuvo en un rango de los 440 a los 470 m.s.n.m; La variación del pH de los pozos en estudio se encuentra en el rango de 6.37 y 7.20 lo que indica que los pozos a estudiar tienen valores aceptables para el consumo.

Rivero (2015) realizó su trabajo de grado titulado: 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.

Vázquez y Hernández (2016) realizó su trabajo de grado titulado: Estimación de parámetros hidráulicos en el acuífero del municipio San Diego, Estado Carabobo en el año 2016, sector zona industrial, donde determina la transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Se realizó una prueba de caudal variable donde se adquirieron datos necesarios para la estimación de la Transmisividad y el Coeficiente de Almacenamiento a través del método de Theis y se determinó, con la información obtenida de los parámetros anteriormente mencionados, que se está en presencia de un acuífero confinado. Cabe destacar, que al realizar la prueba caudal variable, el nivel dinámico no reflejó disminuciones considerables sino algunos centímetros de variación al transcurrir toda la duración del ensayo, por lo cual se llegó a la conclusión que el pozo en estudio no está sobreexplotado y que tampoco se ve afectado por el consumo de agua que genera la empresa.

MARCO REFERENCIAL

San Diego, es uno de los 14 municipios autónomos que conforman el Estado Carabobo, ubicado en la Región Central de Venezuela. Forma parte del Área Metropolitana de la ciudad de Valencia. Está ubicado al norte del Lago de Valencia, teniendo una población para el 2014 según Catastro de 132.947 habitantes.

Limita al norte con el Municipio Puerto Cabello, al sur con el Municipio Los Guayos y Municipio Valencia, al este con el Municipio Guacara y al oeste con el Municipio Naguanagua y Municipio Valencia. En cuanto a lo establecido por la Alcaldía del Municipio San Diego, se presenta que la ubicación del mismo, se sitúa 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, con una superficie aproximada de 106 Km².

La parroquia que conforma al Municipio, se encuentra dividida en siete (7) ámbitos de planificación a saber:

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

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

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

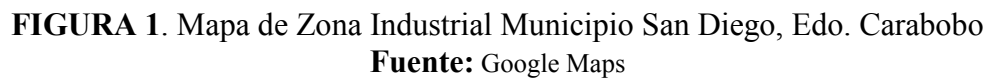
•**Centro A:** Urb. El Morro II, La Esmeralda, Lomas de la Esmeralda, Altos de la Esmeralda.

•**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 Chalets Country.

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

•**Zona Industrial:** Urb. Industrial Castillito, Urb. Industrial Terrazas de Castillito, Urb. Industrial San Diego, Urb. Industrial Castillete, Mozanga, Fundo la Unión, Terminal de Pasajeros Big Low Center.



BASES TEÓRICAS

Acuífero

Acuífero es un término empleado en geología para definir a las estructuras geológicas subterráneas que al estar totalmente saturadas, son aptas para el almacenaje y transmisión de agua en abundancia. Se caracteriza por presentar una importante permeabilidad, extensión y espesor. Estas formaciones geológicas, al permitir el desplazamiento de agua por sus grietas, le permite al ser humano poder aprovecharla para la satisfacción de sus necesidades.

Estos cuerpos de agua pueden encontrarse almacenados dentro de una roca circundante, en este caso se estaría hablando de un acuífero confinado; o encontrarse dentro de una capa de agua colmada de arena, la cual lleva por nombre acuífero no confinado. Estos dos tipos de acuíferos son utilizados por el hombre para el riego, consumo y aplicaciones industriales.

Acuífero confinado

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior) 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.

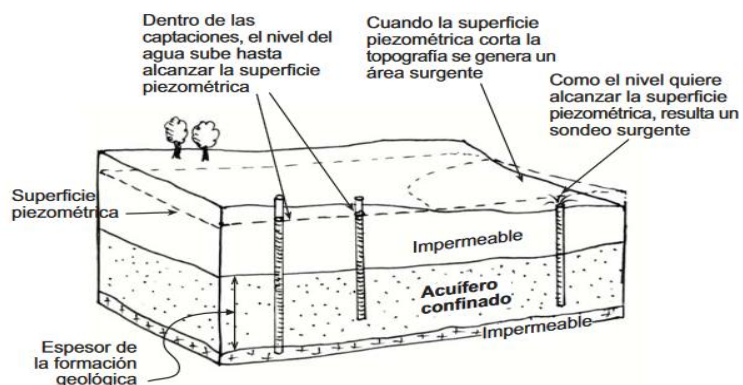


FIGURA 3. Acuífero confinado

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

Acuíferos 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.

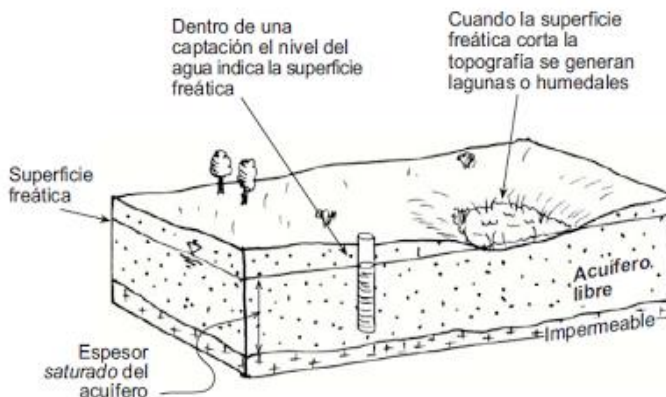


FIGURA 4. Acuífero libre

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.

Los acuíferos en la actualidad representan una de las mayores reservas mundiales de agua potable en el futuro, por lo tanto es vital que el hombre procure no contaminarlos, sobre todo los acuíferos no confinados, ya que son los que más se exponen a la contaminación proveniente de las ciudades (canales, desagües, etc.)

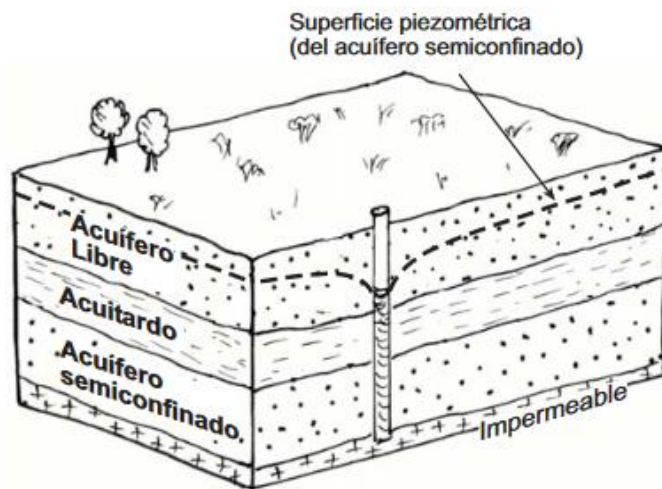


FIGURA 5. Acuífero semiconfinado

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

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.

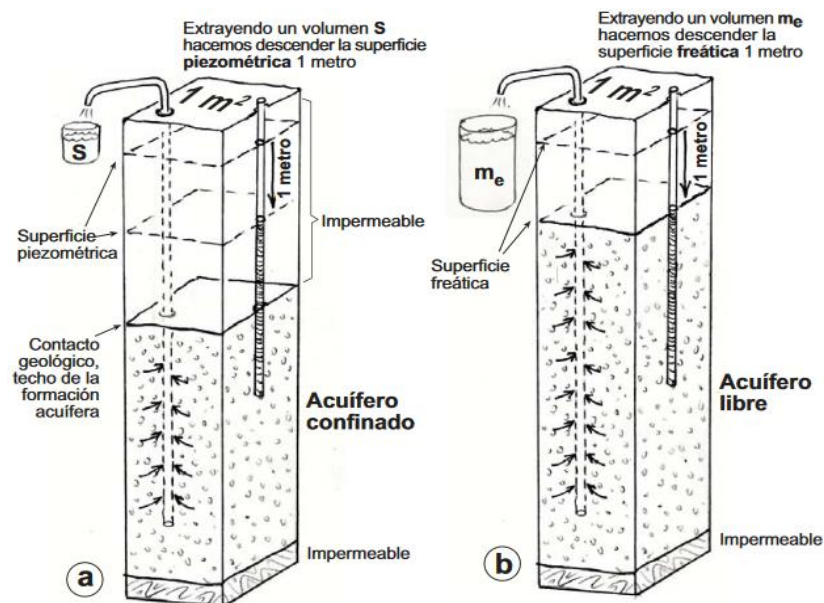


FIGURA 6. Coeficiente de almacenamiento

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

En el acuífero confinado, en la que la superficie piezométrica ha bajado. 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 1. 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 m²/día o cm²/ seg.

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

TRANSMISIVIDAD (T)	
T (m ² /día)	CLASIFICACION 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:

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

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

Dónde:

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

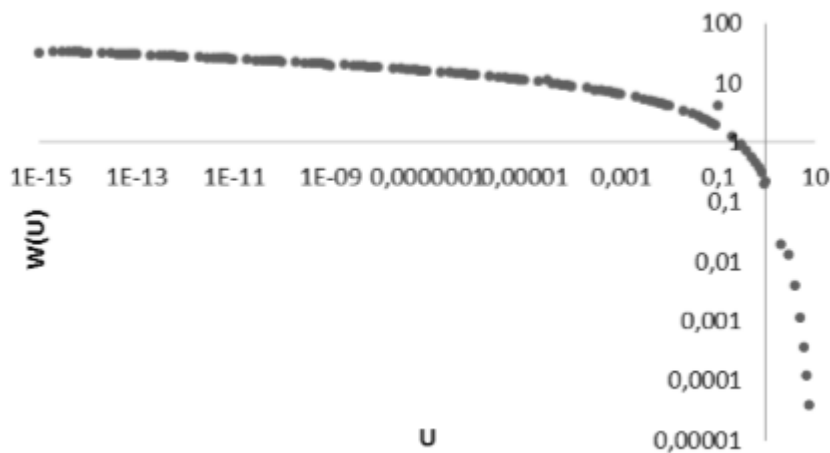


FIGURA 7. Curva de Theis

Fuente: Guevara y Cartaya (2004)

Características Físico-químicas del Agua Subterránea

Conocer los componentes disueltos o en otras formas del agua es una de las características más importantes a determinar. La presencia y concentración de determinados compuestos hace que el agua subterránea se diferencie de otras. Los procesos y factores que influyen en la evolución de la calidad de estas aguas pueden

ser intrínsecos o extrínsecos al acuífero. Además de otros factores que interfieren en la composición del agua, como clima, composición del agua de recarga, tiempo de contacto del agua con el medio físico, etc., además de la contaminación causada por el hombre.

