



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



**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESCARGA-RECARGA
ACUÍFERO, MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO**

Tutor:

Msc. Ing. PhD. Adriana Márquez

Autores:

Br. Quintero Grecua

Br. Romero Maritza

Naguanagua, julio de 2017



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



**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESCARGA-RECARGA ACUÍFERO
MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.**

**Trabajo especial de grado presentado ante la Ilustre Universidad de
Carabobo para optar al Título de Ingeniero Civil.**

Tutor:

Msc. Ing. PhD Adriana Márquez.

Autores:

Br. Quintero Grecia

Br. Romero Maritza

Naguanagua, julio de 2017



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



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESCARGA-RECARGA ACUÍFERO, MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.”**; realizado por los Bachilleres: Grecia Valeska Quintero Salazar y Maritza Antonieta Romero Hernández, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Presidente del Jurado
Adriana Márquez
C.I. 12.604.007

Miembro del Jurado
Betty Fariás
C.I. 8.359.059

Miembro del Jurado
Gerardo Huguet
C.I. 4.859.589

Naguanagua, Julio de 2017



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



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESCARGA-RECARGA ACUÍFERO MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.”**; realizado por los Bachilleres: Quintero, Grecia C.I:18.087.385 Y Romero, Maritza C.I: 20.436.754, 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

*Este trabajo de grado está enteramente
Dedicado a mí hermano Marco Aurelio
Quintero Salazar y mis abuelas María
Varela y Vicenta Beltrán, quien siempre
Nos enseñó el significado de trabajar por
Amor a otros y de enfrentar al mundo con
Una sonrisa y alegría, a pesar de las
Circunstancia. Espero que estén bien donde
Quieran que se encuentre*

Grecia Quintero

DEDICATORIA

A Dios, mi fiel amigo, por siempre tomarme de su mano para guiarme hacia el logro de esta meta tan anhelada. Gracias infinitas Señor, por tu inmenso amor y Por todas las maravillas que haces en mí. Este logro es tuyo.

A mi compañero de vida Efraín Marquez e hijos, por el apoyo incondicional, los periodos de espera en mi ausencia, pero sobre todo por el amor que me han dado.

A mis padres y hermanos por la ayuda prestada durante la carrera. A mis familiares y amigos que de una u otra forma contribuyeron al logro de esta meta.

A mi Tutora de tesis Adriana Marquez por su tiempo prestado y por su infinita colaboración para con nosotras.

A mi compañera de tesis Grecia Quintero, que a pesar de los problemas se logro cumplir esta meta anhelada por las dos.

Maritza Romero

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darme vida, salud y ser el responsable principal de que todo se logre con esfuerzo, paciencia, dedicación y constancia. Por demostrarme tantas veces su existencia y con ello darme fuerza para salir adelante con cada tropiezo.

A mis Padres por su apoyo incondicional en todo momento. A mis Hermanos, porque a pesar de cualquier cosa ellos siempre van a estar ahí para ayudarme y aconsejarme. Y por supuesto gracias a Don Toribio Montañez por ayudarme en mis caminos.

A mi amado Francesco La Martina por esperarme, presionarme y darme palabras de aliento cuando pensé que no lo iba a lograr en mis ultimo tropiezo de mi carrera estuviste para decirme que no me preocupara, que si lo iba a lograr y bueno aquí estoy dando gracias y agradeciendo a todos por su granito de arena que aunque mi carrera me saco Lágrimas, Rabia y Tristeza. Hoy les digo valió la pena darse tanto tropiezo y aprender a levantarse y decir mañana brilla el sol y será mejor que hoy. Hoy les digo llego ese gran día el cual soy la persona más orgullosa por tener mi título como Ingeniero Civil.

A mis amigos, los que han pasado y han quedado, porque todos ustedes han sido parte importante en mi vida y la han marcado en cierta forma. Gracias a Antoniely Rivero, Carla Hernández, Yulesky Salas y a mi compañera de tesis Maritza Romero.

Gracias a las personas que me ayudaron a la realización de este trabajo de grado: la profesora Adalgiza Pombo, Rosa Amada, Josefina Pinto, Lino Valles, Mara y Santiago Duran, Eduardo Pinto.

A mi tutora, Ing. Adriana Márquez por haber brindado todo su amor y dedicación a nuestra tesis, su ayuda incondicional ya que sin ella nunca hubiéramos terminado le doy gracias a Dios por colocármela en mi camino, por la paciencia que nos tuvo, por su comprensión por no solo ser profesora sino una gran amiga en la cual la podemos encontrar en ella un millón de gracias le doy a DIOS por tener el privilegio de trabajar con alguien tan espectacular como es usted y al Ing. Víctor Carrillo por toda la ayuda prestada y su dedicación con nosotras.

Gracias a todos las personas que mi cabeza no pudo extraer de mi memoria esta noche.

Grecia Quintero

AGRADECIMIENTOS

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír a todos mis logros que son resultados de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y mejore como ser humano.

Gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona.

La vida es hermosa y una de las principales características de esta hermosura es que la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, podemos ayudar y guiar a muchas personas si ellos lo permiten, pero también podemos ser ayudados y guiados durante nuestra vida por esto mismo, mediante estos agradecimientos de tesis, quiero exaltar la labor de todos mis amigos, todos aquellos que estuvieron presentes durante toda o la mayor parte de la realización y desarrollo de este sueño, gracias aquellos que con respeto y decencia realizaron aportes a esta, gracias a todos.

Gracias a mis padres por principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mi y en mis expectativas, gracias por desear y anhelar siempre lo mejor para mi, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es; no ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Maritza Romero



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



EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DESCARGA-RECARGA ACUÍFERO MUNICIPIO SAN DIEGO DEL ESTADO CARABOBO.

Autores:

Br. Quintero, Grecia

Br. Romero, Maritza

Tutor:

Msc. Ing. Adriana Márquez.

Resumen

La investigación tiene como finalidad la Evaluación del Proceso de Descarga-Recarga de Acuífero Municipio San Diego, Estado Carabobo. Sector Norte, Sector Centro e Industrial, con el propósito de determinar los parámetros de mapas hidráulicos, Precipitación y Evapotranspiración. Por parte del Ministerio del Poder Popular Ecosocialismo y Agua obtuvimos los parámetros físico-químicos y bacteriológicos donde se agarró muestra de agua para estos análisis y obtuvimos que la Dureza total esta entre los valores 250 – 500mg/l CaCO_3 , pH 6.00 – 8.50, Los sólidos disueltos están entre 100 – 600 mg/l, los cloruro en 250, obteniendo coliformes totales y fecales menores a 1,1 NMP/100ml arrojando como resultado el cumplimiento de la gaceta # 36.395 de la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable. Se utilizó la conversión de coordenadas geográficas UTM de los pozos que se muestrearon dentro la evaluación de campo. Se analizó pruebas de caudal

Variable, donde se obtuvieron resultado para el caudal de bombeo utilizando un tobo de 20 litros de volumen, la sonda PLM y un cronometro. Evaluamos los niveles Dinámico, Estático y Caudal de pozos. Se clasifico como acuífero confinado, resultando en promedio en nivel estático en 13.51m, dinámico 24,62 y el caudal 7.19 L/

INDICE

CERTIFICADO DE APROBACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCION	14
CAPITULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	23
<i>Objetivo General.</i>	23
<i>Objetivos Específicos.</i>	23
1. <i>Determinar los procesos físico y químico del acuífero, Municipio San Diego,</i> <i>Estado Carabobo.</i>	23
3. <i>Comparación de los parámetros de mapas hidrológicos del 2015 a 2017.</i>	23
JUSTIFICACIÓN.	23
ALCANCE Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.	24
CAPITULO II	26
MARCO TEORICO	26
ANTECEDENTES.....	26
BASES TEORICAS:	29
AGUAS SUBTERRÁNEA.	29

ACUÍFERO.....	29
ENSAYOS DE BOMBEO EN POZOS.....	29
NIVEL DINÁMICO:.....	30
NIVELES ESTÁTICOS:.....	30
CAUDAL.....	31
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS:.....	32
PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS:.....	32
MÉTODO DE BALANCE HÍDRICO.....	33
<i>Definición del Método</i>	33
<i>Definición de Recarga</i>	35
<i>Precipitación</i>	35
<i>Evaporación – Evapotranspiración:</i>	35
<i>Evapotranspiración:</i>	36
<i>Factor planta Evapotranspiración potencial (ETP):</i>	36
<i>Evapotranspiración real (ETR):</i>	36
<i>El método de Thornthwaite:</i>	36
CAPÍTULO III	38
MARCO METODOLÓGICO.....	38
TIPO DE INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA.....	38
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
<i>Población:</i>	39
FASES DE LA INVESTIGACION.....	42
<i>Fase I. Determinar los procesos Físico-Químico y Bacteriológicos del acuífero,</i> <i>Municipio San Diego, Estado Carabobo.</i>	42
<i>Fase II. Estimar la Recarga y Descarga del acuífero; Municipio San Diego</i>	43
<i>FASE III. Comparación de los parámetros de los mapas del 2015.</i>	55
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
<i>Resultados de la determinación de los procesos físico y químico del acuífero,</i> <i>Municipio San Diego, Estado Carabobo.</i>	56

<i>Resultados para Estimar la Recarga y Descarga del acuífero; Municipio San Diego</i>	62
<i>Resultados para la Comparación de los parámetros de mapas de 2015 2016 y 2017</i>	
.....	63
<i>Los caudales de bombeo en los meses de marzo y abril son parecidos , tiene un incremento considerable en los meses de septiembre y octubre.en la siguiente grafica se puede visualizar los valores de cada mes.</i>	65
CAPÍTULO V	67
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRÁFICA	70
ANEXO	73

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

TABLA 1. IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POZOS EN ESTUDIOS VALLE VERDE: FUENTE LOS AUTORES.	40
TABLA 2 IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POZOS EN ESTUDIO TULIPÁN, COUNTRY CLUB FUENTE: DANIEL VEGAS, MARYANGEL PALMA (2016)	40
TABLA 3 IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS POZOS EN ESTUDIO PROAGRO Y BIGGOT FUENTE: CARLOS HERNÁNDEZ, FRANKLIN VÁZQUEZ (2016)	41
TABLA 4 DATOS DE PRECIPITACIÓN DEL AÑO 2015 FUENTE LOS AUTORES	47
TABLA 5 DATOS DE PRECIPITACIÓN DEL AÑO 2016 FUENTE LOS AUTORES	48
TABLA 6 DATOS DE PRECIPITACIÓN DEL AÑO 2017 FUENTE LOS AUTORES	48
TABLA 7 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL AÑO 2016. FUENTE LOS AUTORES.....	50
TABLA 8 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL AÑO 2015. FUENTE LOS AUTORES.....	50
TABLA 9 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL AÑO 2017. FUENTE LOS AUTORES.....	50
TABLA 10 COMPONENTES INORGÁNICOS. FUENTE: NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE, GACETA N°36.395.	56
TABLA 11 PARÁMETROS RELATIVOS A LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL AGUA POTABLE. FUENTE: NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE, GACETA N°36.395.....	57
TABLA 12 AGUAS SUBTIPO 1^A, 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. .	58
TABLA 13 CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SEGÚN SU DUREZA. FUENTE: NORMA DE CALIDAD DE AGUAS NATURALES, INDUSTRIALES Y RESIDUALES, COVENIN 2771-91.....	58
TABLA 14 ANÁLISIS DE LA DUREZA TOTAL MG/L CACO3. FUENTE: LOS AUTORES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA 15 PH. FUENTE: LOS AUTORES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 16 SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES MG/L. FUENTE: LOS AUTORES	60
TABLA 17 CLORURO MG/L FUENTE: LOS AUTORES.....	61
TABLA 18 SULFATO FUENTE: LOS AUTORES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 19 CAUDAL DE BOMBEO M3/MES	62
TABLA 20 RECARGA HÍDRICA M3/S	63
TABLA 21 LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO DE LOS AÑOS 2015, 2016, 2017. FUENTE LOS AUTORES.....	64

TABLA 22 LA EVAPOTRANSPIRACIÓN PROMEDIO DEL AÑO 2015, 2016, 2017. FUENTES LOS AUTORES.	65
TABLA 23 CAUDAL DE BOMBEO EN LOS 2015, 2016 Y 2017. FUENTES LOS AUTORES.	66
TABLA 24 LA RECARGA HÍDRICA PROMEDIO DEL AÑO 2015. FUENTE LOS AUTORES.....	67

Índice de Gráficas

ILUSTRACIÓN 1 UBICACIÓN DE UN ACUÍFERO Y UN POZO; NOTA: GIL MONTES (2012).	30
ILUSTRACIÓN 2 ZONA DEL PERFIL DEL SUELO, GARCÍA-VERA, M. MODELOS INTERACTIVOS DE BALANCE HIDROLÓGICO. (1999).....	34
ILUSTRACIÓN 3 MAPA SECTORIZADO SEGÚN LA ALCALDÍA DE SAN DIEGO (CATASTRO, 2014). FUENTE LA ALCALDÍA DE SAN DIEGO	41
ILUSTRACIÓN 4 RECOLECTORES DE MUESTRAS PARA ANALIZAR LOS ESTUDIOS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL POZO IAMDESANDI. COORDENADAS 613.796E; 1.130.970N. ELEVACIÓN 459 M.S.N.M. FUENTE LOS AUTORES	43
ILUSTRACIÓN 5 POZO PERTENECIENTE A IAMDESANDI. COORDENADAS UTM 613.796E; 1.1130.970N ELEVACIÓN 459 M.S.N.M. FECHA 05/09/2016 FUENTE LOS AUTORES.	44
ILUSTRACIÓN 6 MEDICIÓN DE NIVELES EN EL POZO # 3 DE BIGGOT. COORDENADAS 613.950E; 1.127.788,4N. ELEVACIÓN; 434 M.S.N.M. FECHA 12/09/2015. FUENTE LOS AUTORES.	45
ILUSTRACIÓN 7 MEDICIÓN DE NIVEL DE POZO # 6 A.C CONJUNTO RESIDENCIAL EL TULIPÁN. COORDENADAS 613.536,88E; 1.134.540,80N ELEVACIÓN 480 M.S.N.M. FECHA 22/09/2016. FUENTE LOS AUTORES..	45
ILUSTRACIÓN 8 LECTURAS DE LA PROFUNDIDAD EN EL POZO # 3 DE VILLAS DE SAN DIEGO COUNTRY CLUB. COORDENADAS 615. 974,25 E; 1.137.460,67 N, ELEVACIÓN 495 M.S.N.M, FECHA 30/10/2016. FUENTE LOS AUTORES	46
ILUSTRACIÓN 9 MAPAS DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS QUE RODEA AL MUNICIPIO EN ESTUDIO FUENTE LOS AUTORES	48
ILUSTRACIÓN 10 MAPAS DE PRECIPITACIÓN DEL 2015. FUENTE LOS AUTORES.....	51
ILUSTRACIÓN 11 MAPAS DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL 2015. FUENTE LOS AUTORES.....	52
ILUSTRACIÓN 12 EJEMPLO DE MAPAS DE RECARGA DEL AÑO 2015. FUENTE LOS AUTORES.....	54

INTRODUCCION

El agua subterránea es agua subsuperficial que ocupa vacíos presentes en formaciones geológicas, y constituye una de las fases o etapas del ciclo del agua. La cantidad de agua subterránea almacenada en las formaciones geológicas y la facilidad con la cual puede extraerse depende de dos factores físicos: la porosidad y la permeabilidad.

El agua subterránea es ampliamente utilizada en regiones áridas y en islas, debido a la escasez de fuentes superficiales, pero debido al alto costo de los sistemas de abastecimiento de agua superficial, en los países de clima húmedo se ha comenzado a implementar también este recurso. La recarga a un acuífero puede definirse como el agua que alcanza las reservas subterráneas.

Este concepto es importante para estudios de recursos hídricos y para estudios de transporte de contaminantes.

El conocimiento de las áreas de recarga o descarga en una cuenca o en un sistema es de gran importancia para realizar un manejo sostenible de los sistemas acuífero y para determinar zonas de depósitos radioactivos (zonas bajas de recarga), zonas de descarga de desechos (áreas de descarga), o para definir zonas vulnerables a la contaminación (áreas de recarga en lugares de altitud elevada).

La recarga de agua a un acuífero depende de gran cantidad de variables, las cuales en muchas ocasiones no se determinan de manera exacta y sencilla y aquellas que pueden medirse de manera directa, corresponden a datos puntuales que luego deben extenderse a grandes áreas. Relacionar valores de la recarga sobre un territorio extenso con una o pocas observaciones sobre áreas reducidas o puntuales, o relacionar la distribución temporal de la recarga con observaciones

en determinados momentos o en intervalos de tiempo limitados son algunas de las dificultades que aun no se han superad.