Características físicas y Características químicas.

Temperatura: Poco variable y responde a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar. En profundidad depende del gradiente geotérmico, que aumenta 1° cada 30m de profundidad.

Conductividad eléctrica: Es la medida de la facilidad de un agua para conducir la corriente eléctrica y su valor aumenta con el tenor de sales disueltas en forma de iones. En aguas subterráneas los valores de conductividad aumentan con la temperatura.

Color: Es el resultado de las sustancias disueltas en agua, principalmente provenientes de la disolución de la materia orgánica.

Olor y sabor: Están íntimamente relacionados entre sí y frecuentemente lo que se llama “gusto” es realmente percibido como olor. Son parámetros subjetivos, pero en general se puede decir que aguas con más de 300 mg/l de cloruros tienen sabor salado, con más de 400 mg/l de SO_4^{2-} tienen sabor salado y amargo, etc.

Turbidez: Es la dificultad del agua para transmitir la luz y se debe a la presencia de sólidos en suspensión (limos, arcillas, materia orgánica, etc.) que dificultan el pasaje de la luz.

Dureza y Dureza Total: La primera es concentración de cationes polivalentes presentes en el agua, puede ser como calcio o magnesio y la otra es la suma de las concentraciones de calcio y magnesio expresadas como carbonato de calcio en miligramos por litro.

Alcalinidad y pH: La primera mide la cantidad de hidrógeno (iones ácidos) en el agua, en tanto que el segundo representa la medida de los niveles de carbonato y bicarbonato en ella. Pensemos en los carbonatos y bicarbonatos como en piedra caliza disuelta. Mientras más alta sea la alcalinidad del agua, mayor será su contenido de cal y, por lo tanto, mayor será también la rapidez con la que el agua podrá provocar el aumento del pH en el sustrato.

Demanda Química De Oxígeno (DQO): Mide la capacidad de un agua de consumir oxígeno durante procesos químicos

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Es la medida de la cantidad de oxígeno necesario para consumir la materia orgánica contenida en el agua mediante procesos biológicos aeróbicos. Es una medida importante de la contaminación del agua.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

Por la forma de obtención y recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, esta investigación de tipo descriptiva, con modalidad de campo, pues la misma recopila información directamente de donde el fenómeno ocurre, así como también se orienta a la búsqueda de aspectos que se desean conocer.

En este sentido, la investigación se caracteriza por ser de campo, puesto que se recolectará la información en el ámbito donde ocurren los hechos en el área del acuífero ubicado en el Edo. Carabobo, San Diego, Caso: Sector Zona Industrial.

Diseño de Investigación

Es un diseño no experimental, que según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010), "Un diseño no experimental es aquella investigación que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos".

Población y Muestra

Población

Se puede definir a la población de la presente investigación como al Acuífero ubicado en el municipio de San Diego Edo. Carabobo zona Industrial, la cual cuenta con 13 pozos de agua subterráneas.

Muestra

La muestra 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 comprende a los pozos de la Empresa Bigott (bombeo) y la empresa Protinal Proagro (observación) que succionan agua en el acuífero de San Diego, sector zona Industrial, Edo. Carabobo.

TABLA 3. Identificación geográfica del pozo en estudio. Municipio San Diego
Estado Carabobo

Fuente: Los autores.

Identificación de pozos de agua subterránea						
Pozos	sector	Coordenadas (m)			Municipio	Uso
		x	y	z		
Bombeo	industrial	613950	1127884	434	San Diego	Abastecimiento Poblacional
Observación	industrial	614668	1126507	444	San Diego	Abastecimiento Poblacional

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se refiere los procedimientos que originan información válida y confiable para ser utilizada como datos científicos.

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



FIGURA 8. Sonda para medir nivel
marca PLM
Fuente: Elaboración propia



FIGURA 9. Tobo para medir
caudal de 18 litros.
Fuente: Elaboración propia

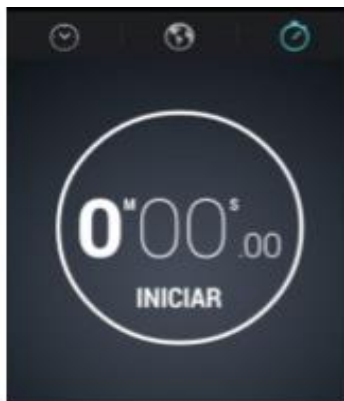


FIGURA 10. Cronómetro
Fuente: Elaboración propia

Fases de la Investigación

Fase I. Identificar los pozos de agua subterránea en la zona Industrial del Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Con el apoyo del Ing. Víctor Carrillo y el Licdo. Juan De Farías perteneciente al Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA), se realizó una reunión con el Ing. Victor Carrillo en las instalaciones de dicha institución, donde se acordó una visita guiada por el señor Juan De Farías por varios pozos de la zona Industrial de San Diego, para así seleccionar la ubicación del pozo estudiado en el presente trabajo

En cada pozo que se llegaba, como primer paso y determinante para la selección del pozo, era introducir la sonda por el orificio destinado para esto, muy importante debido al poco mantenimiento de los pozos, la sonda se podía quedar atascada, presentando así dificultades para un correcto estudio durante todo el periodo de mediciones.

Se determinan las coordenadas UTM de cada pozo del Municipio San Diego zona Industrial, se utilizó el software Google Earth con el fin de obtener las coordenadas geográficas.

1. Se inicia el programa y en “buscar” se escribió “San Diego, Carabobo” para tener un punto de partida.

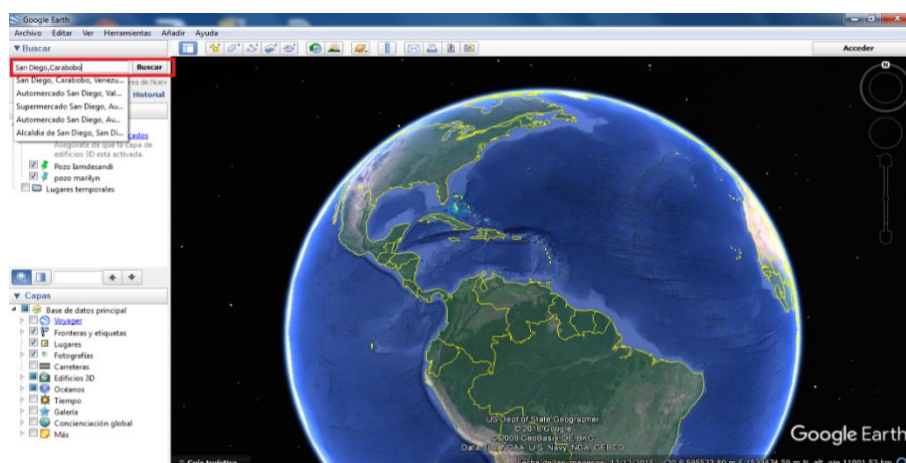


FIGURA 11. Entrada del programa Google Earth.

Fuente: Google Earth

2. Se procede a ubicar en el programa la zona en la que se encuentra el pozo en estudio para determinar sus coordenadas UTM. Para señalar el punto de ubicación del pozo, se hace clic en el ícono amarillo de la barra de herramientas ubicada en la parte superior izquierda que dice “Agregar marca de ubicación”.

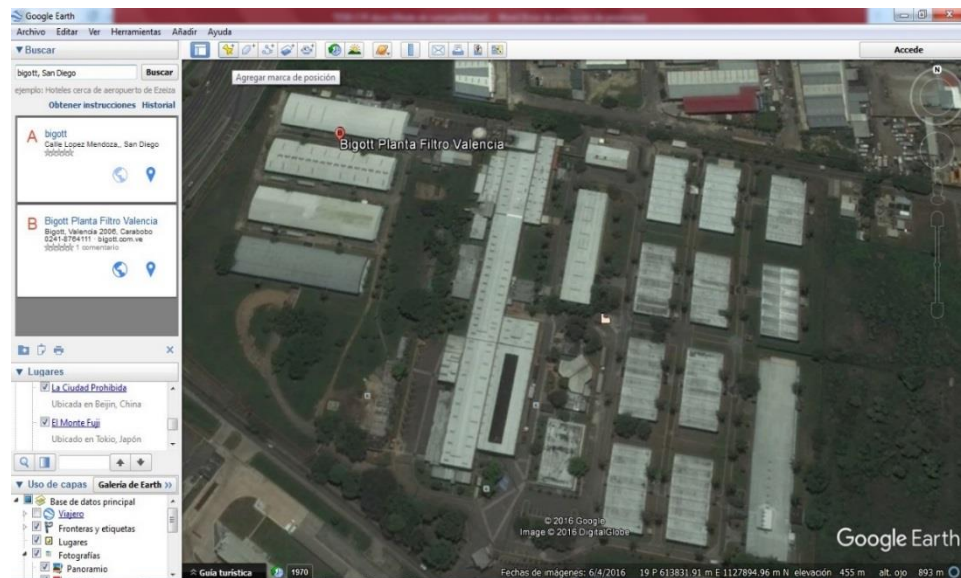


FIGURA 12. Ubicación geográfica del Pozo en Google Earth.

Fuente: Elaboración propia

3. Se mostrará la siguiente ventana para dar nombre a la ubicación del pozo y conocer sus coordenadas:

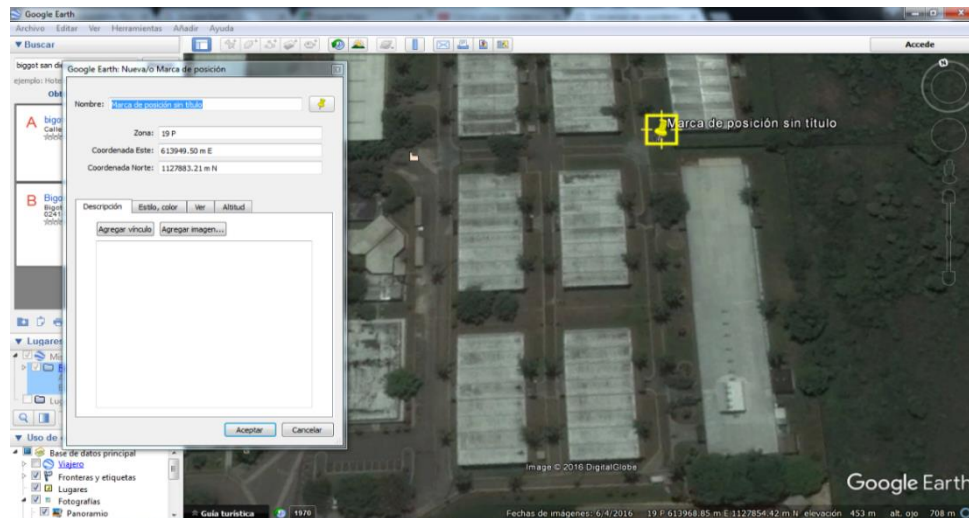


FIGURA 13. Coordenadas Cartesianas del Pozo según Google Earth
Fuente: Elaboración propia

4. Una vez identificada la ubicación, se hace clic en Herramientas → Opciones, para cambiar el Sistema de Coordenadas cartesianas a UTM.

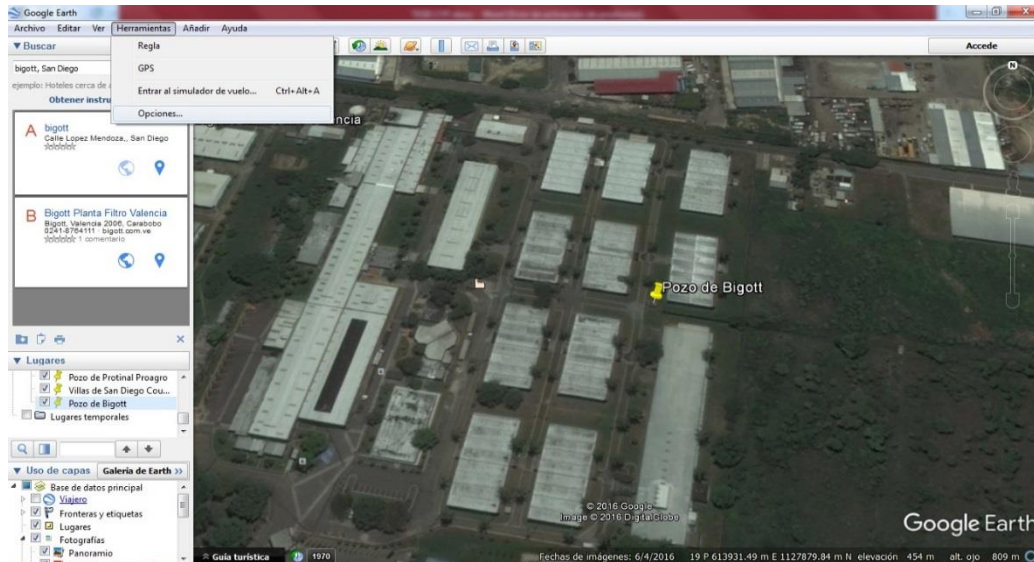


FIGURA 14. Coordenadas UTM del Pozo según Google Earth.
Fuente: Elaboración propia

-
- The screenshot shows the Google Earth application window. The 'Options' dialog box is open, displaying various settings. The '3D View' tab is selected, and the 'General' sub-tab is active. The 'Colores de texturas' (Texture colors) section has 'Color verdadero (32 bits)' selected. The 'Filtrado anisotrópico' (Anisotropic filtering) section has 'Medio' (Medium) selected. The 'Tamaño de etiquetas/iconos' (Label/icon size) section has 'Medio' (Medium) selected. The 'Modo de gráficos' (Graphics mode) section has 'OpenGL' selected. The 'Mostrar lat./long.' (Show lat./long.) section has 'Grados decimales' (Decimal degrees) selected. The 'Unidades de medida' (Units of measurement) section has 'Valores predeterminados del sistema' (System default values) selected. The 'Fuentes' (Sources) section has a 'Seleccionar fuente 3D' (Select 3D source) button. The 'Terreno' (Terrain) section is highlighted with a red box, showing 'Exagerar elevación' (Exaggerate elevation) set to 1 and 'Usar relieve de alta calidad' (Use high quality relief) unchecked. The 'Atmósfera' (Atmosphere) section has 'Usar procesamiento fotorrealista de atmósfera (EXPERIMENTAL)' (Use photorealistic atmospheric processing (EXPERIMENTAL)) unchecked. The 'Vista general del mapa' (Map overview) section shows 'Tamaño del mapa' (Map size) set to 'Pequeño' (Small) and 'Relación de acercamiento' (Zoom relation) set to '1:1'. The 'Restaurar valores predeterminados' (Restore default values) button is at the bottom left of the dialog. The background shows a 3D view of a city with a red location pin and a 'Bigot' label. The bottom status bar shows 'Gala turística', '1970', and coordinates '10°12'05.79" N 67°57'39.41" O'.

Fuente: Elaboración propia

- 47

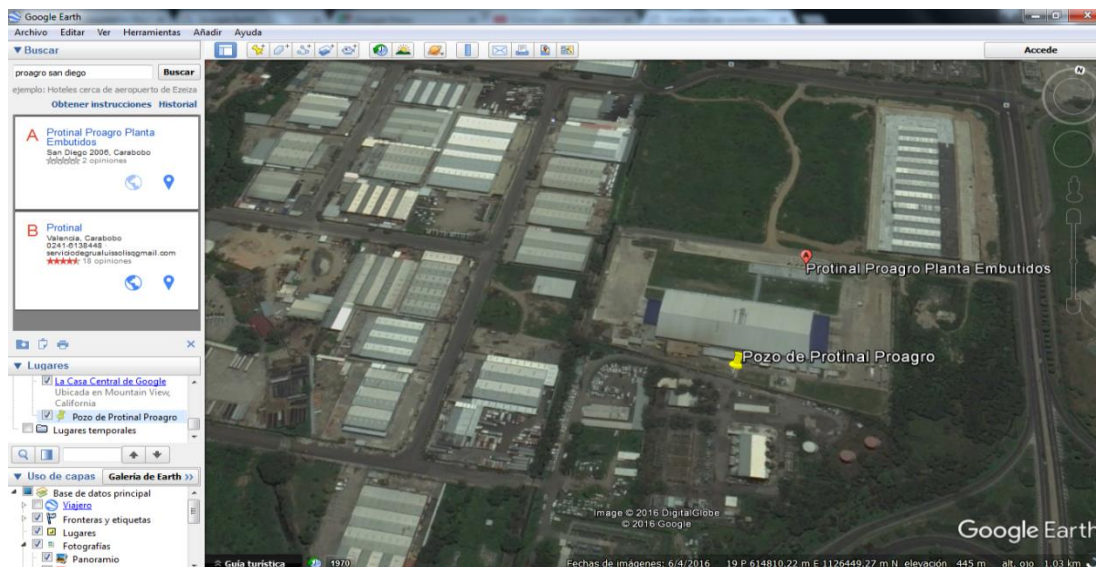


FIGURA 16. Coordenadas UTM del Pozo en Protinal Proagro según Google Earth
Fuente: Elaboración propia

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

Se realizaron visitas a los pozos en las siguientes tablas se muestra la programación de medición.

TABLA 4. Programación de mediciones del pozo de Bigott.(pozo de bombeo).
 Coordenadas UTM 613950 E, 1127884 N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO DE BOMBEO
24/01/2017
15/03/2017
23/03/2017
30/03/2017
31/03/2017
07/04/2017
10/04/2017

TABLA 5. Programación de mediciones del pozo de Proagro (pozo de observación).
 Coordenadas UTM 614668E; 1126507N. Elevación: 444 msnm Zona Industrial,
 Municipio San Diego, Estado Carabobo.

PROGRAMACION POZO DE OBSERVACION
15/03/2017
23/03/2017
28/03/2017
31/03/2017
07/04/2017
10/04/2017

El día 24/01/2017 se toma una muestra para ser analizada en el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas donde se le realizaran los análisis físico-químico y bacteriológico del agua existente en el pozo de bombeo de la zona Industrial de San Diego específicamente en la empresa C. A Cigarrera Bigott.



FIGURA 17. Recipientes para tomar las muestras de agua para realizar los análisis físico-químico y bacteriológico del pozo Bigott UTM 613950 E, 1127884 N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha 24/01/2017



FIGURA 18. Toma de las muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico del agua del pozo Bigott UTM 613950 E, 1127884 N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 24/01/2017

Se procede a realizar las mediciones de los niveles estáticos de los pozos en estudio siendo uno de observación y otro de bombeo, se le hará las pruebas de caudal variable, todo esto con el fin de obtener datos para realizar dos gráficos, uno de nivel vs tiempo y otro de caudal vs tiempo. El procedimiento en campo se presenta a continuación:

1. Con el uso de la sonda se procede a medir el nivel estático tanto del pozo de observación como el pozo de bombeo, es importante destacar, que para esto, el sistema de bombeo de cada pozo tiene que haber estado apagado unas 12 horas antes de la medición.
2. Se introduce la sonda en el pozo, a través de la abertura destinada para dicha función.
3. Se baja la sonda hasta que el bombillo que esta contiene se encienda, como indicativo que ya el dispositivo hizo contacto con el agua.

4. Leer y tomar nota de las medidas de profundidad del agua.
5. Se enciende el sistema de bombeo del pozo al cual se le realizará la prueba de caudal variable, abriendo la llave al máximo caudal y variando decrecientemente el mismo hasta cerrar por completo la llave.
6. Se mide el tiempo que tarda en llenarse el tobo de 18 litros con cada variación de caudal y se registra el tiempo que tarda en llenarse.
7. Se dejan pasar aproximadamente unos 3 minutos entre cada variación de caudal, para que el nivel del pozo se estabilice y así obtener una correcta medición.
8. Se tabulan los datos de nivel estático, nivel dinámico, caudal y tiempo, en una base de datos en Excel.