CAPITULO I

Planteamiento del Problema

La utilización del agua subterránea se ha venido incrementando en el mundo desde tiempo atrás y cada día gana en importancia debido al agotamiento o no existencia de fuentes superficiales. Se estima que más de la mitad de la población mundial depende del agua subterránea como fuente de agua potable. Grandes ciudades como Bangkok, Mombara, Buenos Aires, Miami y Calcuta entre otros; usan el agua subterránea para el abastecimiento de su población. El aprovechamiento de las aguas subterráneas no es una panacea que puede resolver todos los problemas hídricos. **Coughanowr, (1991).**

La UNESCO, (1991) realizó una recopilación de datos sobre la problemática de las aguas subterráneas, donde:

En la Ciudad de México, la sobreexplotación de los acuíferos ha dado como resultado un severo hundimiento del suelo. **Figuerola, G (1984).**

El acuífero de Ogalla la subyace en una gran área del centro y el sur de los Estados Unidos y suministra agua a alrededor de 5.8 millones de hectáreas de suelo de regadío. Las tasas de recarga son solo una fracción de los retiros anuales y casi la mitad del agua subterránea disponible ya ha sido extraída. El agotamiento de este acuífero es probable que cause problemas económicos, sociales y medioambientales al fin de este siglo. **Tomas, G.E (1985).**

La ciudad de Copiapó (Chile); El estado de sobreexplotación de los recursos hídricos en la cuenca de Copiapó, es producto de la conjunción de una serie de factores de distinta índole. Los actuales problemas de sobreexplotación de los recursos de la cuenca, debe conjugar un escenario de escasez natural progresiva (por declive de las precipitaciones, lo que restringe aún más la oferta de agua en la cuenca), con el aumento de la demanda por agua debido al desarrollo de proyectos mineros en carpeta.

Al mantenimiento de la actividad agrícola y al crecimiento urbano y demográfico asociado al desarrollo actividades económicas. A ellos se agrega procesos normativos y de política pública en curso a nivel nacional (implementación del programa de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente. **Luís, M. M (2012).**

En Venezuela actualmente la demanda de agua para fines domésticos está igualmente en aumento; 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 15 son extraídos mediante pozos, perforaciones o excavaciones de forma vertical, cortando así la zona de agua freática. **El Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (2008).**

Ahora bien, el 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. **Carlos H. Franklin A, (2016).**

Ateniendo estas consideraciones se hace prioritario la realización de un estudio sobre los parámetros Físicos, Químicos y Bacteriológico, con niveles Estáticos y Dinámicos de los pozos del municipio San Diego para el sector Norte (Tulipanes), sector Centro (Valle Verde), zona Industrial (Begott), englobando datos de este año 2016; otorgando conocimientos exactos sobre las características y comportamiento del acuífero que se encarga de abastecer a la comunidad que allí reside.

Tal es el caso, que hoy día la contaminación de las cuencas hidrográficas se ha intensificado al término que el Estado no ha logrado aún estabilizar un control para evitar la contaminación existente y en el caso de los acuíferos la evaluación de los mismos permitirá mantener la correcta recarga posterior a su descarga. Por lo antes expresado, se considera relevante la presente investigación y se plantea según la enunciación de las siguientes interrogantes.

Formulación del Problema.

¿Cómo podría evaluarse el proceso de descarga-recarga acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo? ¿Cómo determinar los procesos físicos-químicos y bacteriológicos del acuífero? ¿Cómo se estimarían los procesos descarga-recarga del acuífero? ¿Cómo realizar la Comparación de los parámetros de mapas entre 2015 a 2017 del acuífero del caso en estudio?

Objetivos de la Investigación.

Objetivo General.

Evaluar el proceso de descarga-recarga acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Objetivos Específicos.

1. Determinar los procesos físico y químico del acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo.
2. Estimar los descarga-recarga del acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo
3. Comparación de los parámetros de mapas hidrológicos del 2015 a 2017.

Justificación.

Los acuíferos ubicados en el municipio San Diego, Estado Carabobo, es un importante recurso hídrico que proporciona el agua que la abastece; en este sentido, la evaluación de la descarga-recarga del acuífero permitiría obtener datos fiables de su proceso surtidor. Esta investigación sirve de gran apoyo a FUMCOSANDI, organismo regulador del ambiente del Municipio San Diego a salvaguardar su acuífero de los posibles daños irreparables por el exceso de utilización al ser esta la fuente del suministro de agua potable del mencionado municipio.

En el aspecto técnico la estimación de los parámetros del acuífero permitirá conocer la situación que presenta el cuerpo de agua, si el nivel freático cae por debajo de su profundidad inicial.

En el ámbito académico y en la línea de investigación modelación hidrológica del “centro de investigación hidrológico y ambientales universidad de Carabobo” (CIHAM-UC), este estudio incentivaría otros profesionales del área ambiental para implementar y desarrollar metodologías y técnicas disponibles en el mercado, con la intención de actualizar la información hidrogeológica, desarrollar programas para el inventario y reactivación de las redes de observación de pozos de agua, no sólo de la zona sino del país.

Alcance y Limitaciones de la investigación.

El trabajo pretende evaluar el proceso de descarga-recarga acuífero en el municipio San Diego del estado Carabobo para ello se seleccionaron cuatro (3) pozos por sector: Norte, Centro e Industria; donde se pueda medir caudal y nivel, tobo y cronómetro para caudal y que no se atasque la sonda para su nivel de abastecimiento y poder lograr un cronograma en el periodo de lluvia. De acuerdo a esto se realizarán mediciones de niveles de los tres (3) pozos. Las mediciones serán tomadas en compañía y orientación del equipo y personal proporcionado por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y El Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua (MINEA). Estas mediciones se realizarán en los sector norte tulipanes pozo seis (6), sector centro polideportivo Valle Verde, sector industrial Beggott, entre los meses julio a noviembre del año 2016.

Es importante destacar que este estudio no contempla la evaluación en el ámbito económico del mantenimiento del acuífero. Tampoco se tomará en cuenta el estado de los espacios aledaños que pudieran afectar el suministro de agua. Sino que servirá de guía para el debido cuidado de los acuíferos de la zona escogida. El proyecto en desarrollo tiene como alcance la elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas de los acuíferos del municipio San Diego zona

Industrial, sector Norte, sector Centro. Ubicados en el estado Carabobo durante el transcurso del periodo 2016.

Los aspectos puntuales que comprende la investigación están referidos a la actualización del registro de identificación geográfica de los pozos pertenecientes al municipio San Diego cuyo registro se encuentre en el Ministerio para el Poder Popular del Ambiente, además de su registro histórico en determinadas áreas, como el propietario del pozo, empresa ejecutora y utilidad. De igual forma conocer los caudales y niveles de dichos pozos durante el periodo 2015-2017. No obstante, resulta oportuno comentar, la medición de caudal y niveles se realizaran en aquellos pozos que disponga de las características constructivas aptas para dichos estudios, además los análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos del agua y estudios de los suelos no se llevaran a cabo durante la ejecución de esta investigación, por tal razón solo se describirán aquellos pozos cuyos registros aparezcan plasmados en el proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes.

Los antecedentes son todos aquellos estudios realizados previamente que están relacionados con el tema de investigación. Al respecto Arias (2006) citado por Rojas (2010) señala que los antecedentes: “Se refiere a los estudios previos y tesis de grado relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el problema en estudio.

Investigo los comportamiento hidrogeológico del Acuífero Guaraní aflorante del Uruguay, con la finalidad de brindar a los organismos responsables de la planificación y gestión de los recursos hídricos, las bases necesarias para un aprovechamiento sustentable del mismo. Este trabajo de investigación aportó conocimiento relacionado con la recolección de datos de los acuíferos así como también como crear una base de datos con dicha información. **Collazo, (2012).**

Elaboraron mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del Municipio San Diego durante el año 2014 en la Zona Centro A, B y C. La recolección de la información en los pozos incluye: localización usando equipo de sistema de posicionamiento global, medición de caudales y niveles de agua, obtención de propiedades físico-químicas y geofísicas provenientes de instituciones públicas y privadas y estimación de parámetros hidráulicos. El procesamiento de la información es realizado con el programa ArcGIS versión 10.0. Los resultados muestran la ubicación de los 18 pozos obtenidos en el estudio, Hidrocentro posee un 80% de dichos pozos, también una considerable cantidad de material arenoso a lo largo del acuífero, con capas arcillosas que lo

convierten en Confinado. Las variaciones de nivel de agua están alrededor de los 11 a 65 metros y la posible red de flujo que va dirección NorEste-SurOeste **.Mercado A, Rodríguez J. (2014).**

Evaluó la Vulnerabilidad Hidrogeológica del Acuífero del Municipio San Diego, estado Carabobo; cuyo objetivo fue evaluar la vulnerabilidad del acuífero del municipio San Diego del estado Carabobo, de tipo descriptivo y diseño de campo; el nivel del agua fue medido semanalmente con una sonda de 0 a 300 metros durante el periodo noviembre-diciembre 2014 y enero a abril 2015, cada aprovechamiento de agua subterránea fue georreferenciado usando el Software Argis 0.10. Se encontró que el perfil litológico predominante incluye los siguientes materiales: material de relleno, arcilla limosa, arcilla arena media, arcilla con lentes de arena, arena media con lentes de arcilla. Y los parámetros hidráulicos bajos y perfil litológico conducen a un acuífero entre confinado y semiconfinado.

De los datos litológicos junto con la topografía y recarga neta se dedujo que la vulnerabilidad al riesgo de contaminación del acuífero en el municipio va desde baja, moderada a alta y que además la composición química de estas aguas es idónea para el consumo humano. Esta investigación se considera de gran aporte para el estudio que se realizará por cuanto abarca la zona de San Diego y la medición de los pozos de los acuíferos a ser evaluados. **Carrillo V. (2015).**

El propósito general de este proyecto de investigación, se enfatiza en la implementación de mapas a través del Software ArcGIS versión 10.0, para el registro de los pozos utilizados para abastecimiento de agua potable en el Municipio San Diego. La investigación inicia con la recopilación de documentos de identificación de los pozos (usuario, uso y ubicación), siguiendo la medición en campo con GPS de las coordenadas geográficas (UTM), medición de niveles estático y dinámico utilizando una sonda de nivel, recolección de información estratigráfica, estudios físico-químicos del agua (otorgada por la empresa

responsable del pozo o por el Ministerio del Poder Popular del Ambiente), ejecución del ensayo de prueba de caudal variable en un pozo y mediante modelos matemáticos, se estima los parámetros hidráulicos de transmisividad y coeficiente de almacenamiento del acuífero. Su finalidad consta en reflejar exactamente la realidad, ubicando geográficamente los pozos y sus características físico-químicas y bacteriológicas de manera exacta. **Daza, A. Betzabeth, Terán, S. Frank (2015)**

BASES TEORICAS:

Aguas Subterránea.

Es el agua de lluvia, que por infiltración en el subsuelo, se aloja y circula por las formaciones geológicas que lo conforman. Otras fuentes de alimentación pueden ser los ríos, arroyos, bañados, lagos y lagunas. Es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno y fluye a la superficie de forma natural a través de manantiales o cauces fluviales.

Acuífero.

Formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable y que permite que circulen a través de ella con gran facilidad.

El agua subterránea se desplaza muy lentamente por los acuíferos, su velocidad media normal puede variar entre decímetros a centenas de metros al año.

Ejemplo: arenas, gravas. También granito u otra roca compacta con una fracturación importante.

Ensayos de bombeo en pozos.

Es un método de análisis de los pozos de captación de aguas subterráneas y del acuífero en que se encuentran. Consiste en bombear los pozos y sondeos, bien a caudal constante o bien a caudal variable, siguiendo la evolución del nivel del agua, debida al bombeo, tanto en el mismo pozo de bombeo como en otros pozos cercanos. El estudio de las variaciones de los niveles es precisamente en lo que consiste el ensayo de bombeo y lo que permite obtener información, tanto sobre el pozo en sí como la calidad de construcción, caudal de bombeo más aconsejable y lugar de donde debe colocarse la bomba para un caudal

determinado de explotación, y parámetros hidráulicos del acuífero como lo son la transmisividad y coeficiente de almacenamiento.

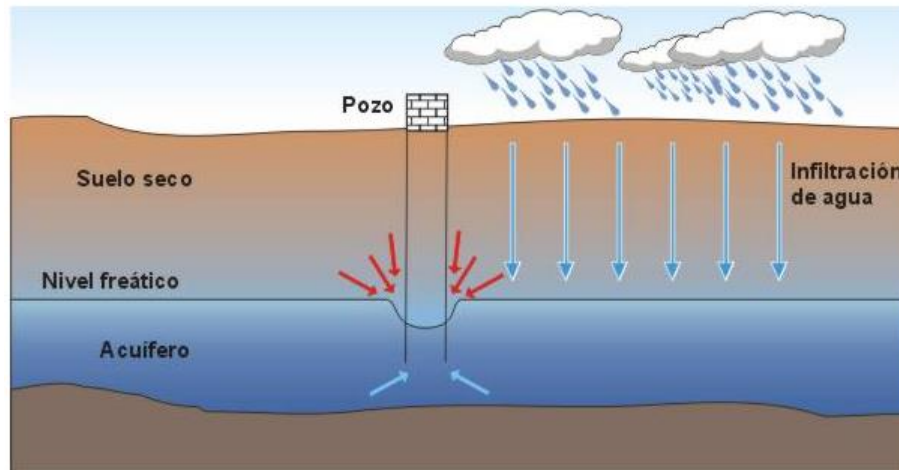


Ilustración 1 Ubicación de un acuífero y un pozo; Nota: Gil Montes (2012).

Nivel Dinámico:

Es la distancia vertical, medida en metros, desde el brocal del pozo hasta el nivel el cual se mantiene el agua cuando es bombeada a cualquier velocidad. Este nivel es variable y cambia de acuerdo al gasto que está siendo extraído.

Niveles estáticos:

Es la distancia del suelo al nivel de espejo de agua sin que esté funcionando la bomba.

Puntos de observación:

- Pozos
- Piezómetros

- Medidas piezométrica
- Instantáneas, con sonda de nivel
- Continúas registradas.

La profundidad del nivel piezométrico se mide desde una determinada referencia; para conocer el nivel piezométrico es preciso conocer la cota de referencia respecto a un cierto punto fijo tal como el nivel del mar. Esto supone una nivelación topográfica de las distintas referencias.

El nivel piezométrico de un acuífero puede sufrir variaciones temporales, de modo que la superficie piezométrica se refiere a un cierto instante de tiempo (verano-invierno) (bombeo-no bombeo).

Caudal.

Es el volumen de agua producido por el pozo en una unidad de tiempo, generalmente se expresa en litros por segundos.

Instrumentos utilizados para la medición del caudal:

- Medidores de presión diferencial.
- Medidores con accionamiento mecánico, es decir, los medidores de desplazamiento positivo y los medidores de tipo turbina.
- Medidores de caudal de tipo electromagnético y los medidores de tipo ultrasónico.

Parámetros físico-químicos:

Son aquellos que permiten determinar la calidad del agua. Alcalinidad: capacidad cuantitativa de un agua para reaccionar con un ácido fuerte hasta un determinado pH. PH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. Indica la concentración de iones de hidronio presente en una determinada muestra. Dureza: contenido de alto nivel de minerales en el agua. Sólidos Disueltos: es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en el agua en forma molecular, ionizada o en forma de suspensión micro-granular.

Parámetros Bacteriológicos:

De todo el mundo es conocido que el "gran enemigo" es la bacteria *Escherichia coli* y el grupo de los coliformes en su conjunto. Generalmente se emplea un grupo de bacterias como indicadores de contaminación, esto es una práctica generalizada en todo el mundo, se supone que la NO presencia de estas bacterias hace que el agua sea potable bacteriológicamente hablando. Son:

- *Escherichia coli*
- *Streptococcus fecales*
- Clostridios (anaerobios y formadores de esporas).

La medición se hace empleando técnicas estadísticas "número más probable" (índice NMP) en 100 ml de agua.

Las aguas con un NMP inferior a 1 son satisfactoriamente potables.

Método de balance hídrico

Definición del Método

Para hacer el balance hídrico se aplica el principio de la conservación de masa a una cierta región de volumen conocido (volumen de control), definida por unas condiciones de frontera, durante un período de tiempo. La diferencia en las entradas y las salidas debe ser igual al cambio en el almacenamiento de agua. La mayor parte de los métodos de balance de agua determinan la recarga a partir de los demás componentes, este tipo de balances se puede hacer en la zona superficial, en la No saturada y en la saturada (**Samper F.J., 1997**).

Hay diferentes expresiones para calcular la recarga a partir de un balance hídrico según el volumen de control escogido y según las subdivisiones que se hagan a las entradas, salidas o cambios en el almacenamiento. La expresión más sencilla puede ser:

$$R = P - Es - ET$$

Siendo:

R = recarga

P = precipitación

Es = esorrentía o caudal de bombeo

ET = evapotranspiración

Esta ecuación es válida si se asume que la recarga es igual al flujo subterráneo o descarga y si se toma la precipitación (P) como única entrada al sistema, luego de asumir que la divisoria de la cuenca coincide con la divisoria de aguas subterráneas y por lo tanto no hay entrada de flujo desde acuíferos vecinos (**Freeze y Cherry, 1979**).