TABLA 6.Programación de muestreo y niveles medidos

Programación de Muestreo	
Fecha	Nivel Estático(m)
15/03/17	8.30
23/03/17	8.65
30/03/17	8.70
31/03/17	8.77
07/04/17	8.65
10/04/17	8.85



FIGURA 19.Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 15/03/17.



FIGURA 20.Medición de Niveles en el pozo N°3 de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/17.



FIGURA 21.Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 23/03/17.



FIGURA 22. Medición de Niveles en el pozo de Bigott en compañía de la representante Adriana Márquez. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 30/03/17.



FIGURA 23. Medición de Niveles en el pozo N°13 de Proagro. Coordenadas UTM Protinal Proagro Planta Embutidos UTM (614668 E; 1126507N). Elevación: 444 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo Fecha: 31/03/2017



FIGURA 24. Medición de Niveles en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castillito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 07/04/17



FIGURA 25.Prueba de Caudal Variable en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 10/04/17



FIGURA 26.Prueba de Caudal Variable en el pozo de Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial Castellito, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 10/04/17

Fase III. Estimar los parámetros hidráulicos de Transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2017. Caso: Sector Zona industrial.

Una vez obtenido los datos en la fase II se estimaran los parámetros hidráulicos de Transmisividad y coeficiente de almacenamiento. Con dichos datos se creará una tabla en Excel en donde se evidencien los descensos del nivel dinámico en el pozo de estudio, los datos del ensayo, el intervalo de tiempo con que se ha realizado la prueba de caudal variable y la distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación. Con todos los datos mencionados anteriormente se determinara el coeficiente r^2/t y luego se elabora la gráfica de la función del pozo de estudio (bombeo). A continuación se describe el procedimiento a llevar a cabo en esta fase:

1. Para aplicar el método de Theis se necesita la distancia “r” que está comprendida entre el pozo de observación y el pozo de bombeo, para ello se utilizará Google Earth.
- 1.2. Conociendo la ubicación de ambos pozos, se hace clic en el botón llamado “regla” ubicado en la barra de herramientas en la parte superior de la pantalla

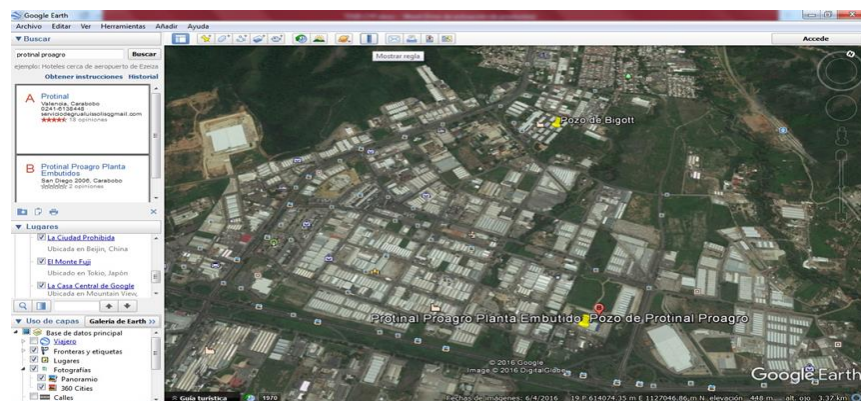


FIGURA 27. Utilización del comando “Regla” en Google Earth para medir la distancia entre los pozos.

Fuente: Elaboración propia

- 1.3. Se mostrará la siguiente pantalla, indicando la unidad de la medida que se va a tomar, en este caso se medirá en metros, se hace clic en cada punto

donde se encuentren los pozos y automáticamente aparecerá una línea que muestra la distancia que hay entre ellos.

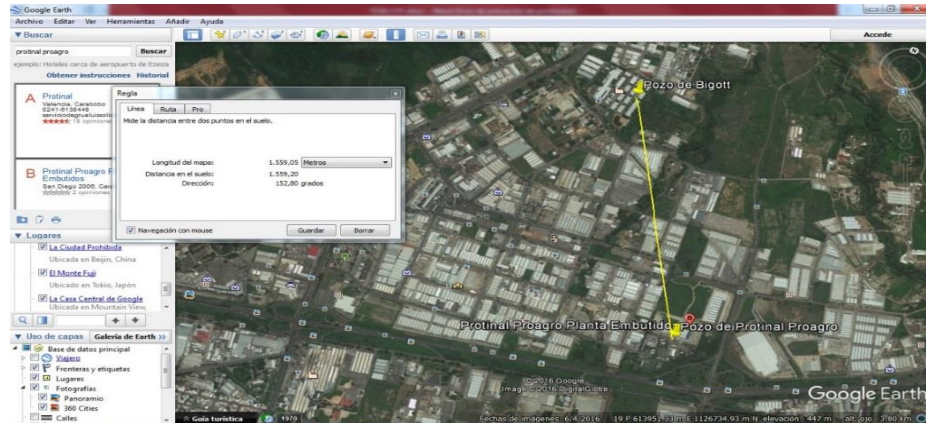


FIGURA 28. Distancia entre el pozo de bombeo y el pozo de observación
. Fuente: Elaboración propia

2. Habiendo calculado el descenso, el tiempo y la distancia entre el pozo de observación y el pozo de bombeo, se calcula el coeficiente r^2/t , y con este se gráfica la función del pozo.
3. Con los valores medidos se construye el otro gráfico de $(h_0 - h)$ vs. (r^2/t) y con la gráfica de la función del pozo se superponen entre sí y manteniendo las coordenadas paralelas se trasladan hasta que las curvas coincidan tanto como sea posible.

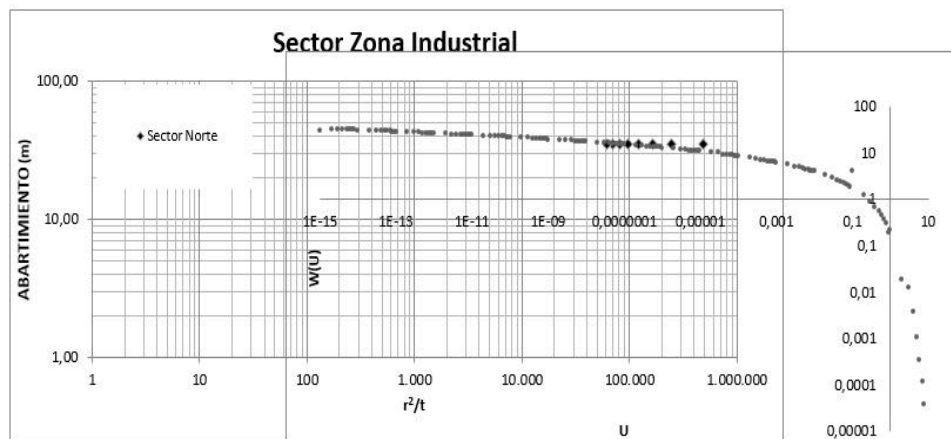


FIGURA 29. Coincidencia de puntos sobre la gráfica de Theis patrón

4. Se selecciona un punto de coincidencia entre ambas curvas, registrándose los valores de $W(u)$, $(h_0 - h)$, u y (r^2/t) , y se resuelven las ecuaciones (1) y (2) para T y S .

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

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

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Los resultados de la identificación de los pozos de agua subterránea del sector Industrial del Municipio San Diego, Estado Carabobo, suministrados por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas MINEA, se muestran en el Anexo A en donde se puede observar que existen 13 pozos. Dichos pozos se clasifican de la siguiente forma:

Según su utilidad: de los 13 pozos existentes 7 son de uso industrial, 2 de uso comercial, 1 de uso para administración pública, 2 de uso agrícola y 1 de uso para abastecimiento. Esta información se ve reflejada en la Tabla 3 presentada a continuación:

TABLA 7. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

UTILIDAD	Nº POZOS
COMERCIAL	2
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	1
AGRÍCOLA	2
INDUSTRIAL	7
ABASTECIMIENTO	1
TOTAL Nº POZOS	13

En la Figura 30 se presentan los porcentajes de utilidad de los pozos, el cual comprende un 54% de uso industrial, el 15% es de uso comercial igualmente otro 15% de uso agrícola, el 8% para abastecimiento y finalizando también con 8% para la administración pública.



FIGURA30. Clasificación según utilidad de pozos en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.
Fuente: Elaboración propia

Según su estado operacional: de los 13 pozos existentes se observa que 12 están activos y solo un pozo está inactivo, como lo indica la siguiente tabla:

TABLA 8. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

ESTADO OPERACIONAL	Nº POZOS
ACTIVO	12
INACTIVO	1
TOTAL N° POZOS	13

En la Figura 31 se presentan los porcentajes del estado operacional de los pozos, por este se entiende que el 92% de los pozos se encuentran activos y que el 8% de los pozos están inactivos.



FIGURA 31. Clasificación de pozos según su estado operacional en el Sector Industrial en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia.

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:

- Zona Industrial Castillito, pozo de la empresa Bigott. Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm.
- Zona Industrial Castillito, pozo de la empresa Protinal Proagro. Coordenadas UTM 614668E; 1126507N. Elevación: 444 msnm.

TABLA 9. 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	industrial	613950	1127884	434	San Diego	Industrial
Observación	industrial	614668	1126507	444	San Diego	Industrial

**Resultados de la descripción de los parámetros físico-químicos del agua
proveniente del pozo en la zona Industrial del Municipio San Diego. Edo
Carabobo.**

Se realizó un análisis físico-químico y bacteriológico evaluado las muestras de aguas tomadas del pozo profundo de la empresa C.A. Bigott localizado en la zona industrial en el municipio San Diego, Estado Carabobo, los resultados indican que los parámetros cumplen con los rangos máximos permitidos según las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, la norma COVENIN 2771-91 Aguas Naturales, Industriales y Residuales, la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la norma COVENIN 3124:2001 FIAMBRE. El análisis de la muestra se realizó como colaboración y aporte a este trabajo de grado por el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.(Véase anexo C)

TABLA 10. Parámetros relativos a la calidad organoléptica del agua potable.

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

PARAMETROS RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLEPTICA DEL AGUA POTABLE			
PARAMETROS	UNIDAD	VALOR DESEABLE <	VALOR MAXIMO ACEPTABLE (a)
COLOR	UCV (b)	5	15 (25)
TURBIEDAD	UNT (c)	1	5 (10)
OLOR O SABOR	-	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l	600	1000
DUREZA TOTAL	mg/LcaCo ₃	250	500
pH	-	6.5-8.5	9.0
ALUMINIO	mg/l	0.1	0.2
CLORURO	mg/l	250	300
COBRE	mg/l	1.0	(2.0)
HIERRO TOTAL	mg/l	0.1	0.3 (1.0)
MANGANESO TOTAL	mg/l	0.1	0.5
SODIO	mg/l	200	200
SULFATO	mg/l	250	500
CINC	mg/l	3.0	5.0

- (a) Los valores entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.
- (b) **UCV**: unidades de color verdadero.
- (c) **UNT**: unidades nefeleométricas de turbiedad.

TABLA 11. Componentes inorgánicos.

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

COMPONENTES	VALOR MÁXIMO ACEPTABLE
nitrito	0.03
nitrato	45.0

TABLA 12. 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 fecales	9.0

TABLA 13. Clasificación de las aguas según su dureza.

Fuente: norma de calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91.

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

En la figura 32. Se observa la comparación de las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395 respecto a los resultados de análisis físico-químico obtenido por Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.

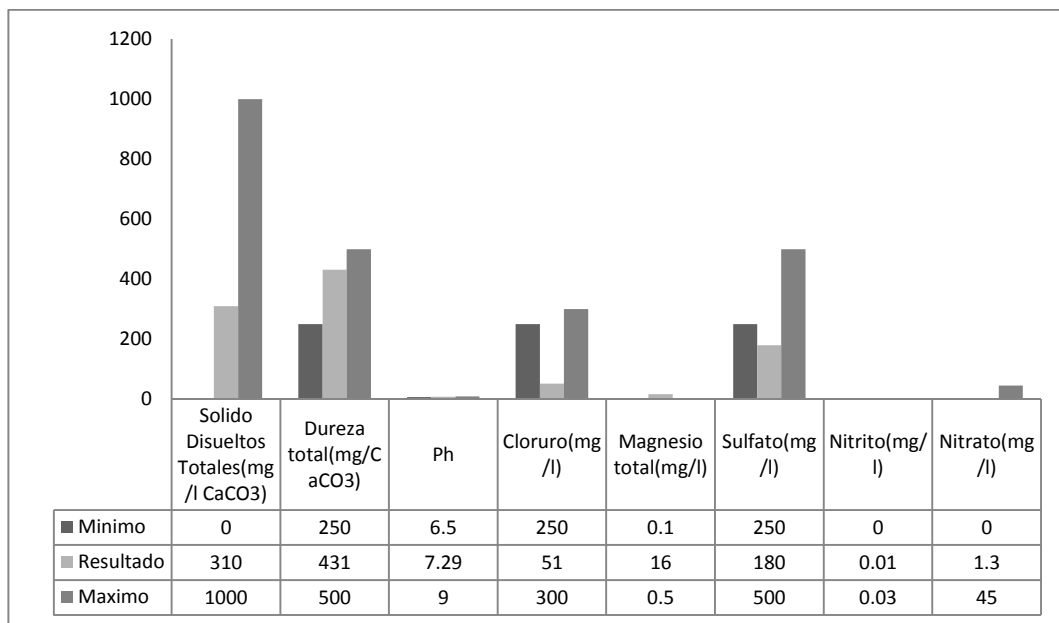


FIGURA 32. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a Las Normas sanitarias de calidad del agua potable, Gaceta N° 36.395. Pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33. Se observa la comparación de los resultados de análisis físico-químico obtenido por Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas de coliformes totales y coliformes fecales 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.

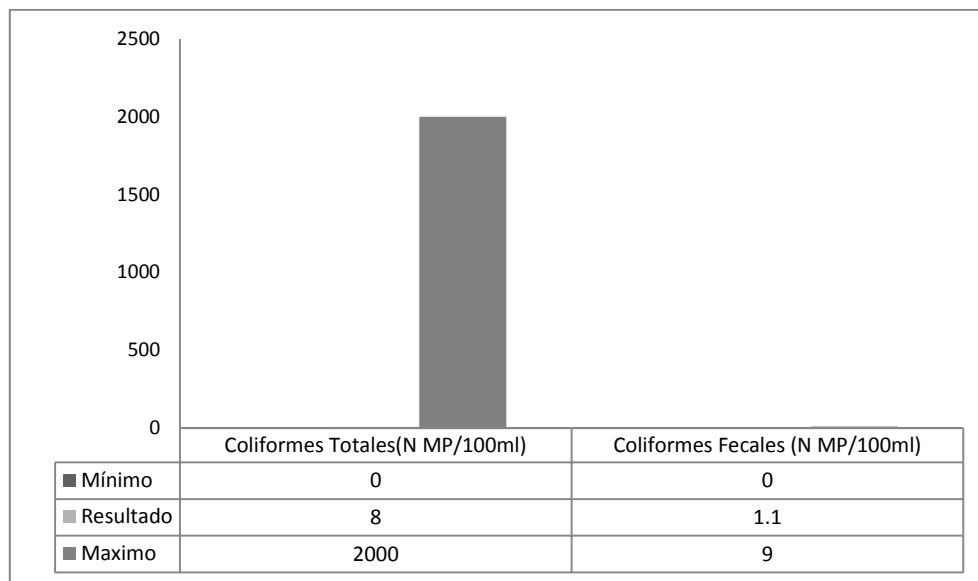


FIGURA 33. Comparación de los resultados de análisis físico-químico respecto a las Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305. Pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017
Fuente: Elaboración propia

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 Bigott resulto ser de 310 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 del agua resulto en 431 mg/l CaCO_3 clasificándose como muy dura según La Norma De Calidad De Aguas Naturales, Industriales y Residuales, COVENIN 2771-91, 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 Pozo Tiene Un pH=7.29 indicando que se encuentran dentro de los valores aceptable de la Norma Sanitaria De Calidad Del Agua Potable, Gaceta N° 36.395

- ✓ Los Cloruros Arrojaron Valores De 51 Mg/L, los cloruros están por debajo del mínimo admisible en la la Norma Sanitaria De Calidad Del Agua Potable, Gaceta N° 36.395
- ✓ El sulfato arrojó como resultado 180 Mg/L, está por debajo del mínimo admisible en la Norma Sanitaria De Calidad Del Agua Potable, Gaceta N° 36.395
- ✓ El nitrito arrojó un resultado de 0,01mg/L y el nitrato de 1,3mg/L ambos valores se encuentran dentro de los valores aceptable de la Norma Sanitaria de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36.395.
- ✓ Los Coliformes Fecales arrojó un resultado de 1,1NMP/100ml y Coliformes Totales de >8NMP/100ml del Pozo de la empresa Cigarrera Bigott Siendo Aguas Aptas Para El Consumo Humano ya que dieron valores admisible para la Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305.

Con todos estos parámetros analizados y comparados con las normativas correspondientes, se observó que algunos de ellos se encuentran dentro de los parámetros y otros por debajo de lo exigido, en el rango y límite permitido indicando que el agua del pozo de la Empresa Cigarrera Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo, respectivamente, esto es indicador de que el agua presente en este pozo es apta para el consumo humano.

TABLA 14. Resultados del análisis físico-químico del pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Estado Carabobo. Fecha: 31/01/2017

Código	Parámetro	Unidad	Resultados	Agua Tipo 1	Observación
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	564	N.A	
2340-C	Dureza Total	mg/l CaCO ₃	431	500	Cumple
3500-D	Dureza Cálctica	mg/l CaCO ₃	363	N.A	
3500-Mg-E	Dureza Magnésica	mg/l CaCO ₃	68	N.A	
2320-B	Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	398	N.A	
4500-HB	pH		7,29	6 - 8,5	Cumple
2540-C	Solidos Totales	mg/l	310	1500	Cumple

	Disueltos				
4500-B	Cloruro	mg/l	51	600	Cumple
4500-E	Sulfato	mg/l	180	400	Cumple
4500-C	Nitrito (N)	mg/l	< 0,01	Suma nitrito y nitrato <10	Cumple
4500-C	Nitrato (N)	mg/l	1,3		
3500-D	Calcio	mg/l	146	N.A	
3500-E	Magnesio	mg/l	16	N.A	
9221-B	Coliformes Totales	NMP/100 ml	$\geq 8,0$	< 2000	Cumple
9221-C	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,1	N.A	

Resultados de la descripción de los parámetros hidráulicos presentes en la zona Industrial del municipio San Diego estado Carabobo.

Los resultados de los parámetros hidráulicos se tiene que en el pozo de la empresa Cigarrera Bigott del Municipio San Diego, mantiene un nivel dinámico promedio de 8,91m, nivel estático de 8,65 m y caudal medio de 2,01 l/s como se muestra en la tabla 15, adicionalmente se muestran las gráficas que evidencian los cambios de caudal y de nivel durante el tiempo que se realizaron las mediciones.

TABLA 15. Nivel estático, dinámico y caudal del pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

NIVEL ESTATICO, NIVEL DINAMICO Y CAUDAL DEL POZO EN ESTUDIO	
Parámetros	Pozo Bigott
N. dinámico (m)	8,91
N. estático (m)	8,65
Caudal (l/s)	2,01

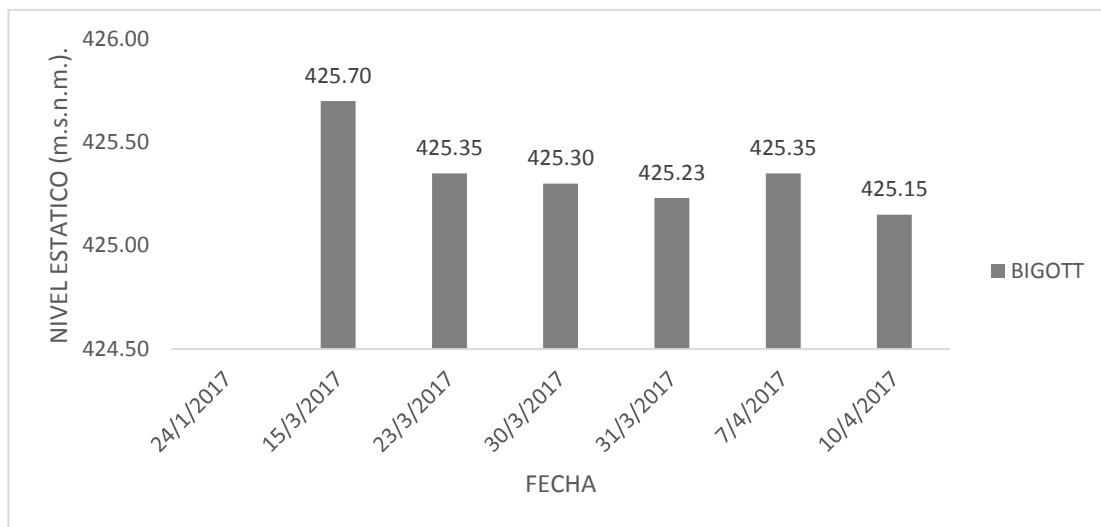


FIGURA 34. Variación del Nivel Estático en el pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego Edo Carabobo.