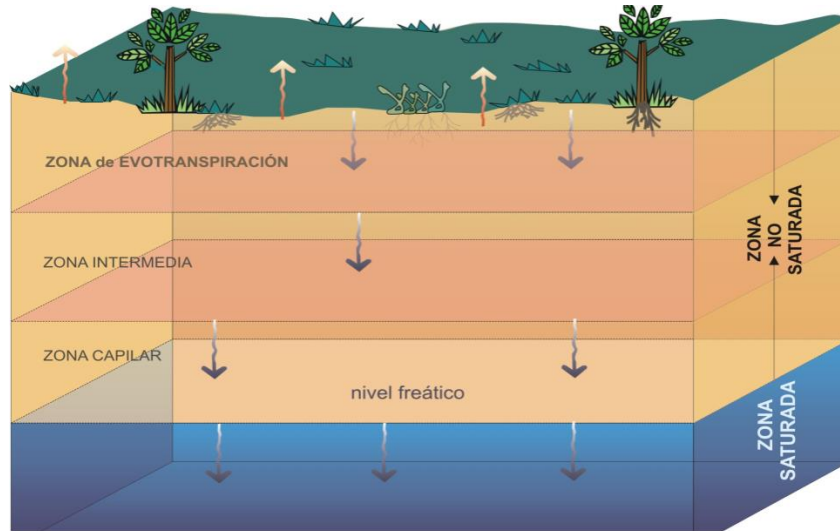


Ilustración 2 Zona del perfil del suelo, GARCÍA-VERA, M. Modelos interactivos de balance hidrológico. (1999)

Algunos autores como Samper (1997) definen la zona no saturada como una capa de suelo compuesta por dos subzonas, la primera llamada zona radicular o suelo edáfico donde se da la infiltración del agua lluvia, la evaporación y la transpiración; la segunda es lo que se conoce como zona vadosa, esta sección tiene espesor variable y pueden existir en ella acuíferos colgados los cuales pueden ocasionar flujo horizontal; el flujo descendente que sale de ella es igual a la recarga al acuífero.

Definición de Recarga

La Recarga se puede definir como la entrada de agua dentro de la zona saturada donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas, esta entrada puede darse de dos maneras, por un movimiento descendente del agua debido a las fuerzas de gravedad y luego de presentarse un movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas de las capas que constituyen el perfil del suelo (Balek, 1988). Es importante prestar atención en la estimación de la recarga de los acuíferos, ya que es necesario determinar la cantidad de agua que llega a ellos, su calidad, procedencia y las zonas donde se presenta recarga o descarga del flujo subterráneo, por este motivo su cuantificación es un aspecto incluido dentro de estudios referentes a los recursos de agua subterránea, al transporte de contaminantes, a la subsidencia o al diseño de campos de pozos. **Isaar y Passchier, (1990).**

Precipitación

La precipitación pluvial se mide en milímetro (mm), que sería el espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable y que equivale a litros de agua por metro cuadrados de terreno (l/m^2).

En este caso la necesitamos para determinar la Recarga- Descarga del acuífero del municipio San Diego; a continuación se describirán los mapas de precipitación del 2015 de marzo, abril, septiembre y octubre.

Evaporación – Evapotranspiración:

El agua es evaporada desde las superficies libres de agua o incorporada a la atmósfera por la transpiración de suelos y las plantas (esta última es muy significativa; por ejemplo, un solo manzano, durante un período de vegetación

activa de 6 meses, puede lanzar al aire 6.800 litros de agua). Al elevarse, el aire húmedo se enfría lentamente, cuando por el continuo enfriamiento se satura aparecen las nubes y, según el desarrollo que éstas alcancen, se produce la precipitación. Este eterno proceso de evaporación, condensación y precipitación se denomina CICLO DEL AGUA. Precisamente la evaporación y transpiración (pérdidas de agua del suelo) y la precipitación (fuente de agua para el suelo) son dos elementos desencadenantes en el balance hídrico del suelo.

Evapotranspiración:

El compendio de la evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas se denomina EVAPOTRANSPIRACION, y está gobernada por: f Factores meteorológicos f Factor suelo.

Factor planta Evapotranspiración potencial (ETP):

Es la máxima evapotranspiración posible bajos las condiciones existentes, cuando el suelo está abundantemente provisto de agua (colmada su capacidad de campo) y cubierto con una cobertura vegetal completa. Este parámetro se calcula.

Evapotranspiración real (ETR):

Es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cobertura vegetal es completa ni el suelo se encuentra en estado de saturación. Este valor se mide, si bien hay formulas que permiten evaluarlo.

El método de Thornthwaite:

Fue desarrollado a partir de datos de precipitación y esorrentía para diversas cuencas de drenaje. El resultado es básicamente una relación empírica entre la ETP y la temperatura del aire. A pesar de la simplicidad y las limitaciones

obvias del método, funciona bien para las regiones húmedas. No es necesariamente el método más exacto ni tampoco el que tiene las bases teóricas más profundas. Por el contrario, probablemente esas características corresponden a aquellas que involucran flujo de vapor y balance de calor. Entre las diferencias más notorias del método de Thornthwaite se encuentra la suposición de que existe una alta correlación entre la temperatura y algunos de los otros parámetros pertinentes tales como radiación, humedad atmosférica y viento. Mientras que tales limitaciones pueden ser poco importantes bajo ciertas condiciones, a veces pueden resultar relevantes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico se refiere a los pasos a seguir para el desarrollo de la investigación, según Arias (2006) explica el método científico como el “conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas”, este método se basa en la formulación de hipótesis las cuales pueden ser confirmadas o descartadas por medio de investigaciones relacionadas al problema.

TIPO DE INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

La presente investigación es un Trabajo Especial que tiene por objetivo dar a conocer las propiedades hidrogeoquímicas de los acuíferos del municipio San Diego. Aportando así una guía que sirve de apoyo a las instituciones (Alcaldía del Municipio San Diego, Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Agua, línea de investigación modelación hidrológica del “centro de investigación hidrológico y ambientales universidad de Carabobo” (CIHAM-UC), entre otros) para el conocimiento de dichos pozos

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de campo, ya que la recolección de datos se realizará, una parte en campo donde se recolectará información en cuanto a la ubicación de los pozos, y niveles tanto en estado estático y dinámico, y la otra parte de los datos se obtendrá de la data almacenada en las instituciones, tales como son: Inameh, base naval, El Ministerio del Ambiente y la línea de investigación modelación hidrológica del “centro de investigación hidrológico y ambientales universidad de Carabobo” (CIHAM-UC),.Se entiende por Investigación De Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Según el Manual de Trabajos de Grado, Maestría y Tesis Doctorales. 5ta Edición. FEDUPEL, Caracas.

POBLACIÓN Y MUESTRA.

Población:

Representa todas las unidades de la investigación que se estudia de acuerdo a la naturaleza del problema, es decir, la suma total de las unidades que se van a estudiar, las cuales deben poseer características comunes dando origen a la investigación. Arias (1999), señala que es el conjunto de elemento con características comunes que son objetivos de análisis y para los cuales serán válidas la conclusiones de la investigación.

Para efectos de esta investigación la población es igual a la muestra, por lo tanto no es necesario diferenciarlas, nuestra Población se encuentra delimitada en el Municipio San Diego, Zona Los Tulipanes pozo 6, pozo Parque Metropolitano Valle Verde y Zona Industrial Begott. Según “PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO SAN DIEGO 2014-2016”.

Tabla 1. Identificación Geográfica de los Pozos en estudios Valle Verde: Fuente Los Autores.

[a1]

IDENTIFICACION DEL POZO DE AGUA SUBTERRANEA						
URBANIZACION	COORDENADAS (m)			PROFUNDIDAD (m)	MUNICIPIO	USO
	X	Y	Z			
Urb. Valle Verde Av. Circunvalación Sur	613796	1130970	459	N/E	San Diego	Abastecimiento Poblacional

Tabla 2 Identificación Geográfica de los Pozos en estudio Tulipán, Country Club Fuente: Daniel Vegas, Maryangel Palma (2016)[a2]

	Pozo de Observación (Proagro)	Pozo de Bombeo (Bigott)
Coordenadas UTM	1126502N	1127884 N
	614670 E	613950 E
R (m)	1559	

IDENTIFICACION DE		
URBANIZACION	COORDENADAS	
	X	Y
A.C conjunto residencial El Tulipan pozo #6	613.536,88	1.134.536,88
Villas de San Diego Country club Pozo #3	615.974,25	1.137.974,25

Tabla 3 Identificación Geográfica de los Pozos en estudio Proagro y Biggot Fuente: Carlos Hernández, Franklin Vázquez (2016)

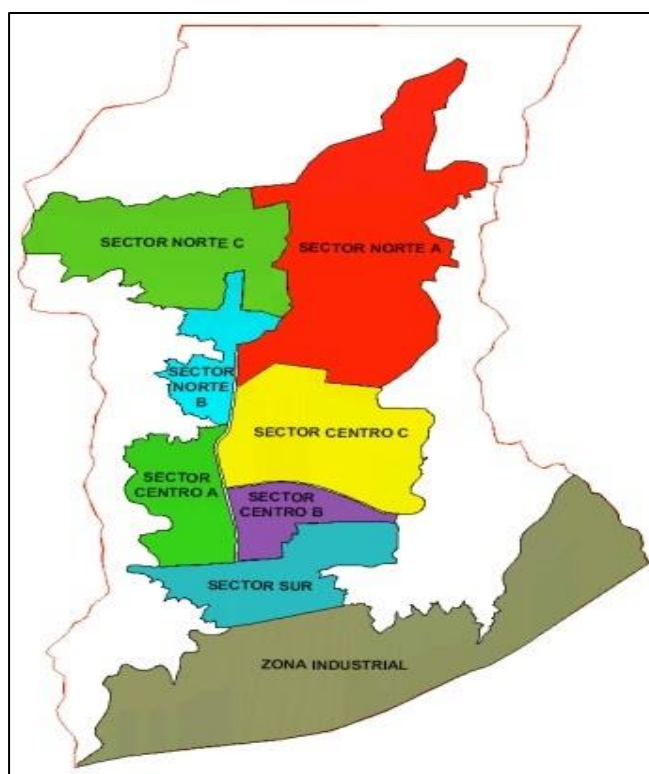


Ilustración 3 Mapa Sectorizado según la Alcaldía de San Diego (Catastro, 2014). Fuente la Alcaldía de San Diego

FASES DE LA INVESTIGACION

Fase I. Determinar los procesos Físico-Químico y Bacteriológicos del acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Consiste en la determinación de los procesos físicos-químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas tomadas en campo del municipio San Diego.

Se evalúa con el propósito de conocer cómo se encuentran las aguas subterráneas ya que podemos encontrarnos en el subsuelo agente contaminante como biótico o abióticos, producto a las actividades humanas sobre la explotación y sobre explotación del acuífero mencionado, producto a las actividades Industriales, Agrícolas, Pozos séptico entre otros.

A evolucionado la calidad de dichas aguas, y si están siendo contaminadas por algún agente, de dónde proviene, y determinar si el agua extraída de los pozos cumple con los parámetros permisibles por las normas sanitaria de Calidad para el agua potable.

Los análisis físicos-químicos y bacteriológicos serán suministrados por y El Laboratorio Ambiental Aragua.

Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas Aragua (MINEA). Todas esas muestras tomadas con suma precisión en campo y analizadas en el tiempo estipulado de 15 días.



Ilustración 4 Recolectores de muestras para Analizar los estudios Físico-Químico y Bacteriológico del Pozo lamdesandi. Coordenadas 613.796E; 1.130.970N. Elevación 459 m.s.n.m. Fuente Los Autores

Fase II. Estimar la Recarga y Descarga del acuífero; Municipio San Diego

Este trabajo pretende aproximar el cálculo de la infiltración de lluvia útil mediante la aplicación del método de Thornthwaite utilizando datos de temperatura y precipitación diarios en lugar de mensuales ya que en una región donde las precipitaciones caen concentradas en pocos días, los valores medios difuminan las lluvias que, sin embargo, se infiltran. Asimismo, se ha tratado de ajustar la reserva útil del suelo, factor fundamental para poder calcular la evapotranspiración real.

Para estos estudios se visitó todo el municipio San Diego y fue evaluado los pozos en diferentes zonas; Norte, Centro e Industrial; Se realizaron en los Sector Norte Tulipanes pozo seis (6), Sector Centro Polideportivo Valle Verde, Sector Industrial Beggott, entre los meses Marzo, Abril, Septiembre a Octubre del año.

Para la recopilación de estos datos fueron atreves de una sonda eléctrica que se introdujo por un orificio, destinado al uso de la sonda que marca el nivel Estático y Dinámico. Estos datos son utilizado para el cálculo de caudal 2016.



Ilustración 5 Pozo perteneciente a lamdesandi. Coordenadas UTM 613.796E; 1.1130.970N elevación 459 m.s.n.m. Fecha 05/09/2016 Fuente Los Autores.



**Ilustración 6 Medición de niveles en el pozo # 3 de Biggot.
Coordenadas 613.950E; 1.127.788,4N. Elevación; 434 m.s.n.m. Fecha
12/09/2015. Fuente Los Autores.**



**Ilustración 7 Medición de nivel de pozo # 6 A.C conjunto
residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88E; 1.134.540,80N elevación
480 m.s.n.m. Fecha 22/09/2016. Fuente los Autores**



Ilustración 8 Lecturas de la profundidad en el Pozo # 3 de Villas de San Diego Country Club. Coordenadas 615. 974,25 E; 1.137.460,67 N, elevación 495 m.s.n.m, Fecha 30/10/2016. Fuente Los Autores.

De esta manera obteniendo los valores de Caudal; cabe destacar que se midió solo el mes de septiembre y octubre del 2016 además los datos del 2015 y 2017 fueron suministrados por la línea de investigación modelación hidrológica del “centro de investigación hidrológico y ambientales universidad de Carabobo” (CIHAM-UC). Seguidamente también se recolectaron datos de Precipitación y Temperatura por El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) y de La Base Naval, por medio de estaciones meteorológicas.

X	Y	Serial	Estado	Region	Cuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
647852	1133364	80413	ARAGUA	MARACAY	MARACAY-B.A SUCRE	0	0	0	2,8	17	38,5	72,3	23	24	0,3	26	11
682730	1096657	80431	GUARICO	JUAN DE LOS MORROS	SAN JUAN DE LOS MORROS	6,7	0	1	0	16	42,5	132,4	236	58,2	58	8,1	0,3
616848	1124032	80431	CARABOBO	GUIGUE	VALENCIA	0	2	2	19	70	49,5	100	150,5	88	105,8	64,2	9,7
465302	1112800	80410	LARA	BARQUISIMETO	BARQUISIMETO	12,8	3,9	3	3	34	30,4	35,2	53	2	36	160,8	21,2
474393	1055668	80427	PORTUGUESA	ACARIGUA	ACARIGUA	39,2	10	8,1	8	3,1	253	197,7	84,5	85,4	17,6	269	30,4
425455	1262139	80403	FALCON	CORO	CORO	910,2	0,7	2,1	0,4	1	9,3	11,7	952,7	20,4	94,5	10,7	0
731663	1161475	80416	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ LA CARLOTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
720643	1172466	80415	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ MAIQUETIAS	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
616988	1138671	CA00451AP1	CARABOBO	AGO DE VALENCIA	LOS GUAYOS	0	0	0	0	0	101	145,6	396,8	99	147,4	86,6	0
608178	1131078	CA00461AP1	CARABOBO	AGO DE VALENCIA	CAÑO CENTRAL	0	0	0	0	0	68	143,4	241,6	190,6	120	88,4	0
608490	1159760	CA80412AS4	CARABOBO	INTRO OCCIDENTAL	LITORAL ESTADO CARABOBO	0	0	0	0	0	15,6	25,4	38,8	26,8	16,2	25,8	0
592724	1106863	CA01397AP1	CARABOBO	AGO DE VALENCIA	CABRIALES	0	0	0	0	0	144	197,8	218,2	201	189,6	92,6	0

Tabla 4 Datos de precipitación del año 2015 Fuente Los Autores

X	Y	Serial	Estado	Region	Cuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
647852	1133364	80413	ARAGUA	MARACAY	MARACAY-B.A SUCRE	0	0	0	0	0	0	14	0	32	0,2	0	0
682730	1096657	80431	GUARICO	SAN JUAN DE LOS MORROS	SAN JUAN DE LOS MORROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
616848	1124032	80431	CARABOBO	GUIGUE	VALENCIA	0,1	0	0	1,1	0	0	0		0	0	0	0
465302	1112800	80410	LARA	BARQUISIMETO	BARQUISIMETO	0,2	0	505,9	0	3	0	0,3	7	0,9	23	0	0
474393	1055668	80427	PORTUGUESA	ACARIGUA	ACARIGUA	0	0	35	28	0	0	0	0	2	0	0	0
425455	1262139	80403	FALCON	CORO	CORO	0	0	32	0	0	0	0	0	9	0	0	0
731663	1161475	80416	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ LA CARLOTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
720643	1172466	80415	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ MAIQUETIAS	3	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
616988	1138671	CA00451AP1	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	LOS GUAYOS	0,4	0	0	160	165	190,4	165,4	177,4	362,4	150,8	443,2	0
608178	1131078	CA00461AP1	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CAÑO CENTRAL	0,6	0	0	217,4	145	236	145,6	214,4	0	0	0	0
608490	1159760	CA80412AS4	CARABOBO	CENTRO OCCIDENTAL	LITORAL ESTADO CARABOBO	1,8	8,4	14,8	49,6	33,6	4,6	340,6	0	0	0	0	0
592724	1106863	CA01397AP1	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CABRIALES	0,4	0	0	208,6	105,2	193,2	238,2	0	150,2	150	253,2	30

Tabla 5 Datos de precipitación del año 2016 Fuente Los Autores

A	T	Serial	Nombre	Estado	Region	Cuenca	Código Cíemento	Cíemento	Año	Marzo
1138654	617013	CA00451AP1	SAN DIEGO	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	LOS GUAYOS	3800	PR	2017	0,8
1131069	608184	CA00461AP1	VALENCIA	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CAÑO CENTRAL	3800	PR	2017	16,4
1159760	608490	CA80412AS4	PTO CABELLO BASE NAVAL	CARABOBO	CENTRO OCCIDENTAL	JTORAL ESTADO CARABOBO	3800	PR	2017	0
1106852	592730	CA01397AP1	CAMPO CARABOBO	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CABRIALES	3800	PR	2017	0,2
1078264	697098	CO02349AP1	El Pao Oficina	COJEDES	Apure (Bajo Apure)	Apure	3800	PR	2017	28,9
993744	580575	CO03309AP1	El Baúl Carretera	COJEDES	Llanos Centro Occidentales	Portuguesa	3800	PR	2017	26,8
1102047	432920	MO02809AP1	ARAGUA DE MATURIN	ARAGUA		ARAGUA DE MATURIN	3800	PR	2017	23,1
1732373	434338	DF00800AS	ISLA AVES	MAR CARIBE	MAR CARIBE	ISLA AVES	3800	PR	2017	32,2

Tabla 6 Datos de precipitación del año 2017 Fuente Los Autores

De igual forma se obtuvieron los datos de temperatura media de los respectivos años.

Para la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en estudio, se utilizó el software de Google Earth con la finalidad de establecer las coordenadas geográficas de las estaciones. Quedando así el arreglo de estaciones.

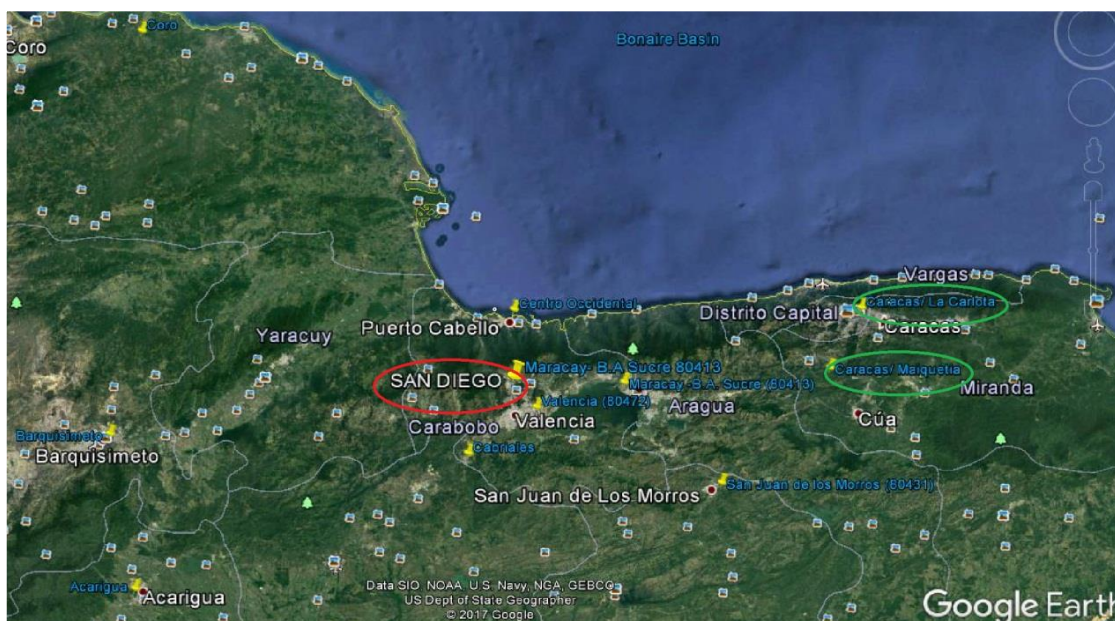


Ilustración 9 Mapas de las estaciones meteorológicas que rodea al Municipio en estudio Fuente Los Autores

Para la temperatura primero se transformo a la variable evapotranspiración con el método de Thornthwaite.

La formula de Thornthwaite es la siguiente

$$ETP = 16 * (10 * t/j)^a \text{ mm/mes}$$

Donde:

ETP: evapotranspiración potencial en mm.

I: índice calórico, constante para la región dada y es la suma de 12 índices mensuales

I: Donde i es función de la temperatura media normal mensual

T: temperatura media mensual (no normal) en °C

a: exponente empírico, función de I

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} I + 0,49239$$

$$j = (0,09t)^{1,5}$$

$$i: (t/5)^{1,514}$$

Finalmente tendremos la evapotranspiración para un mes particular

$$ET = ETP * DT/360$$

D: Números de días del mes

T: Numero medio de horas de luz entre la salida y puesta del sol para el mes considerado.

A continuación se muestra las tablas de evapotranspiración

X	Y	Serial	Nombre	Estado	Region	Cuenca	Codigo Elemento	Elemento	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
647852	1133364	80413	BASE NAVAL	ARAGUA	PALO NEGRO	MARACAY-B.A SUCRE	BASE NAVAL	T	2015	30,195	20,128	25,9672	31,067559	24,611	17,944	14,847	23,089	26,671358	26,709	29,457918	26,049895
682730	1096657	80431	BASE NAVAL	GUARICO	ORTIZ	SAN JUAN DE LOS MORROS	BASE NAVAL	T	2015	30,2371	20,116	25,9368	31,016876	24,731	17,966	14,866	23,096	26,717123	26,8329	29,728166	25,936827
616848	1124032	80431	BASE NAVAL	CARABOBO	GUIGUE	VALENCIA	BASE NAVAL	T	2015	30,0368	20,011	25,8607	30,940644	24,546	17,89	14,789	23,103	26,656848	26,8329	29,526157	25,929463
465302	1112800	80410	BASE NAVAL	LARA	CABUDARE	BARQUISIMETO	BASE NAVAL	T	2015	30,3273	20,225	26,095	31,233115	24,761	18,064	14,956	23,221	26,749555	26,9428	29,835302	26,172881
474393	1055668	80427	BASE NAVAL	PORTUGUESA	TUREN	ACARIGUA	BASE NAVAL	T	2015	67,4875	0	27,0156	0	25,384	18,295	0	23,14	0	0	29,621273	0
425455	1262139	80403	BASE NAVAL	FALCON	CORO	CORO	BASE NAVAL	T	2015	29,9807	20,007	25,806	30,880306	24,423	17,729	14,657	22,798	26,360742	26,5364	29,30271	25,762831
731663	1161475	80416	BASE NAVAL	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ LA CARLOTA	BASE NAVAL	T	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
720643	1172466	80415	BASE NAVAL	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ MAIQUETIAS	BASE NAVAL	T	2015	30,08	20,058	0	31,151	24,702	17,924	14,83	23,023	26,642701	26,6817	29,508464	25,944283
608490	1159760	CA80412AS4	PTO CABELLO BASE NAVAL	CARABOBO	CENTRO OCCIDENTAL	LITORAL ESTADO CARABOBO	1600	T	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
548113	1071877	CO02311AC1	SAN CARLOS	COJEDES	LLANOS CENTRO OCCIDENTAL	PORTUGUESA	1600	T	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
547085	1066100	CO07320AS3	SAN CARLOS	COJEDES	LLANOS CENTRO OCCIDENTAL	PAO	1600	T	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 8 Evapotranspiración del año 2015. Fuente Los Autores.

X	Y	Serial	Nombre	Estado	Region	Cuenca	Codigo Elemento	Elemento	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
647852	1133364	80413	BASE NAVAL	ARAGUA	PALO NEGRO	MARACAY-B.A SUCRE	BASE NAVAL	T	2016	30,0624	20,81543	25,84175	30,88031	24,8349	18,13552	15,4157	23,33067	27,15837	27,080241	0	0
682730	1096657	80431	BASE NAVAL	GUARICO	ORTIZ	SAN JUAN DE LOS MORROS	BASE NAVAL	T	2016	30,3156	20,88094	25,88042	30,99295	0	0	0	23,42324	26,595965	26,982998	0	0
616848	1124032	80431	BASE NAVAL	CARABOBO	GUIGUE	VALENCIA	BASE NAVAL	T	2016	30,1165	20,73623	25,82354	30,88031	0	0	0	23,39136	26,801213	26,858994	0	0
465302	1112800	80410	BASE NAVAL	LARA	CABUDARE	BARQUISIMETO	BASE NAVAL	T	2016	30,2925	20,89501	26,04118	31,12217	24,8794	18,34208	14,93878	23,12501	26,810184	26,972788	0	0
474393	1055668	80427	BASE NAVAL	PORTUGUESA	TUREN	ACARIGUA	BASE NAVAL	T	2016	30,1072	20,83427	26,06764	31,151	0	0	0	23,46741	0	0	0	0
425455	1262139	80403	BASE NAVAL	FALCON	CORO	CORO	BASE NAVAL	T	2016	29,9295	20,70169	25,75278	30,88664	24,5218	17,83436	0	22,88269	26,424389	26,565259	0	0
731663	1161475	80416	BASE NAVAL	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ LA CARLOTA	BASE NAVAL	T	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
720643	1172466	80415	BASE NAVAL	CARACAS	CENTRAL	CARACAS/ MAIQUETIAS	BASE NAVAL	T	2016	30,2264	20,93163	0	31,09436	24,7768	17,88055	0	0	26,664058	0	0	0
608490	1159760	CA80412AS4	PTO CABELLO BASE NAVAL	CARABOBO	CENTRO OCCIDENTAL	LITORAL ESTADO CARABOBO	1600	T	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
548113	1071877	CO02311AC1	SAN CARLOS	COJEDES	LLANOS CENTRO OCCIDENTAL	PORTUGUESA	1600	T	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
547085	1066100	CO07320AS3	SAN CARLOS	COJEDES	LLANOS CENTRO OCCIDENTAL	PAO	1600	T	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7 Evapotranspiración del año 2016. Fuente Los Autores.

X	Y	Serial	Nombre	Estado	Region	Cuenca	Codigo Elemento	Elemento	Año	Marzo
1138654	617013	CA00451AP1	SAN DIEGO	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	LOS GUAYOS	3800	PR	2017	26,104383
1131069	608184	CA00461AP1	VALENCIA	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CAÑO CENTRAL	3800	PR	2017	26,16276
1159760	608490	CA80412AS4	PTO CABELLO BASE NAVAL	CARABOBO	CENTRO OCCIDENTAL	LITORAL ESTADO CARABOBO	3800	PR	2017	26,108152
1106852	592730	CA01397AP1	CAMPO CARABOBO	CARABOBO	LAGO DE VALENCIA	CABRIALES	3800	PR	2017	26,095037
1078264	697098	CO02349AP1	El Pao Oficina	COJEDES	Apure (Bajo Apure)	Apure	3800	PR	2017	0
993744	580575	CO03309AP1	El Baúl Carretera	COJEDES	Llanos Centro Occidentales	Portuguesa	3800	PR	2017	26,113837
1102047	432920	MO02809AP1	ARAGUA DE MATURIN	ARAGUA		ARAGUA DE MATURIN	3800	PR	2017	0
1732373	434338	DF00800AS	ISLA AVES	MAR CARIBE	MAR CARIBE	ISLA AVES	3800	PR	2017	0
1269172	459832	FA00225AP1	Puerto Cumarebo	MAR CARIBE	MAR CARIBE	PUERTO CUMAREBO	3800	PR	2017	0
1216359	406139	NE00801AC1	CERRO OPEY	MAR CARIBE	MAR CARIBE	CERRO OPEY	3800	PR	2017	0

Tabla 9 Evapotranspiración del año 2017. Fuente Los Autores.

Una vez ya obtenidas las variables meteorológicas se procedió con el programa Argis 0.10 a la elaboración de mapas de Precipitación, Evapotranspiración de los meses marzo, abril, septiembre, octubre de los años en estudios.

Quedando de esta manera los mapas de precipitación, evapotranspiración;

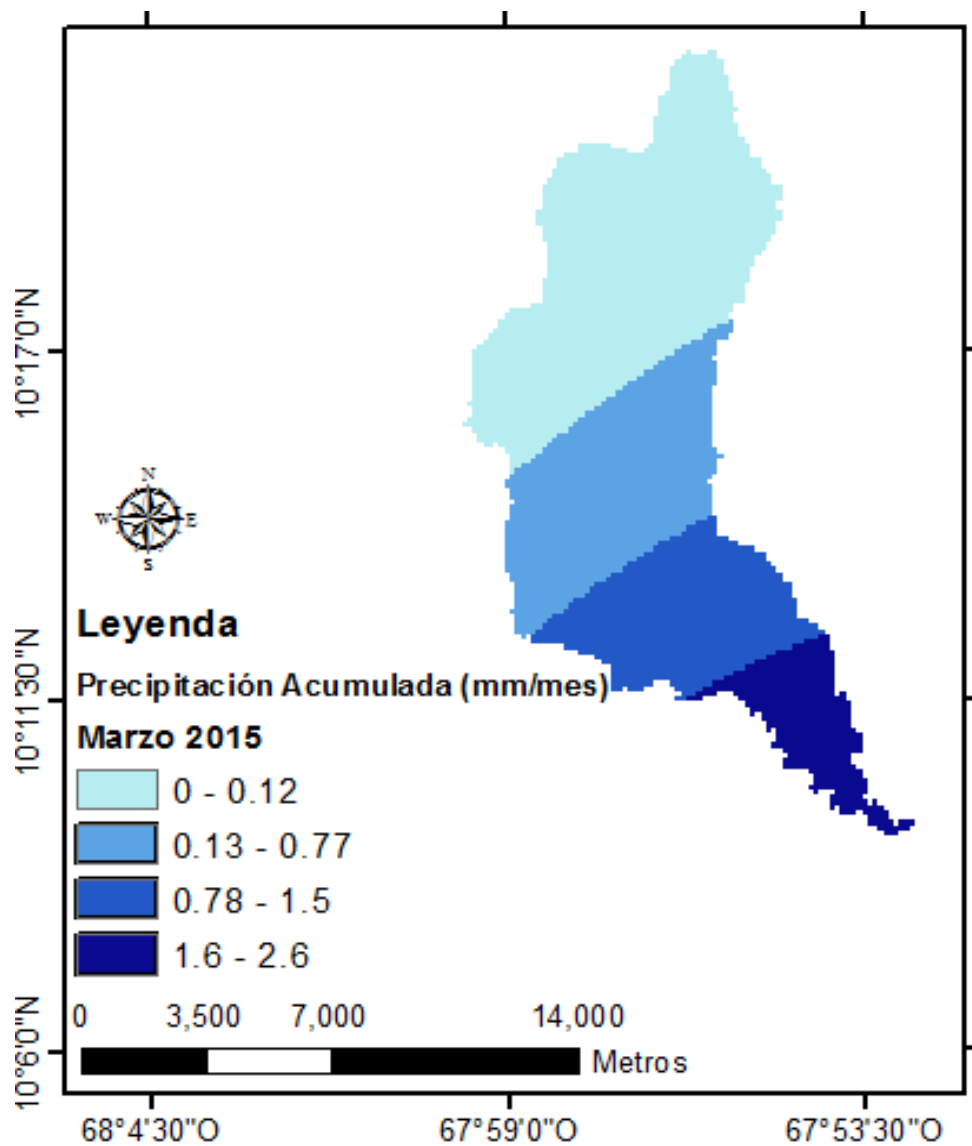


Ilustración 10 Mapas de precipitación del 2015. Fuente Los Autores.