Fuente: Elaboración propia

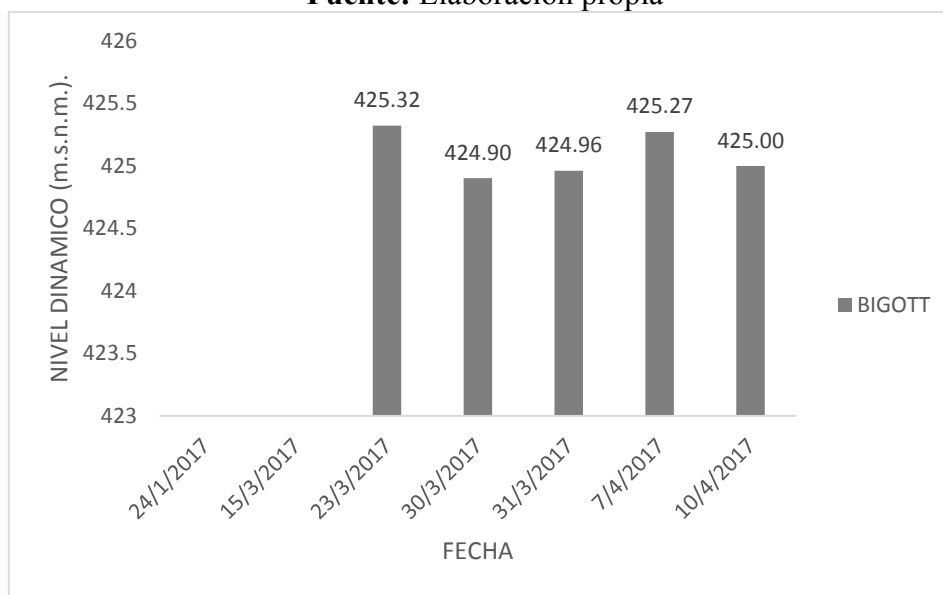


FIGURA 35. Variación del Nivel Dinámico en el pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Fuente: Elaboración propia

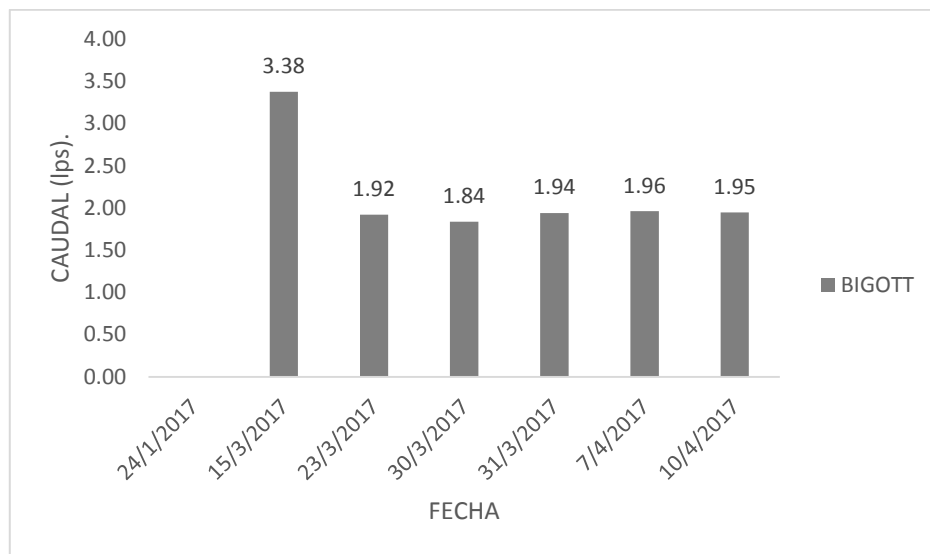


FIGURA 36. Variación del Caudal en el pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

Fuente: Elaboración propia.

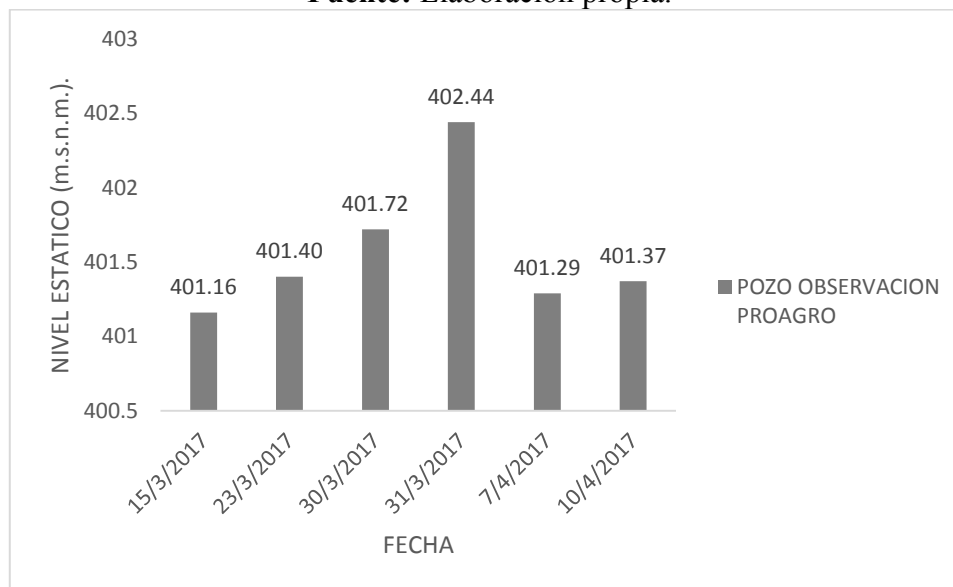


FIGURA 37. Variación del Nivel Estático en el Pozo de Proagro Coordenadas UTM 614668E; 1126507N. Elevación: 444 msnm. Zona Industrial, Municipio San Diego. Edo. Carabobo.

Fuente: Elaboración propia

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

Mediante la prueba de caudal variable realizada el día 31/03/2017, se muestran los resultados en la tabla 15. La prueba de caudal variable se obtuvo descenso progresivo y el coeficiente r^2/t que no es más que la distancia que existe entre el pozo de bombeo de Bigott y el pozo de observación de Proagro al cuadrado entre el intervalo de tiempo de 5 minutos respectivo a la variación del caudal y 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, caso sector Industrial.

TABLA 16. Identificación del pozo utilizado para la estimación de los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del Municipio San Diego, Edo. Carabobo.

	POZO DE BOMBEO (Bigott)			POZO DE OBSERVACION (Proagro)			
Coordenadas UTM	1127884N	613950E	Elevación	1126507N	614668E	Elevación	
			434			444	
Descenso (m)	10						
r (m)	1553						

TABLA 17. Valores obtenidos de la prueba de caudal variable en el pozo Bigott Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. San Diego Edo. Carabobo, fecha: 31/03/2017.

TIEMPO (min)	CAUDAL (l/s)	DESCENSO (m)
3	3,32	16,3
6	1,65	13,45
9	0,86	13,25

Ya realizada la prueba de caudal variable se realizó un gráfico de caudal vs tiempo donde evidencie el cambio del caudal a medida que se cierra la llave cada 3 minutos.

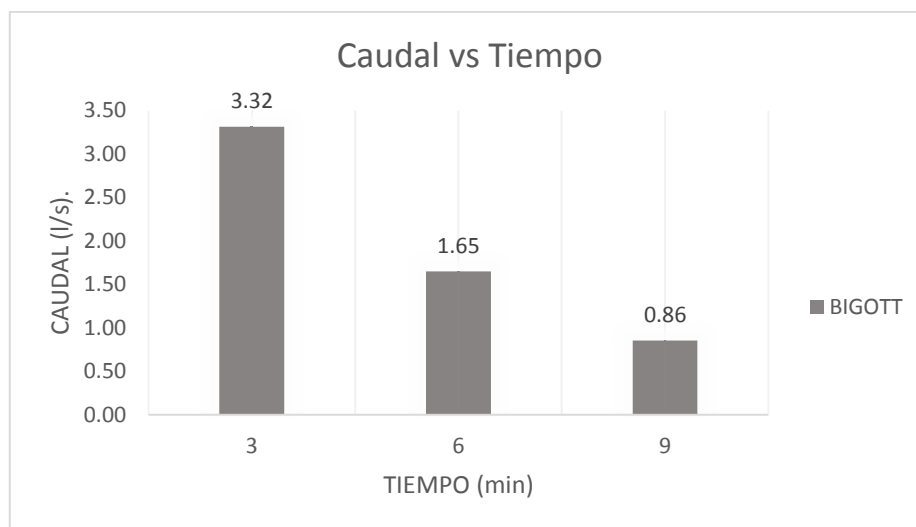


FIGURA 38. Caudal vs Tiempo del pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. San Diego Edo. Carabobo, Fecha:31/03/2017.

Fuente: Elaboración propia

Luego se elaboró una gráfica de descenso vs tiempo, que evidencia de mejor manera la variación del nivel del pozo Bigott durante la prueba de caudal variable.