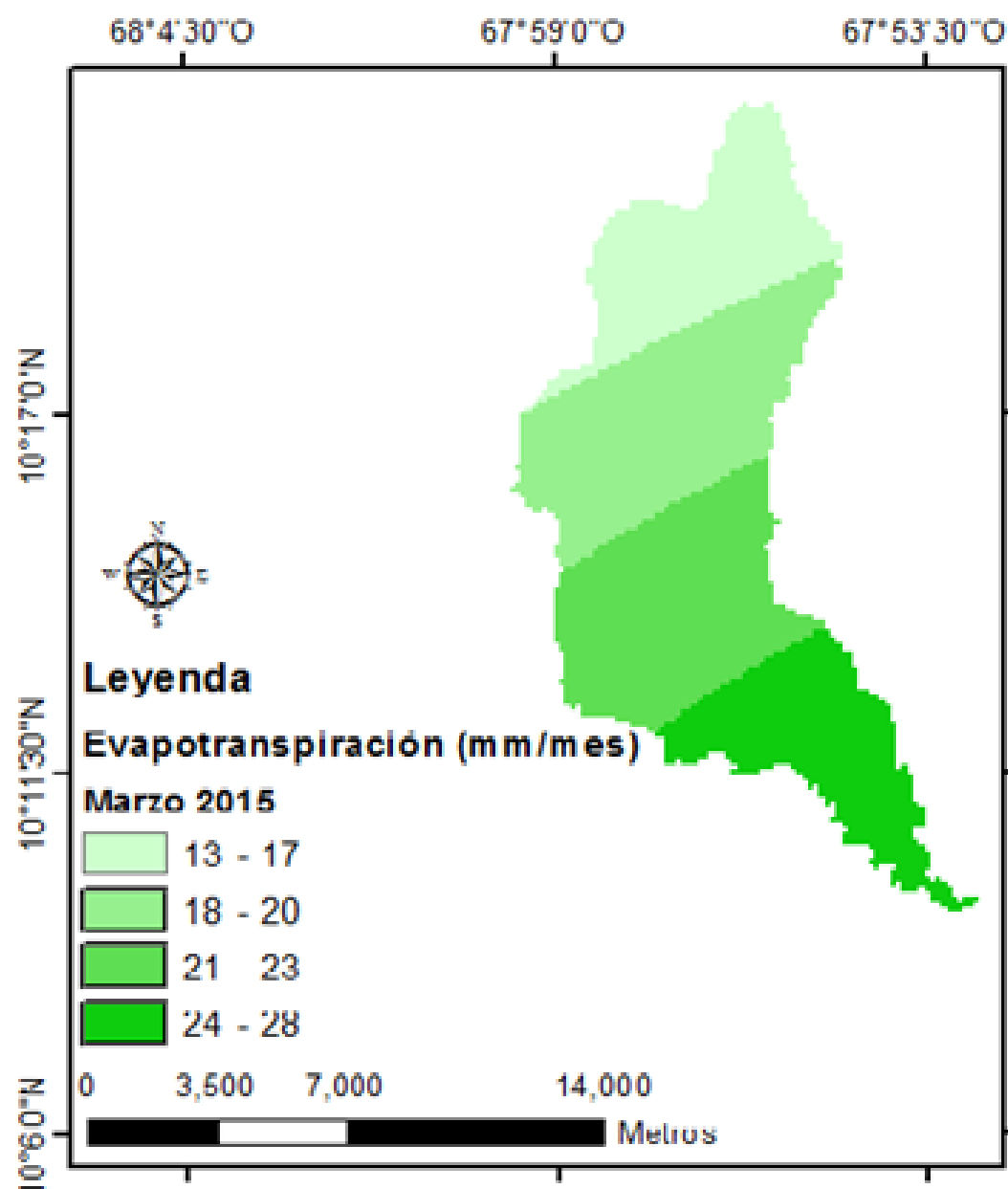


Ilustración 11 Mapas de Evapotranspiración del 2015. Fuente Los Autores.

Luego se procedió realizar un balance hídrico.

Balance hídrico:

$$R = P - CQ - ET$$

Siendo:

R = recarga

P = precipitación

CQ = esorrentía o caudal de bombeo

ET = evapotranspiración

Quedando así los mapas de recarga:

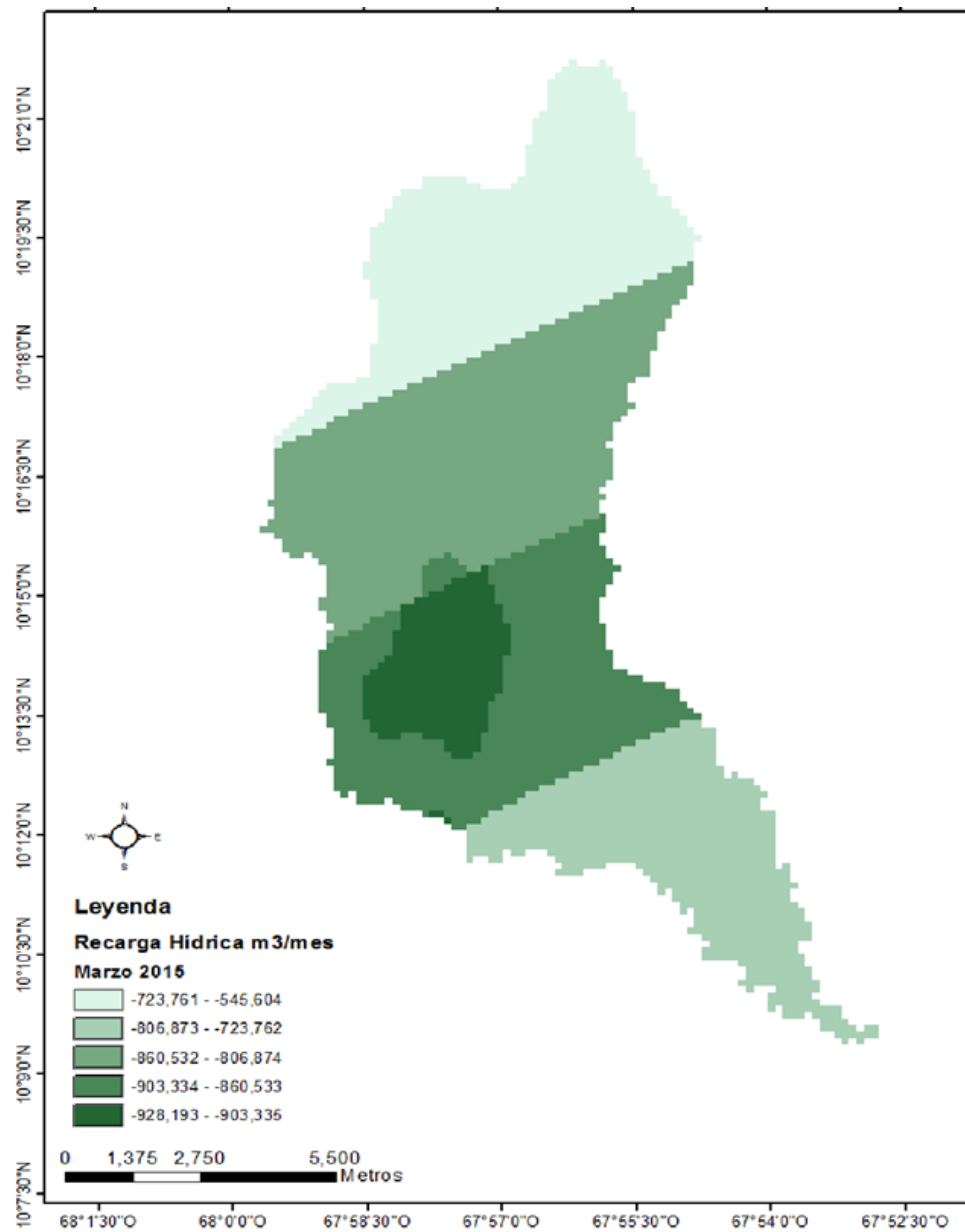


Ilustración 12 Ejemplo de mapas de recarga del año 2015. Fuente Los Autores.

FASE III. Comparación de los parámetros de los mapas del 2015

Una vez obtenidos los mapas de bombeo y recarga de los meses marzo, abril, septiembre y octubre se procede de forma grafica, objetiva y con los promedio de los parámetros (precipitación, evapotranspiración, caudal de bombeo y recarga hídrica); a nivel general, se procederá a compararlo para tener un estimado de la expl

otación de dicho acuífero. Acuífero.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la determinación de los procesos físico y químico del acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo.

Se realizó un análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas crudas captadas en los pozos del municipio San Diego zona Industrial, sector Norte, sector Centro. Ubicados en el 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 por el Laboratorio Ambiental Aragua. Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas.

Componentes	Valores máximo aceptable (mg/l)
Nitritos	0.03
Nitratos	45.0

Tabla 10 Componentes inorgánicos. Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N°36.395.

Parámetros relativos a la calidad organoléptica del agua potable			
Parámetros	Unidad	valor Deseable <	Valor máximo aceptable
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbiedad	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o Sabor	-	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
Solidos disueltos totales	mg/l	600	100
Dureza Total	mg/LcaCo3	250	500
Ph	-	6.5-8.5	9.0
Aluminio	mg/l	0.1	0.2
Cloruro	mg/l	250	300
Cobre	mg/l	1.0	(2.0)
Hierro Total	mg/l	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso Total	mg/l	0.1	0.5
Sodio	mg/l	200	200
Sulfato	mg/l	250	500
Cinc	mg/l	3.0	5.0

Tabla 11 fis

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

(b) UCV: unidad de color verdadero.

(c) UNT: unidades nefelometrías de turbiedad.

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

Tabla 12 Aguas Subtipo 1^a, 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.

Clasificación de las aguas según su dureza	
tipo de dureza	mg/l de dureza
Suave	0-75
Moderadamente dura	75-150
Dura	150-300
Muy dura	>300

Tabla 13 Clasificación de las aguas según su dureza. Fuente: Norma de calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91

- La Dureza Total esta entre 158 a 312 mg/l CaCO_3 estando por debajo del valor máximo de 500 mg/l CaCO_3 y clasificándose como moderadamente dura según La Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales, COVENIN 2771-91

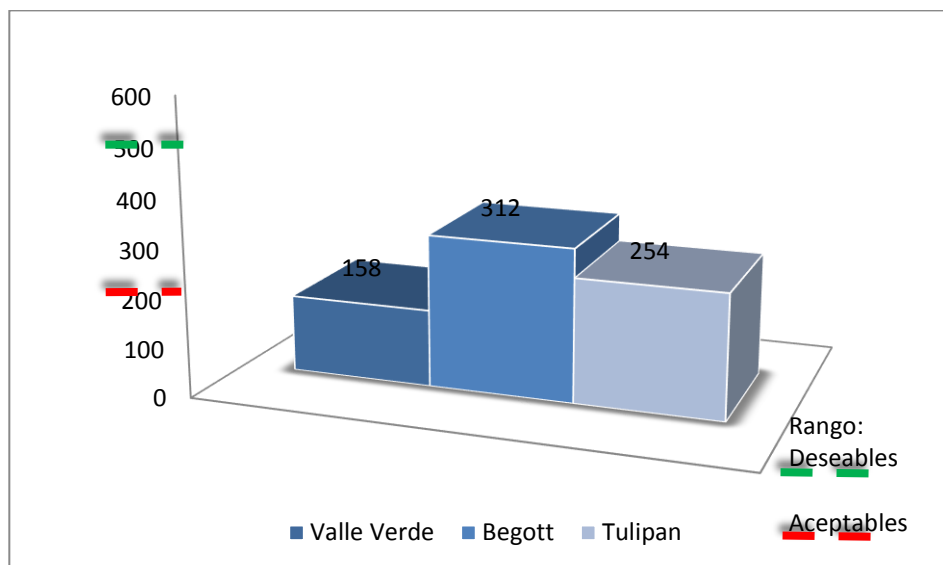


Tabla 14 Análisis de la dureza total mg/l CaCO₃. Fuente: Los Autores

Resultados de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos comparados por la Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N°36.395.

Analizando los datos suministrados por el Laboratorio Ambiental Aragua. Se puede hacer referencia a: Los pozos, tienen un pH entre 7,14 y 7,2 por lo que se encuentran dentro de los valores aceptables de las Normas.

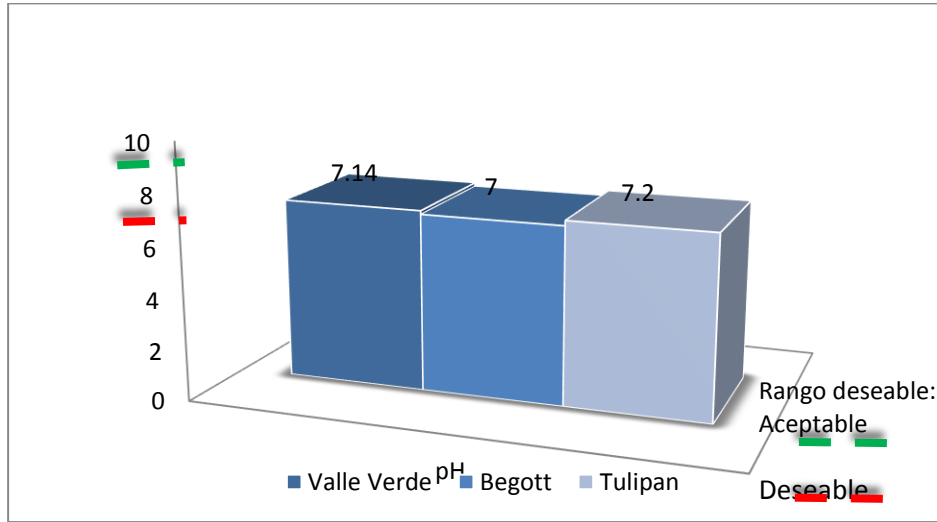


Tabla 15 pH. Fuente: Los Autores

Los Sólidos disueltos de las aguas estudiadas están entre 165 a 369 mg/l CaCO_3 siendo estos valores menores a 600 mg/l CaCO_3 cumpliendo con la normativa nuevamente.

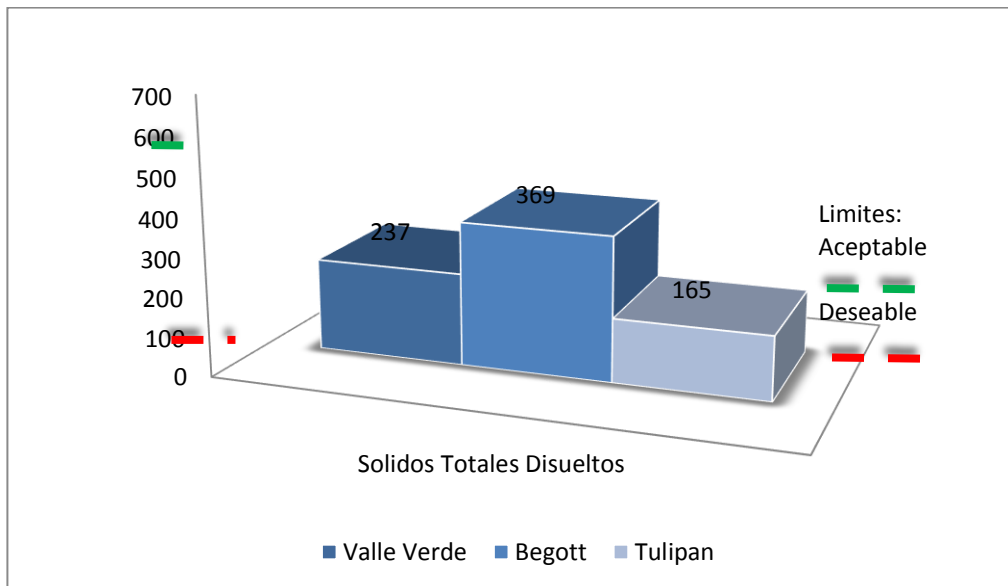


Tabla 14 Sólidos disueltos totales mg/l. Fuente: Los Autores

Los Cloruros arrojaron valores, encontrándose en el rango permitido. Según: Parámetros relativos a la calidad organoléptica del agua potable. Fuente: Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N°36.395.

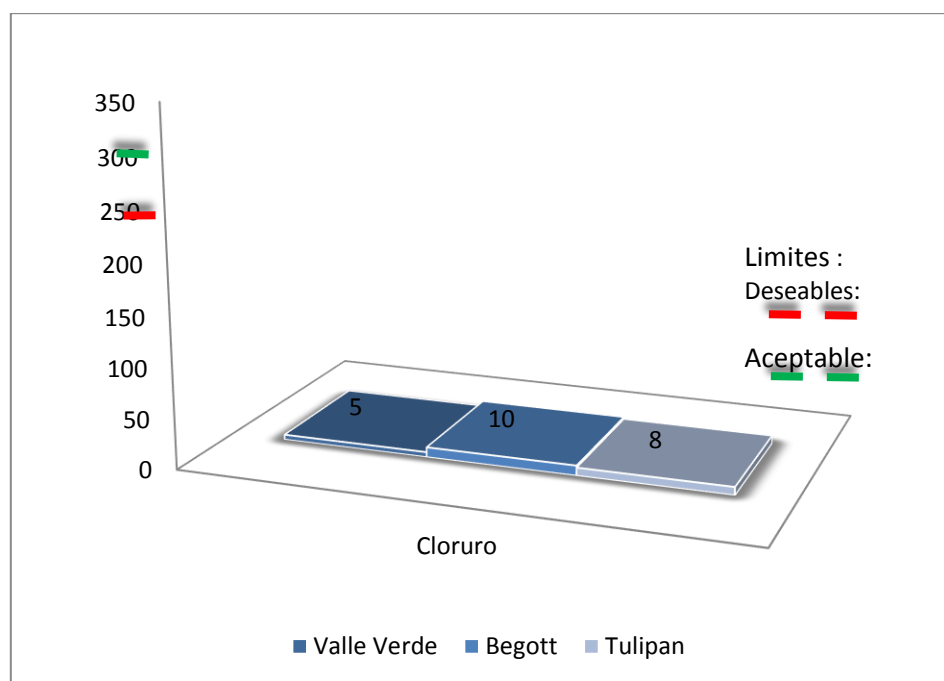


Tabla 15 Cloruro mg/l Fuente: Los Autores.

Los sulfatos arrojan valores que se encuentran en el rango permitido.

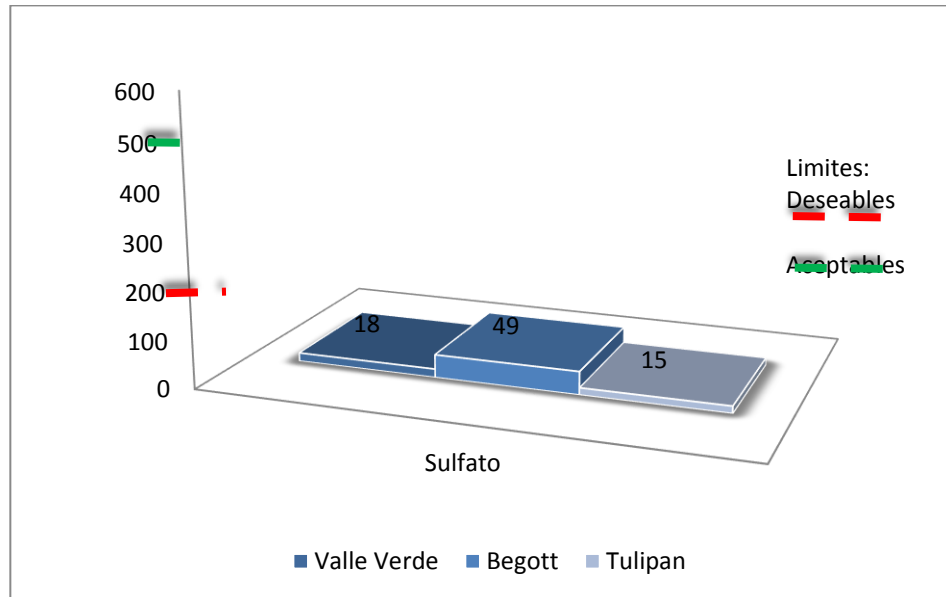


Tabla 16 Sulfato Fuente: Los Autores

Los Coliformes fecales y totales de los dos pozos analizados son menores a 1,1 NMP/100ml siendo aguas aptas para el consumo humano.

Resultados para Estimar la Recarga y Descarga del acuífero; Municipio San Diego

A continuación se muestra los valores promedio del bombeo.

Caudal de Bombeo m3/mes					
mar-15	abr-15	sep-15	oct-15	sep-16	mar-17
0	0	0	306	3673	0
3928	0	3357	307	3674	1
16017	10260	14209	10377	14338	5890
16018	10261	14210	10378	14339	5091
33250	33439	302339	28484	29928	23504
33251	33440	30240	28484	29927	23505
57943	79796	54409	47383	54814	54634
22915,29	23885,14	59823,43	17959,86	21527,57	16089,29

Tabla 17 Caudal de Bombeo m3/mes

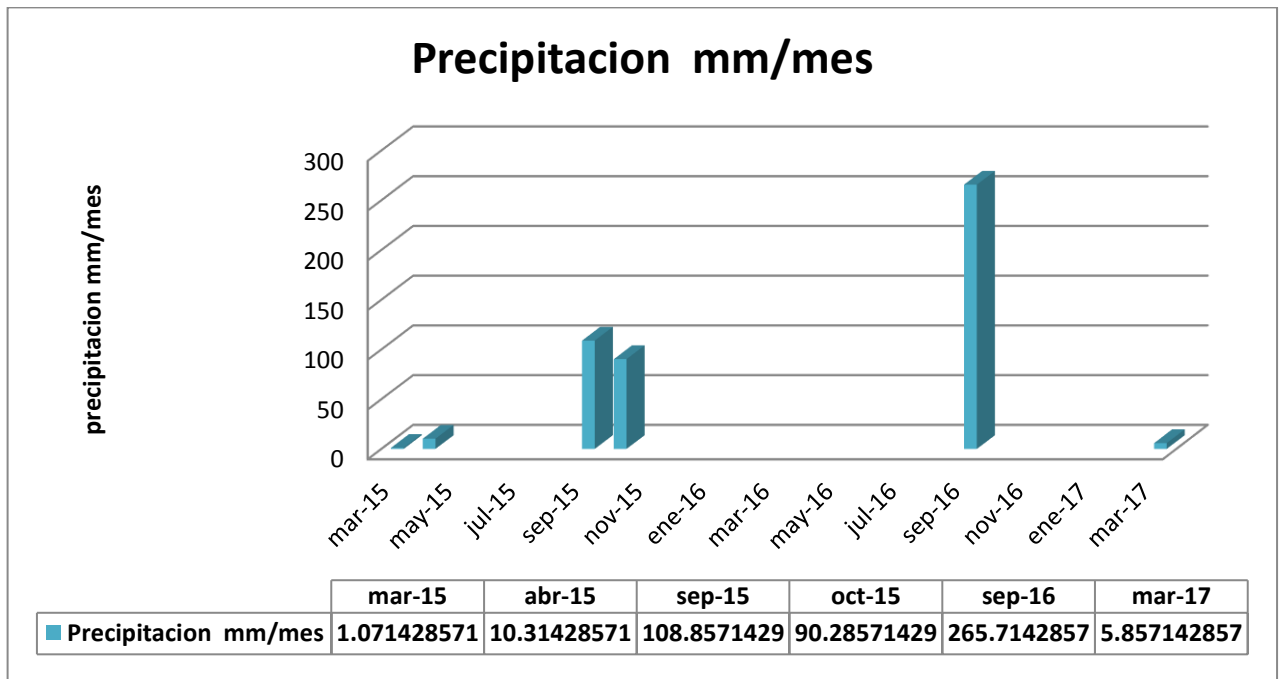
La recarga hídrica obtenida por el balance hídrico se tiene los valores promedio a lo largo de toda el área en estudio reflejada en la siguiente tabla:

Recarga hídrica m3/s					
mar-15	abr-15	sep-15	oct-15	sep-16	mar-17
-723761	-760016	3002047	-560468	6892624	-1238114
-546604	-564267	3094150	-532094	6930613	1191295
-723762	-564266	3094151	3532303	6981613	-1191294
-806874	-499016	3656465	2532304	6981266	-1144476
-903334	261655	4184847	2560677	8006979	-690329
-860533	2616656	4184848	3525395	9982426	-690328
-928193	3399651	4238170	6646539	10109057	-44224
-784723	555771	3636383	2529237	7983511	-543924

Tabla 18 Recarga hídrica m3/s

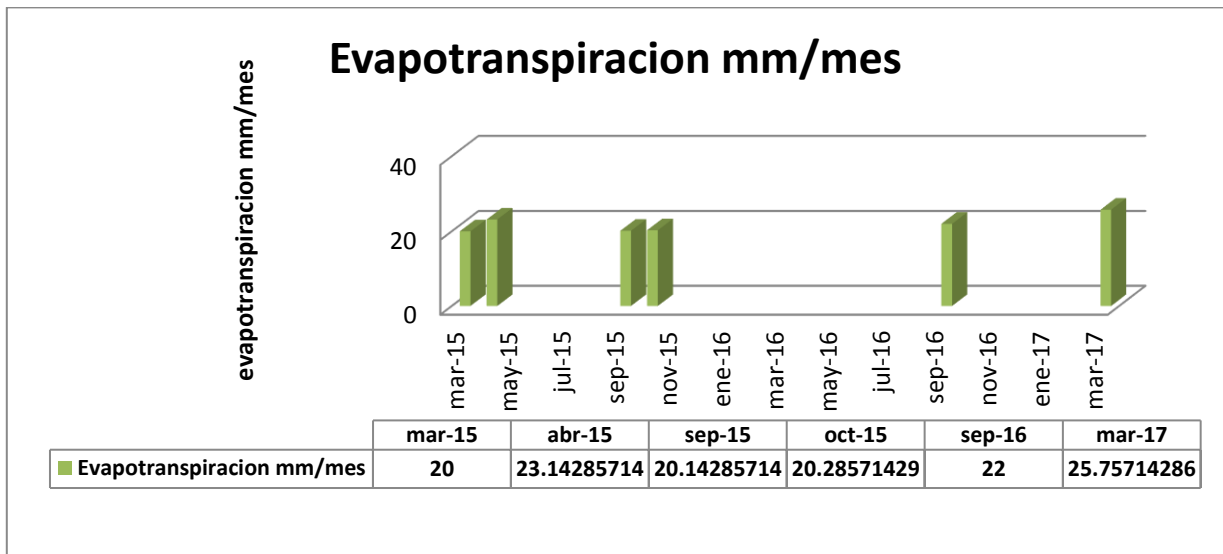
Resultados para la Comparación de los parámetros de mapas de 2015 2016 y 2017

La precipitación en los mes de marzo y abril es baja debido a que es periodo de sequia, en cambio en los meses de septiembre y octubre se incrementa de manera considerable, esto se debe a que esta en el periodo lluvioso. En la siguiente grafica se observa los cambios de la precipitación en los años en 2015, 2016 y 2017.



**Tabla 19 La precipitación promedio de los años 2015, 2016, 2017.
Fuente los autores.**

La evapotranspiración a lo largo del año se mantiene relativamente constantes, esto es debido a que la temperatura es casi constante en todo el año. A continuación se muestra una grafia donde se puede visualizar los cambio de evapotranspiración en los años de estudios.



**Tabla 20 La Evapotranspiración promedio del año 2015, 2016, 2017.
Fuentes los autores.**

Los caudales de bombeo en los meses de marzo y abril son parecidos , tiene un incremento considerable en los meses de septiembre y octubre.en la siguiente grafica se puede visualizar los valores de cada mes.

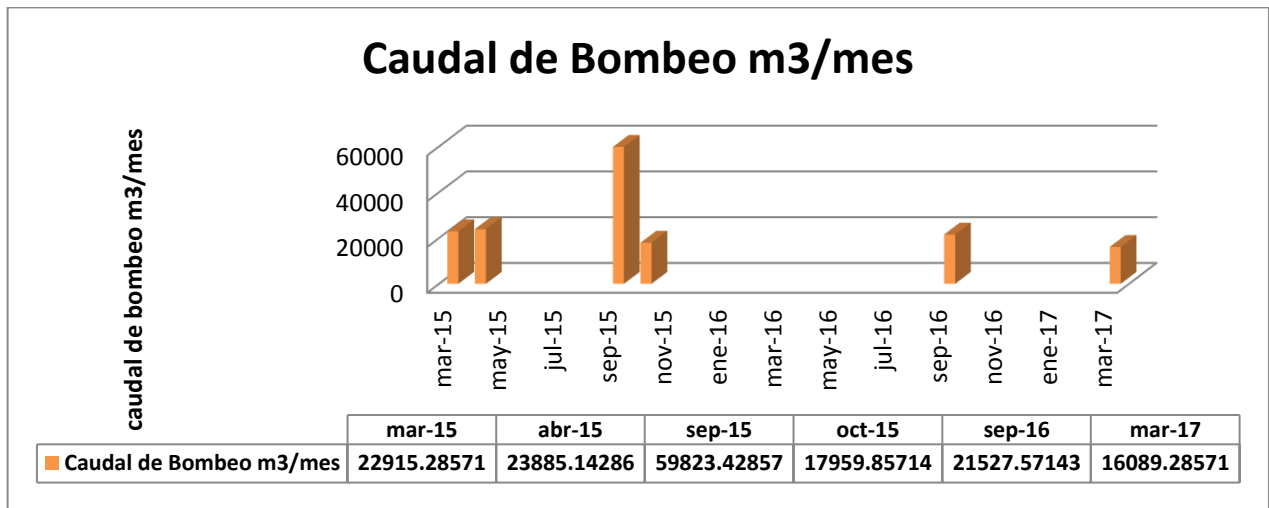
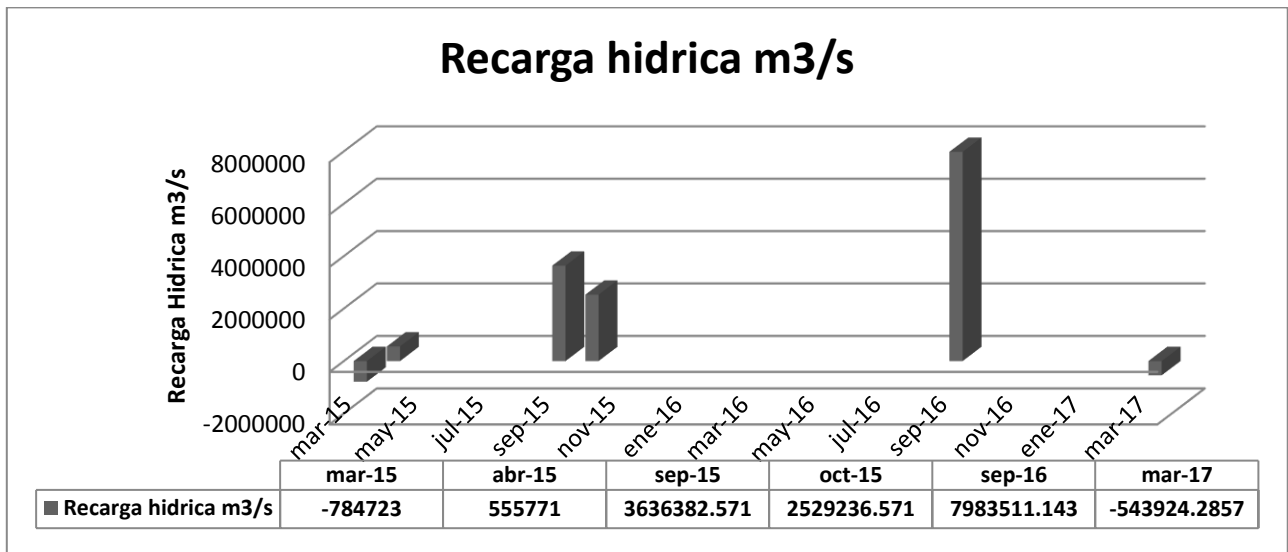


Tabla 21 Caudal de bombeo en los 2015, 2016 y 2017. Fuentes los autores.

La recarga hídrica en el mes de marzo es negativa, es decir que la descarga es mayor que lo que se recarga en el acuífero, esto es debido a que en los meses de sequia, como su nombre lo indica no llueve casi, que es una de las principales fuente de recarga de los acuíferos, por otra parte se puede observar que hay un aumento y ya el valor pasa a positivo, debido a que eso meses están en los periodo lluvioso. A continuación una grafica de los meses en estudio.



**Tabla 22 La Recarga hídrica promedio del año 2015 , 2016 y 2017,
Fuente los autores**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. Los estudios físico-químicos y bacteriológicos realizados a la muestra de aguade los pozos de Bombeo del pozo #6 A. C. conjunto residencial El Tulipán. Coordenadas 613.536,88 E; 1.134.540,80 N, En el pozo N°3 en C.A Cigarrera Begott de la Zona Industrial Castillito, coordenadas UTM 613950E; 1127884N. Elevación: 434 msnm. Y el pozo de lamdesandi Coordenadas UTM 613796E; 1130970N. Elevación: 459 msnm. Zona centro; realizado por el Laboratorio Ambiental Aragua, Dirección Estatal para Ecosocialismo y Aguas arrojaron valores aceptables según las especificaciones contenidas en la Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable Gaceta N° 36.395, La Norma para la Clasificación y el Control de la

Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia, Gaceta N° 5305 y la Norma de Calidad de aguas naturales, industriales y residuales COVENIN 2771-91, siendo el agua subterránea contenida en el pozo apta para el consumo humano.