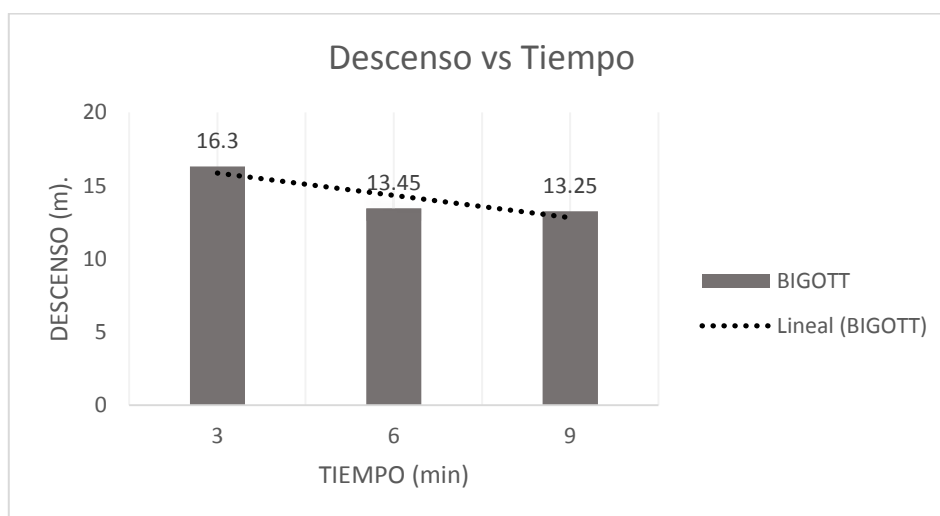


FIGURA 39. Descenso vs Tiempo en el Pozo Bigott, Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. San Diego Edo Carabobo, fecha 31/03/2017.

Fuente: Elaboración propia

Por medio del metodo de theis, se obtuvo los parametros hidraulicos como lo es la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento del acuífero en estudio, se calculan los puntos de ajuste a partir de la superposicion de las graficas (curva de theis y curva de la funcion del pozo), de esto se obtuvo como resultado una transmisividad de $4,64 \frac{m^2}{dia}$ y un coeficiente de almacenamiento de $4,008E^{-12}$

Ejemplo de cálculo de Theis.

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

Dónde:

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

Q= caudal de bombeo constante.

T= transmisividad.

u= se representa con la siguiente ecuación.

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

Despejando los valores de transmisividad y coeficiente de almacenamiento resulta:

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi d} \quad (3) \quad S = \frac{4Tt}{r^2 \frac{1}{u}} \quad (4)$$

Sustituyendo valores en la ecuación (3)

$$QW(u) = W(u) \times Q \frac{m^3}{dia} = 10,84 \times 2,01 = 21,79$$

W(u) se obtiene de la superposición de gráficas y Q es el caudal medio en m³/día

$$4\pi d = 4 \times \pi \times 32.30 = 405,89$$

$$T = \frac{(2,01 \frac{L}{S} \times 86400 \frac{s}{dia} \times 0,001 \frac{m^3}{L})}{4 \times \pi \times 32,30 m} \times 10.84 = 4,64 \frac{m^2}{dia}$$

Sustituyendo valores en la ecuación (4)

$$\frac{r^2}{t} = 96472,36 \frac{m^2}{min}$$

$$\frac{1}{u} = 3,33E + 04$$

$$S = \frac{4 \times 4,64 \frac{m^2}{dia} \times 25 \cancel{minutos} \times \frac{1 \cancel{hora}}{60 \cancel{minutos}} \times \frac{\cancel{dia}}{24 \cancel{horas}} \times 3,00E^{-5}}{(1553m)^2}$$

$$S = 4,008E^{-12}$$

TABLA 18. Punto de ajuste en el cálculo de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del pozo Bigott, San Diego, Edo. Carabobo.

Punto de Ajuste			
W(u)	u	ho-h (m)	r ² /t (m ² /min)
10,84	3,00E-05	32,30	96472,36

TABLA 19. Parámetros necesarios para la aplicación de Theis en el pozo Bigott, San Diego, Edo. Carabobo.

Parámetros para la aplicación de Theis				
QW(u)	1/u	4πd	4T	r ² /t (m ² /día)
21,79	3,33E+04	405,89	18,56	138.920.198,4

TABLA 20. Parámetros de Transmisividad y Coeficiente de Almacenamiento del Pozo Bigott de Coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Zona centro, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Transmisividad	T (m ² /día)	4,64
Coeficiente de Almacenamiento	S	4,008E ⁻¹²

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ✓ Se realizó una visita guiada por los pozos en la Zona Industrial del Municipio San Diego donde se constató la existencia de 13 pozos de agua subterránea y según la base de datos suministrada por el Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas (Ver Anexo A) de los cuales uno se encuentra inactivo y la utilidad principal de los pozos de ésta zona es industrial.
- ✓ Para fines del presente trabajo de investigación se analizaron 2 pozos los cuales, a través de la aplicación Google Earth se obtuvo la ubicación exacta del pozo número 3 situado en la empresa Cigarrera Bigott; y del pozo numero 13 ubicado en la empresa Protinal Proagro Planta Embutidos.
- ✓ Se realizó un análisis físico-químico y bacteriológico en el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas a muestras obtenidas del pozo en estudio de la empresa Cigarrera Bigott de Coordenadas UTM 613950E; 1127884N el día 31/01/2017, arrojando valores aceptables y dentro del rango máximo establecido por la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, por La Norma para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91.
- ✓ El estudio de los pozos se llevó a cabo durante 2 meses continuos, con un aproximado de tres mediciones mensuales. En el pozo N°3 en C.A Cigarrera Bigott de la Zona Industrial Castillito se pudo observar que a medida que el caudal iba disminuyendo, la variación del nivel dinámico no cambio de manera significativa, ya que al comenzar la prueba, el nivel era de 425.70 m.s.n.m y al momento de finalizarla el periodo de mediciones el nivel fue de 425.15 m.s.n.m, es decir, pocos centímetros de variación. Por lo que se puede apreciar el pozo no

está sobreexplotado, ya que no varía notoriamente el nivel a pesar del tiempo que transcurrió. Cabe destacar, que esta empresa no le ocasiona fuerte impacto al pozo debido a que posee un sistema de bombeo que se activa solo para caudales bajos, usando el agua del pozo de manera consiente y eficiente.

- ✓ La prueba de caudal variable se realizó la visita a la planta el día 31/03/2017 en el Pozo de bombeo ubicado en la Empresa Cigarrera Bigott de Coordenadas UTM 613950E; 1127884N y teniendo como pozo de observación ubicado en la empresa Protinal Proagro cuyas coordenadas UTM 614668 E; 1126507 N. La distancia lineal obtenida entre ambos pozos fue de 1553 metros, estimada mediante el software Google Earth, esta fue usada como el radio valor necesario para calcular la transmisividad. El valor obtenido de transmisividad fue de 4,64 (m²/día), se observa en la tabla 2 que el valor de la Transmisividad (T) es muy baja, por lo que el movimiento horizontal de las aguas es lento, de allí la poca variación del nivel a medida que transcurría el tiempo. En cuanto al coeficiente de almacenamiento el valor obtenido fue de $4,008E^{-12}$ de acuerdo a la Tabla 1, el cual está en presencia de un acuífero confinado. Valores de Coeficientes de Almacenamiento (S) dependiendo del tipo de suelo mostrado por el Instituto Geológico y Minero de España se clasifica como un Acuífero Confinado. Es importante señalar que la prueba de caudal variable solo se realizó una sola vez por lo que los resultados pueden estar sujetos a errores disminuyendo así su confiabilidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Respecto a la ubicación geográfica de los pozos en estudio de Bombeo y el de Observación, se puede decir que el pozo de la empresa Cigarrera Bigott del municipio San Diego, está ubicado en una zona estratégica, en la cual se están desarrollando grandes centros industriales que más adelante estarán en la necesidad de poseer el vital líquido, por lo que el pozo de la empresa cuenta con unas instalaciones de infraestructura y parámetros óptimos para poder abastecer algunas de las necesidades que puedan surgir más adelante.
2. No está siendo sobreexplotado ya que la empresa que lo administra tiene altos estándares de control en sus productos y equipos de trabajo, dando seguridad y confiabilidad de que la empresa no representa un gasto considerable al acuífero manteniendo el equilibrio del ciclo hidrológico.
3. Después de aplicar algunos cálculos, ensayos y pruebas de laboratorio, se pudieron obtener una base de datos a partir de las zonas de captación del sector Industrial del Municipio San Diego, donde se determina la existencia de 13 pozos en el área (Véase anexo A) y se da a conocer que el 92% de estos se encuentran activos, los cuales en su mayoría tienen profundidades mayores a 70m. Por otra parte, por medio de los resultados físico-químicos realizados a una muestra de agua proveniente del pozo de la empresa Cigarrera Bigott (Véase anexo B), lo que indica que el agua posee niveles de pH casi neutros, que es un agua incolora, sin sabor, moderadamente dura, entre otros parámetros físico-químicos que la hacen un agua tipo 1A, en la que no se encontró presencia de ningún agente toxico o dañino, se reflejó que todos los

valores están dentro del rango permitido por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, lo que quiere decir que el agua proveniente del pozo es apta para el consumo humano.

4. Cuando se efectuó el proceso de bombeo en el pozo donde se llevó a cabo la prueba de caudal variable, se observó que el nivel desciende 19 cm con respecto a la profundidad inicial, por lo que se puede concluir que el acuífero no está sobreexplotado y el consumo de agua por parte de la empresa no representa un gasto considerable al pozo.
5. Se determinó que la Transmisividad del acuífero es baja ($T= 4,64 \text{ m}^2/\text{dia}$) debido a que la cantidad de agua que es transmitida horizontalmente también lo es y dado el resultado del Coeficiente de almacenamiento ($S= 4,008E^{-12}$), se puede llegar a la conclusión que se está en presencia de un acuífero confinado por lo que el agua procede de la descompresión.