2. La variación del nivel estático y dinámico de los Pozos de Bombeo se mantuvieron en rangos aceptables a lo largo del tiempo, lo cual indica que los pozos no se encuentra sobreexplotado. Aun cuando en la grafica de recarga dan valores negativos; podemos concluir que es debido a que en Venezuela existen dos estaciones climáticas: verano e invierno, donde se divide el año en dichas estaciones. Cabe destacar que en estos dos últimos año se a incrementado la sequia de una manera considerable afectando la calidad humano y generando una crisis de abastecimiento en la sociedad.
3. El conocimiento de la evapotranspiración de un lugar, del que se tienen registros de precipitación, permite establecer su balance hídrico anual. En esta forma es posible conocer la cantidad de agua que realmente se evapora desde el suelo y transpiran las plantas en ese lugar, la cantidad de agua almacenada por el suelo y la que se pierde por derrame superficial y profundo.
4. Como la evapotranspiración y la precipitación son dos elementos climáticos independientes, su marcha anual difícilmente coincide en un mismo punto de la tierra, por lo que en algunos lugares existen períodos en los cuales la necesidad de agua está ampliamente satisfecha por las lluvias y otros en los que se carece de las cantidades de agua requerida. De esta manera, habrá meses con agua suficiente y meses en que se registre exceso o deficiencia de agua en forma manifiesta. También pueden ocurrir casos extremos en que durante todo el año las precipitaciones sobrepasen

las necesidades de agua o viceversa. Como lo podemos observar en los mapas

Recomendaciones

- 1- Realizar la prueba de caudal variable a todos o la gran mayoría de los pozos de la zona del Municipio San Diego del Estado Carabobo, para tener una mejor estimación de los parámetros hidráulicos del acuífero.
- 2- Realizar estos estudios al menos dos veces al año para tener mejor control sobre el estado actual y comportamiento del acuífero.
- 3- Las precipitaciones y temperaturas obtenidas por el INAMEH y la Base Naval, cabe resaltar que no se ubicaron estaciones relativamente mas cercanas por la ausencia de datos en estos Organismos.

Bibliográfica.

Arias. F. (1999). El proyecto de Investigación. **Guía para su Elaboración**. Quinta edición. Caracas: Editorial Episteme.

Arias. F. (2006). El proyecto de Investigación. **Introducción a la Metodología Científica**. Quinta edición. Caracas: Editorial Episteme.

Carrillo E., V. (2015) Trabajo de maestría titulado **Vulnerabilidad Hidrogeológica del Acuífero del Municipio San Diego, estado Carabobo**. Área de Estudios de Postgrado Universidad de Carabobo.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999, diciembre 30). **Gaceta Oficial de la República de Venezuela**, 5305

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999, diciembre 30). **Gaceta Oficial de la República de Venezuela**, 36.895

COUGHANOWR, C. Groundwater. UNESCO, 1991.

COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 2771 (1991). Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Determinación de Dureza.

COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 3124 (2001). Agua Potable. Método de Determinación del Numero más probables de Bacterias Coliformes.

Daza, A. Betzabeth, M. Terán, S. Frank, E. (2015) Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego durante el año 2014. (Caso: sector sur y zona industrial). Área de estudios de pregrado universidad de Carabobo.

Díaz R., B. (2015) **Gestión Municipal del Agua y la Salud de la Población**. Trabajo de Maestría. Programa Gestión Ambiental Sostenible. Universidad Bicentennial de Aragua.

Diccionario de la Real Academia Española (2016) en línea. Consultado el 15 de junio 2016. Disponible en [http:// www.wordreference.com /es/en/frames.aspx? es =acu%C3%ADfero](http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=acu%C3%ADfero).

Freeze, R. A. y J. A. Cherry (1979). **Groundwater**. prentice-hall, 604 pp.

G.E. Figueroa –Vegas, 1984, in Guidebook to Studies of Land Subsidence due to Ground-Water Withdrawal, UNESCO/HP.

G.W. Tomas 1985, in Water and Water Policy in World food Supplies.

Issar, A and R. Passchier. 1990. Hydrogeological Provinces. Groundwater Recharge. A Guide to understanding and Estimating Natural Recharge. International Association of Hydrogeologists. Hense GmbH & Co KG. Hannover.

Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Fernando Decarli R., 2008, "Taller Sobre Fortalecimiento de Capacidades de Investigación y Desarrollo Para la Gestión Integral de Aguas Subterráneas", Experiencia Piloto: Estado Falcón. AGUAS SUBTERRÁNEAS EN VENEZUELA.

Mercado S., A, Rodríguez C, Raúl (2014) Elaboración de mapas de propiedades hidrogeoquímicas del acuífero del municipio san diego. Caso: zona centro a, b y c. área de estudios de pregrado universidad de Carabobo.

Naciones Unidas, 1986, Ground Water in Continental Asia.

Samper Calvete, F. J. (1997). Métodos de evaluación de la recarga por la lluvia por balance de agua: utilización, calibración y errores (Evaluation methods of rain water recharge from water balance: utility, calibration and errors). En: La Evaluación de la recarga a los acuíferos en la Planificación Hidrológica. Las Palmas de Gran Canarias. 1997. AIH-GE. 41-81.

Sánchez S., F. (2014) **Conceptos Fundamentales de Hidrogeología**. Dpto. de Geología Universidad Salamanca España. Consultado el 24 de junio 2016. Disponible en [http:// hidrologia.usal.es](http://hidrologia.usal.es).

UNESCO, Medio Ambientales y Desarrollo, “Aguas Subterráneas”.

ANEXO

Determinar los procesos físico y químico del acuífero, Municipio San Diego, Estado Carabobo.



DIRECCION ESTADAL PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS ARAGUA

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: **MARITZA ROMERO Y MARIANGEL PALMA**
 LUGAR DE CAPTACION: **SALIDA POZO PROFUNDO EMPRESA BIGOTT**
 MOTIVO ANALISIS: **CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
 APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: **AGUAS CRISTALINAS E INODORAS**
 TIPO DE MUESTRA: **SIMPLE**
 FECHA DE CAPTACION: **30/09/2016**
 DIRECCION: **EMPRESA BIGOTT, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**
 OBSERVACIONES: **LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.**

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	μS/cm	568	N.A	.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	312	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	259	N.A	.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	53	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	255	N.A	.....
4500HB	pH		7,00	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	369	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	10	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	49	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	Suma nitrito y nitrato < 10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	1,5		
3500-D	CALCIO	mg/L	104	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	19	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	< 1,1	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A	.....

* Decreto 3.219. Capítulo II. Artículos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999

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

Análisis realizados por:

MSc. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida de la Empresa Bigott, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1; "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

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

Lcdo. Alejandro Valles
 Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental



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



DIRECCION ESTADAL PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS ARAGUA

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: **MARITZA ROMERO Y MARIANGEL PALMA**
 LUGAR DE CAPTACION: **SALIDA POZO PROFUNDO URB. VALLE VERDE**
 MOTIVO ANALISIS: **CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
 APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: **AGUAS CRISTALINAS E INODORAS**
 TIPO DE MUESTRA: **SIMPLE**
 FECHA DE CAPTACION: **30/09/2016**
 DIRECCION: **URBANIZACION VALLE VERDE, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**
 OBSERVACIONES: **LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.**

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1A*	SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	$\mu S/cm$	365	N.A		.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l $CaCO_3$	158	500		CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l $CaCO_3$	110	N.A		.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l $CaCO_3$	48	N.A		.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l $CaCO_3$	175	N.A		.....
4500HB	pH		7,14	6,0 - 8,5		CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	237	1.500		CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	5	600		CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	18	400		CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	Suma nitrito y nitrato < 10		CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	< 0,1			
3500-D	CALCIO	mg/L	44	N.A		.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	12	N.A		.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	< 1,1	< 2.000		CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALIS	NMP/100 ml	< 1,1	N.A		.....

* Decreto 3.219. Capitulo II. Articulos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", publicado en Gaceta Oficial N° 5.305 Extraordinaria del 01/02/1.999

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

Análisis realizados por:

MSc. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas del pozo profundo en Urb. Valle Verde, en el municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1; "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

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

Lcdo. Alejandro Valles
 Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental



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



DIRECCION ESTADAL PARA ECOSOCIALISMO Y AGUAS ARAGUA

PLANILLA DE RESULTADOS

SOLICITADO POR: **MARITZA ROMERO Y MARIANGEL PALMA**
 LUGAR DE CAPTACION: **SALIDA POZO PROFUNDO URB. TULIPAN**
 MOTIVO ANALISIS: **CALIDAD FISICO - QUIMICA Y BACTERIOLOGICA AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
 APARIENCIA DE LAS MUESTRAS: **AGUAS CRISTALINAS E INODORAS**
 TIPO DE MUESTRA: **SIMPLE**
 FECHA DE CAPTACION: **30/09/2016**
 DIRECCION: **URBANIZACION TULIPAN, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**
 OBSERVACIONES: **LAS MUESTRAS FUERON CAPTADAS POR EL INTERESADO PREVIA INDUCCION.**

CODIGO	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	AGUA TIPO 1. SUB-TIPO 1A*	OBSERVACION
2510-B	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	µS/cm	254	N.A	.....
2340-C	DUREZA TOTAL	mg/l CaCO ₃	104	500	CUMPLE
3500-D	DUREZA CALCICA	mg/l CaCO ₃	44	N.A	.....
3500-Mg-E	DUREZA MAGNESICA	mg/l CaCO ₃	60	N.A	.....
2320-B	ALCALINIDAD	mg/l CaCO ₃	122	N.A	.....
4500HB	pH		7,12	6,0 - 8,5	CUMPLE
2540-C	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/L	165	1.500	CUMPLE
4500-B	CLORURO	mg/L	8	600	CUMPLE
4500-E	SULFATO	mg/L	15	400	CUMPLE
4500-C	NITRITO (N)	mg/L	< 0,01	Suma nitrato y nitrito < 10	CUMPLE
4500-C	NITRATO (N)	mg/L	< 0,1		
3500-D	CALCIO	mg/L	11	N.A	.....
3500-E	MAGNESIO	mg/L	15	N.A	.....
9221-B	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	< 1,1	< 2.000	CUMPLE
9221-C	COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	< 1,1	N.A	.....

* Decreto 3.219. Capítulo II. Artículos 5 y 8. De la clasificación de las aguas. "Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas". N.A: No Aplica un valor en las normas.

Análisis realizados por:

MSc. Luisa Durán

Conclusión

La evaluación realizada a las aguas captadas a la salida de la Urbanización Tulipan, municipio San Diego, estado Carabobo, indican que las mismas, cumplen con los rangos máximos permitidos de los parámetros analizados, se encuentran dentro de los límites establecidos en el artículo 8 del Decreto N° 3.219 de fecha 13/01/1.999, publicado en Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.305 Extraordinario de fecha 01/02/1.999 el cual contiene las "Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de las Aguas de la Cuenca del Lago de Valencia", y se clasifican como Tipo 1; "Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él", desagregada en "Aguas Sub-Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes" de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del decreto antes mencionado.

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

Lcdo. Alejandro Valles
 Coordinador (e) Lab. Calidad Ambiental



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

ANEXO

Resultados para Estimar la Recarga y Descarga del acuífero; Municipio San Diego

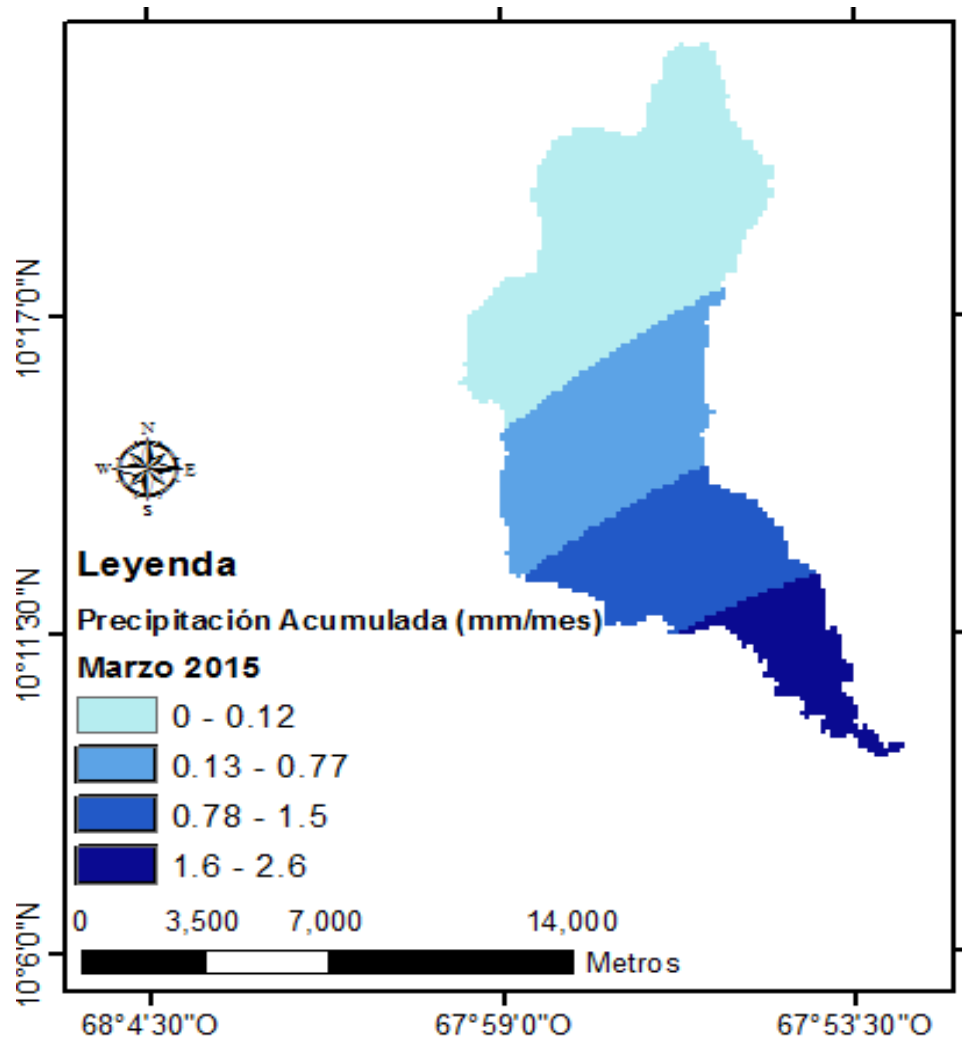


Figura13. Ejemplo de mapa de Precipitación acumulada en (mm/mes), de marzo del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una precipitación de 0 a 0,12 mm/mes, en la región central la precipitación fue de 0,13 a 1,5 y en la región sur la precipitación fue de 1,6 a 2,6; obteniendo como resultado un mapa de precipitación muy baja. Fuente los Autores.

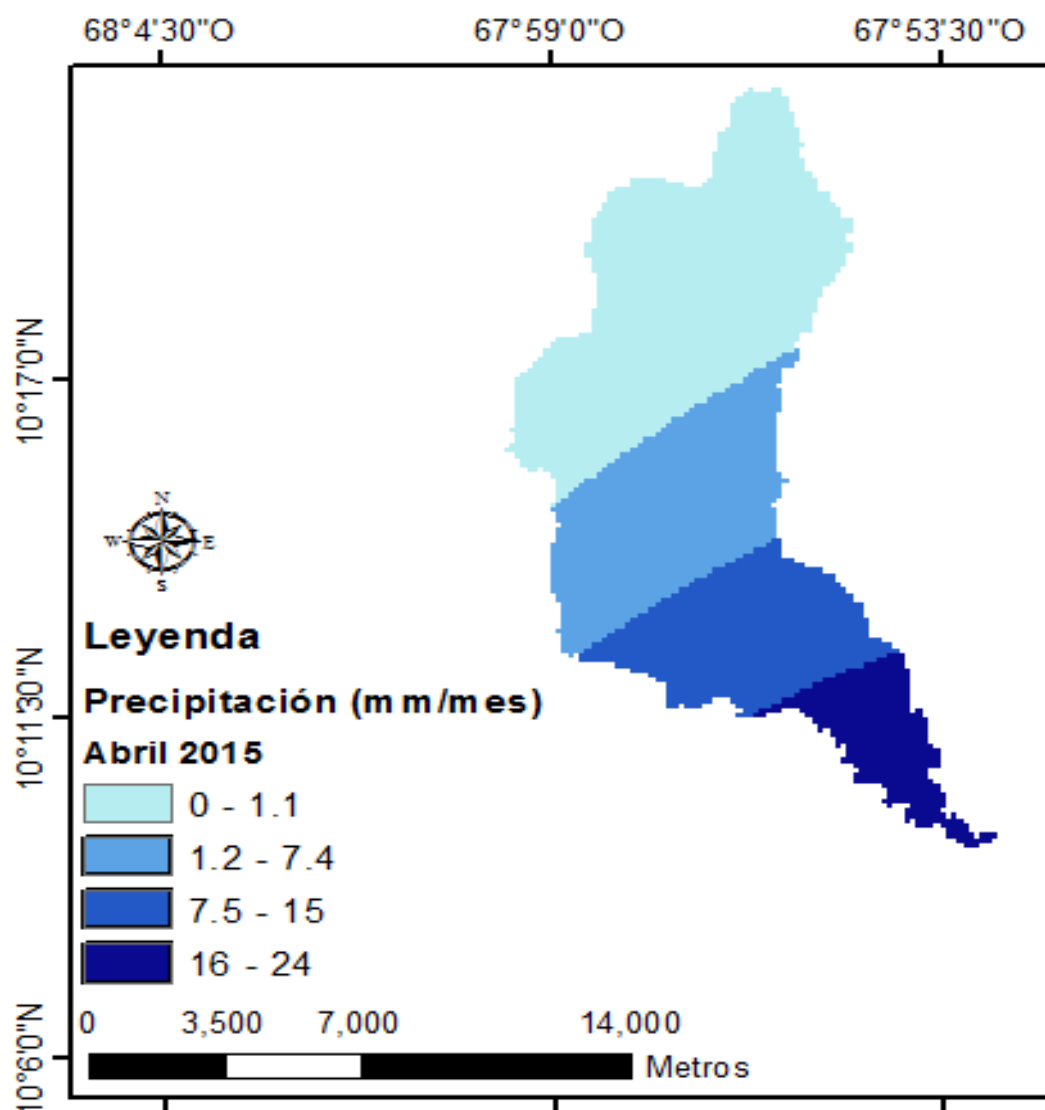


Figura 14. Ejemplo de mapa de Precipitación acumulada en (mm/mes), de abril del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una precipitación de 0 a 0,11 mm/mes, en la región central la precipitación fue de 0,12 a 15 y en la región sur la precipitación fue de 16 a 24; obteniendo como resultado un mapa de precipitación medianamente baja. Fuente los Autores.