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 Zona Industrial del Municipio San diego para así poder estimar con mayor confiabilidad la transmisividad de los pozos ya que el agua extraída de estos pozos son destinadas a uso industrial para obtener una base de datos completa del sector para controlar el uso y la calidad del agua.
3. Realizar estudios físico-químicos con frecuencia con el objetivo de obtener datos actualizados y de mayor confiabilidad de los 13 pozos del acuífero en estudio ubicado en el Sector Zona Industrial del Municipio San Diego.
4. Actualizar los estudios químicos realizados con el fin de obtener datos más recientes y de mayor confiabilidad de los 13 pozos del acuífero en estudio ubicado en el Sector Industrial del Municipio San Diego.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

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

Hernandez, C; Vazquez, F.. (2016) Estimación De Parámetros Hidráulicos En El Acuífero Del Municipio San Diego, Estado Carabobo En El Año 2016, Sector Zona Industrial (Tesis De Pregrado). Universidad De Carabobo. Biblioteca

Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014, p.60. Metodología de la Investigación (6a edición). Impreso en México | McGraw-Hill Education.

Hurtado de B. (2007). El Proyecto de Investigación. Metodología de la investigación Holística, Quirón Sipal. Caracas. Venezuela.

Instituto Geológico Minero de España (2014). A cuidar, las aguas subterráneas. Acuíferos. Disponible en: http://www.cs_sociales/091127aguas%20subterraneas/acuiferos.html#

Perdomo Santiago, Ainchil Jerónimo Enrique, Kruse Eduardo, 2011, p 1-7. Relación entre la conductividad hidráulica de un acuífero y parámetros geoelectricos en un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26452/Documento_completo.%202011.pdf?sequence=1

Silva, J. (2008). Proyectos Educativos y Servicio Comunitario. Ediciones CO-BO. Caracas Venezuela.

Tamayo y Tamayo, Mario. **Proceso de la Investigación Científica**. 4ta Edición. Mexico. Limusa: 2006, P. 146.

Núñez, I.; Jégat, H. (2008). Evaluación de un acuífero y sus reservas con fines de explotación agrícola. Caso: Porción del acuífero ubicado en la finca “El Puerto” en Santa Cruz del Zulia-Venezuela. Academia. Trujillo. Vol. VII. (13). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstrea/articulo.pdf>

Enlaces electrónicos visitados:

Consultado en: http://tesis.luz.edu.ve/tde_arquivos/177/TDE-2014-05-22T09:22:22Z-4813/Publico/hernandez_mariela_josefina.pdf

Consultado en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0088956/cap03.pdf>

Consultado en: <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0094671/cap03.pdf>

Consultado en: http://hidrologia.usal.es/temas/Hidraulica_captaciones.pdf

Consultado en: <http://copceptodefinicion.de/acuifero/>

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

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

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

Consultado en: <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/1-2/2-disponibilidad.htm>

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

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

Consultado en: http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

Consultado en: <http://avias-aguassubterraneas.blogspot.com/2011/07/son-los-acuiferos-la-solucion.html>

Consultado en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/06/659-634756-9-principales-reservas-subterraneas-de-agua-en-el-mundo-se-estan-agotando-segun-la.shtml>

Consultado en: http://www.unep.org/geo/geo3/spanish/pdfs/chapter2-5_freshwater.pdf

Consultado en: <http://ri.bib.udo.edu.ve/handle/123456789/272>

Consultado en: <http://docplayer.es/15601161-Vulnerabilidad-hidrogeologica-del-acuifero-del-municipio-san-diego-estado-carabobo.html>

Consultado en: http://www.gwp.org/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneas.pdf

ANEXOS

ANEXO A. Ubicación de los pozos Sector Industrial del Municipio San Diego,
Estado Carabobo.

Nº	X	Y	Z	Ppozo	U	Sector	Mcp
1	613948	1127879	436	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
2	613949	1127897	434	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
3	613760	1127977	458	-	Bigott	Zona Industrial castillito	San Diego
4	612124	1127239	457	70	Colgate-Palmolive C.A	Zona Industrial castillito	San Diego
5	612572	1126793	473	130	Motel Escalibur	Zona Industrial castillito	San Diego
6	613710.52	1127373.47	451	103	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
7	613726	1127421.14	453	101	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
8	613617.25	1127475.81	454	117.2	C.A Venezolana de Pigmento	Zona Industrial castillito	San Diego
9	618934	1129350	441	-	Instituto de Ferrocarriles del Estado	Zona Industrial castillito	San Diego
10	616432	1127941	456	-	Consejo Comunal NEIPE	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
11	615802	1127685	453	-	Consejo Comunal NEIPE	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
12	615962	1127302	448	-	María Pantoja	Zona Industrial sector el Neipe	San Diego
13	614670	1126508	451	160	ProAgro	Zona Industrial castillito	San Diego

ANEXO B. Planilla de resultados de análisis físico-química y bacteriológica del agua existente en el pozo de la empresa C. A Cigarrera Bigott.

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: TESISTAS ANGEL QUINONEZ Y ARIANNIS MONTILLA U.C.
 LUGAR DE CAPTACION: SALIDA POZO PROFUNDO- EMPRESA BIGOTT
 MOTIVO ANALISIS: CALIDAD FISICO- QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA
 APARENCIA DE LAS MUESTRAS: AGUAS CRISTALINAS E INODORAS
 TIPO DE MUESTRA: SIMPLE
 FECHA DE CAPTACION: 31/01/2017
 DIRECCION: MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO
 OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR LOS INTERESADOS- POZO CONFINADO.

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1 TIPO 1A*	SUB.	OBSERVACION
2110-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	364	N/A		
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	431	500		CUMPLE
2600-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	383	N/A		
3000-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	58	N/A		
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	388	N/A		
4500-HB	pH		7.29	6.5-8.5		CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	310	1.500		CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	53	500		CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	180	400		CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0.01			
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	1.3	Se requiere prueba 1-10		CUMPLE
3500-D	CALCIO	mg/L	1.3			
3500-E	MAGNESIO	mg/L	146	N/A		
5021-B	COLOURFORMES TOTALES	MPN/100 ml	16	N/A		
5021-C	COLIFORMES FECALIS	MPN/100 ml	< 5.0	< 2.000		CUMPLE
			1.1	N/A		

* Decreto 1.219, Capítulo II, Artículos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/07/1999.
 N/A: No Aplica en agua en las normas.

Análisis realizados por:
 RUC Lito Yamirén Peña
 TUC Angel López
 RUC Lito Yamirén Peña

Conclusión

Los parámetros físico-químicos y bacteriológicos evaluados a muestra de aguas crudas captadas en el pozo profundo localizado en las instalaciones de la empresa Bigott, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas cumplen con los límites máximos permitidos de los parámetros estudiados de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5 y 8 del Decreto N° 1.219 de fecha 01/07/1999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinaria de fecha 01/07/1999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", para ser clasificada como Agua Tipo 1 "Agua destinada al uso doméstico y al uso industrial que requiere de agua potable, siempre que este tome parte de un proceso de tratamiento destinado al consumo humano o que entre en contacto con el", en su desagüe, San Tipo 1A "Agua que desde el punto de vista sanitario pueden ser acordonadas con la sola adición de desinfectantes".

Igualmente se notifica que la antes expuesta es la forma del cumplimiento de las exigencias de las normas sanitarias establecidas por estos organismos.

El plan requiere de un proceso de desinfección.

23 MAYO 2017

Responsible Lito Yamirén Peña

Gaceta Oficial: Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para el Ambiente y Agua- Aragua
 Av. Aragua Luis Del Ar. Serrano, Torre A.C. Manzanillo Plaza, Manzanillo, 22000 Aragua
 Teléfono: 0543-2288025

ANEXO D. Planilla de inventarios de aguas subterráneas de la empresa C. A Cigarrera Bigott.



Gobierno Bolivariano de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
para Ecosocialismo y Aguas



**1817 - 2017
ZAMORA**
UNIÓN CÍVICO MILITAR

PLANILLA DE INVENTARIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

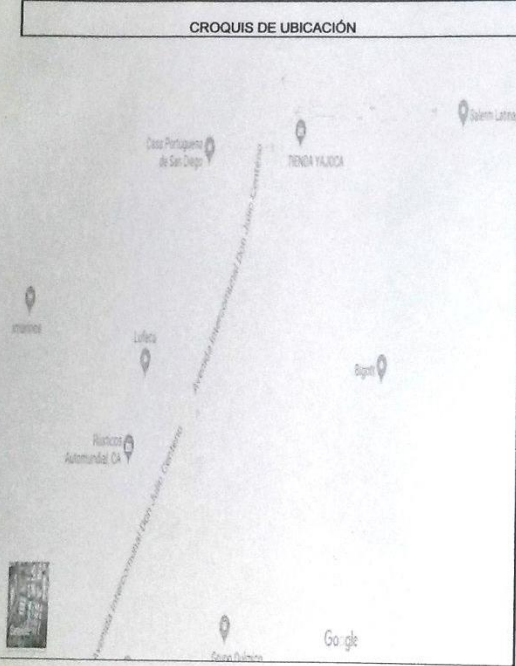
IDENTIFICACION	FECHA DE INVENTARIO	HOJA CARTOGRAFICA	COORDENADAS		HOJA	G.P.S
		UTM.	NORTE	ESTE		
				1127884	613950	

ESTADO: Carabobo	MUNICIPIO: San Diego
PROPIETARIO: C.A Cigarrera	LUGAR O SITIO: Cigarrera Bigott

ELEVACION: 434 m

TEMPERATURA: m

CROQUIS DE UBICACIÓN



FECHA DE CONSTRUCCION:	
COMPAÑIA:	Cigarrera Bigott
DIRECCION:	Zona Industrial Castillito
TELEFONO:	0241-8764111
N° ORIGINAL:	
N° MODIFICADO:	
FECHA:	
PROFUNDIDAD DEL POZO:	N/E
PERFORADA:	DIAMETRO:
ENTURBADA:	DIAMETRO:

PERTENECE A LA RED: SI: ☐ NO: ☐

TIENE PLACA DE IDENTIFICACION: SI: ☐ NO: ☐

N°: _____

ESTADO ACTUAL DEL POZO:

ACTIVO: ☒ NO ACTIVO: ☐

TIEMPO SIN FUNCIONAR: _____

MOTIVO: _____

USO DEL AGUA	
INDUSTRIAL:	X
ABASTECIMIENTO POBLAC:	
COMERCIAL:	
AGRICOLA:	

	NIVELES			FECHA
	ESTATICO	DINAMICO	CAUDAL (l/s)	
INFORMACION EL CAMPO:	8,65	8,91	2,01	31/03/2017
INFORMACION VERBAL:				