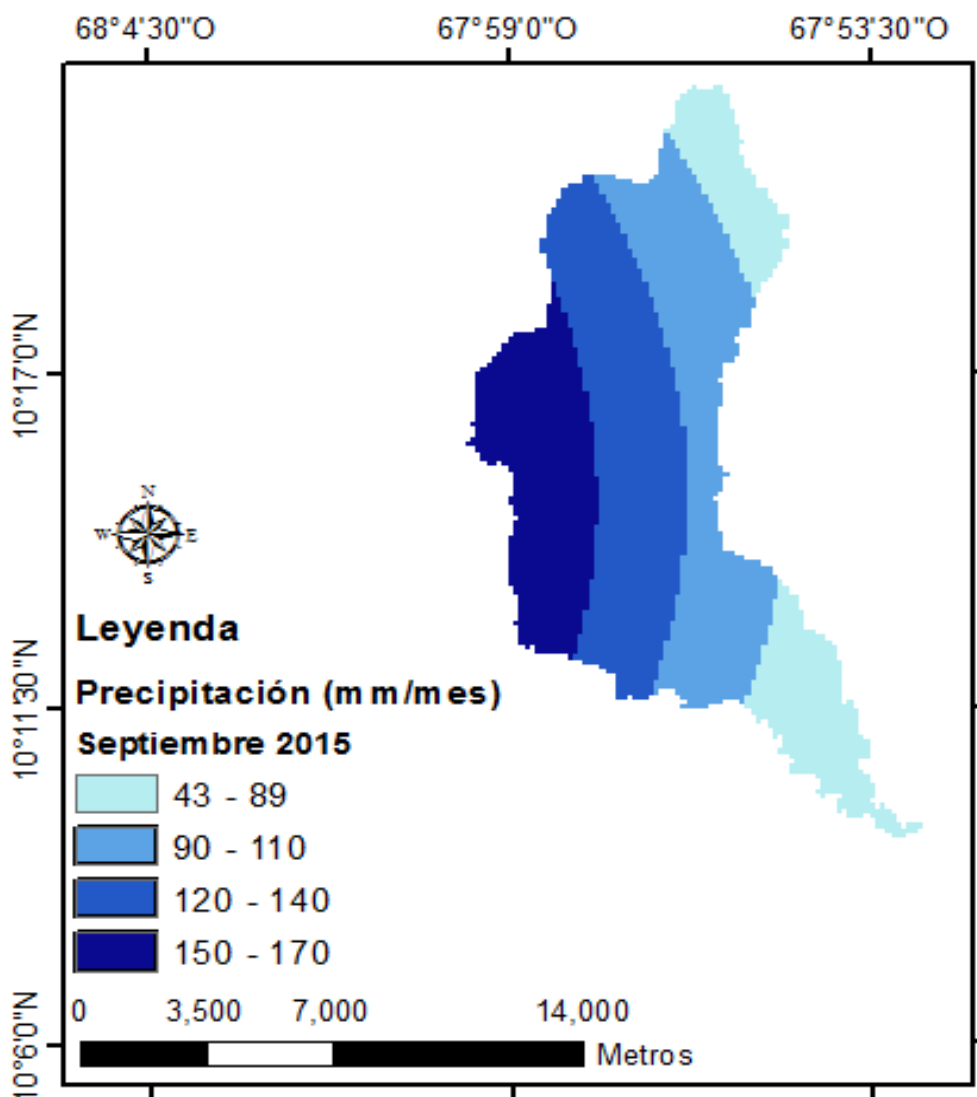


Figura14. Ejemplo de mapa de Precipitación acumulada en (mm/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una precipitación de 43 a 89 mm/mes, en la región central la precipitación fue variada se puede ver los diferentes cambios de color en el mapa mostrado y en la región sur la precipitación fue de 43 a 89; obteniendo como resultado un mapa de precipitación moderado.Fuente los Autores.

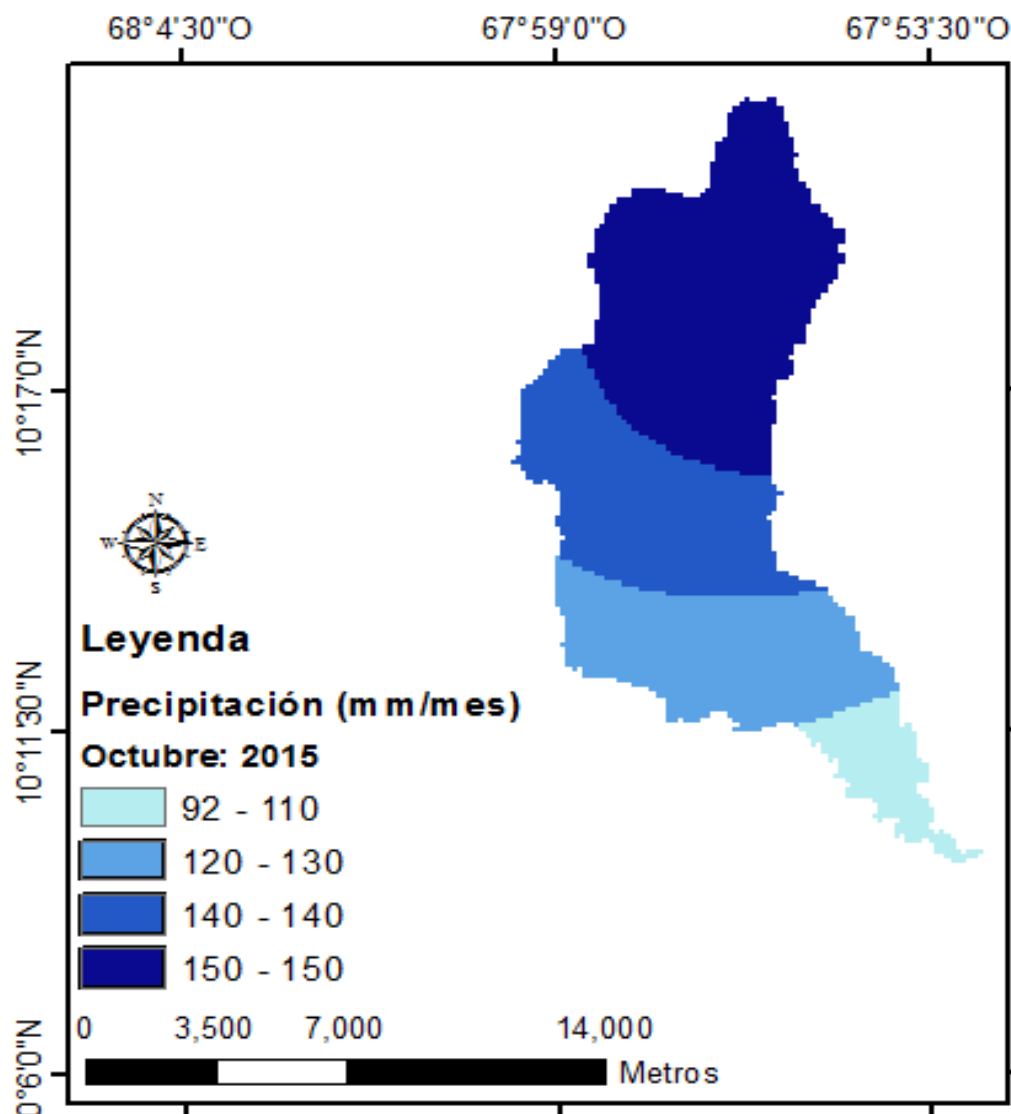


Figura15. Ejemplo de mapa de Precipitación acumulada en (mm/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una precipitación de 150 mm/mes, en la región central la precipitación fue 120 a 140 y en la región sur la precipitación fue de 92 a 110; obteniendo como resultado un mapa de precipitación alta en la región norte. Fuente los Autores.

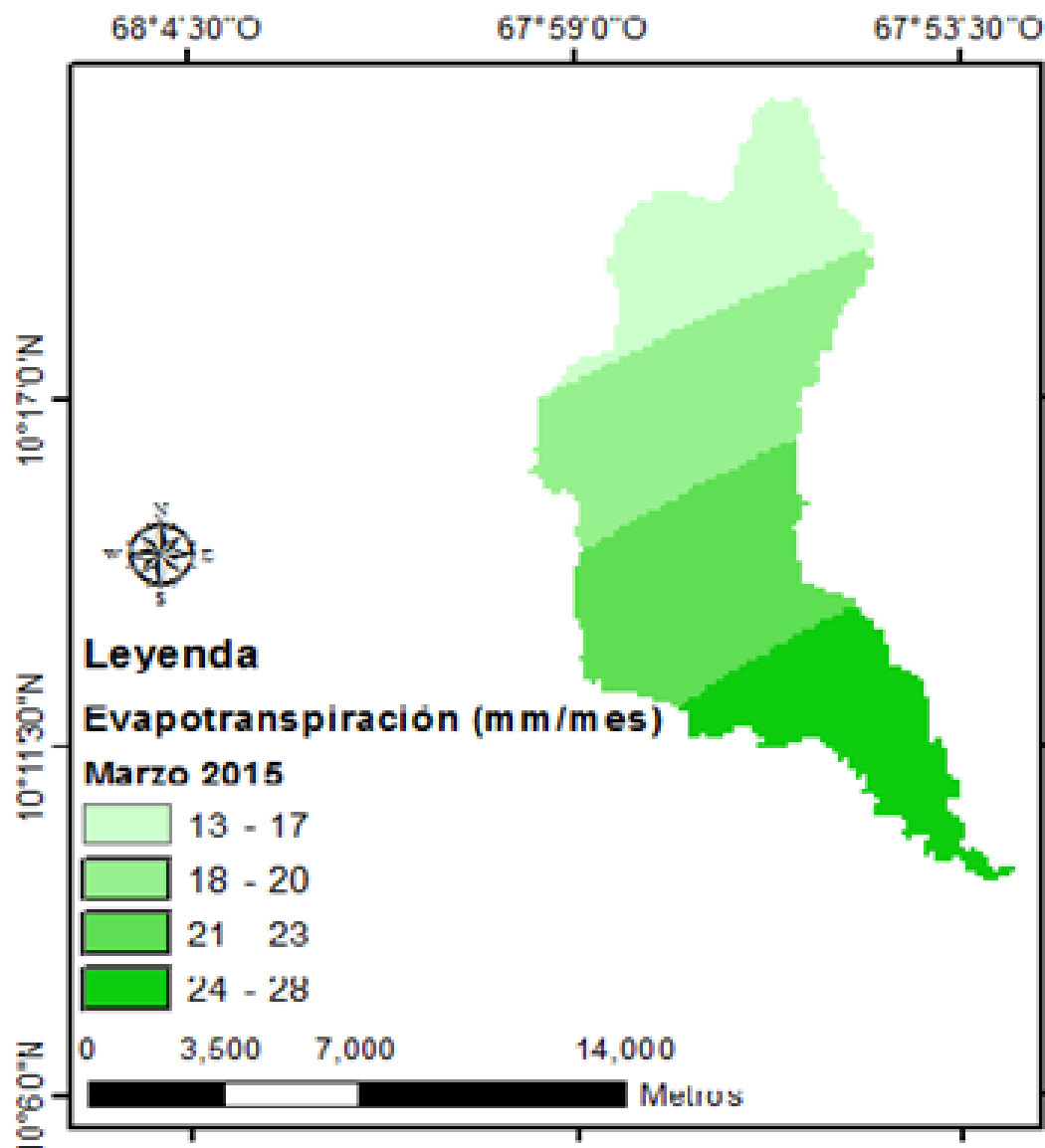


Figura16. Ejemplo de mapa de Evapotranspiración promedio en (mm/mes), de marzo del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una evapotranspiración de 13 a 17 mm/mes, en la región central fue entre 18 a 20 mmm/mes y 21 a 23 mm/mes y en la región sur la precipitación fue de 24 a 28 mm/mes. Fuente los Autores.

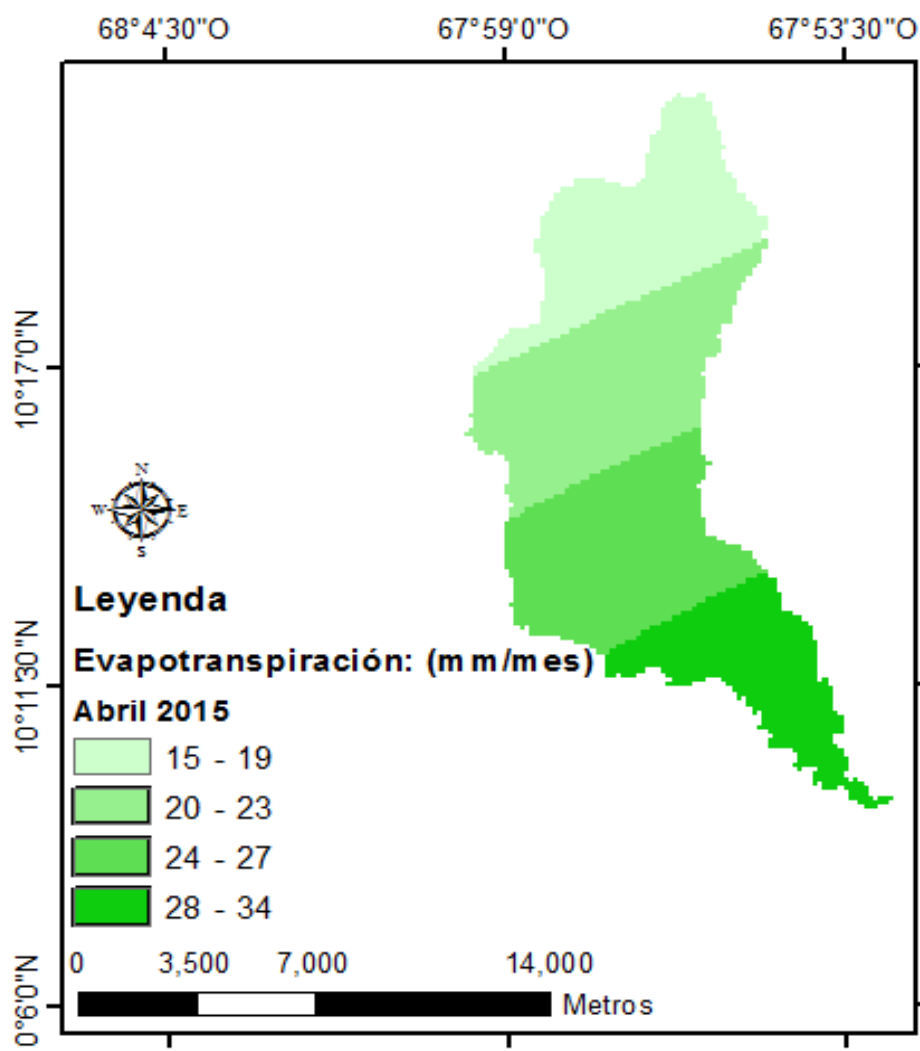


Figura17. Ejemplo de mapa de Evapotranspiración promedio en (mm/mes), de abril del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una evapotranspiración de 15 a 19 mm/mes, en la región central fue entre 20 a 23 mmm/mes y 24 a 27 mm/mes y en la región sur la precipitación fue de 28 a 34 mm/mes.

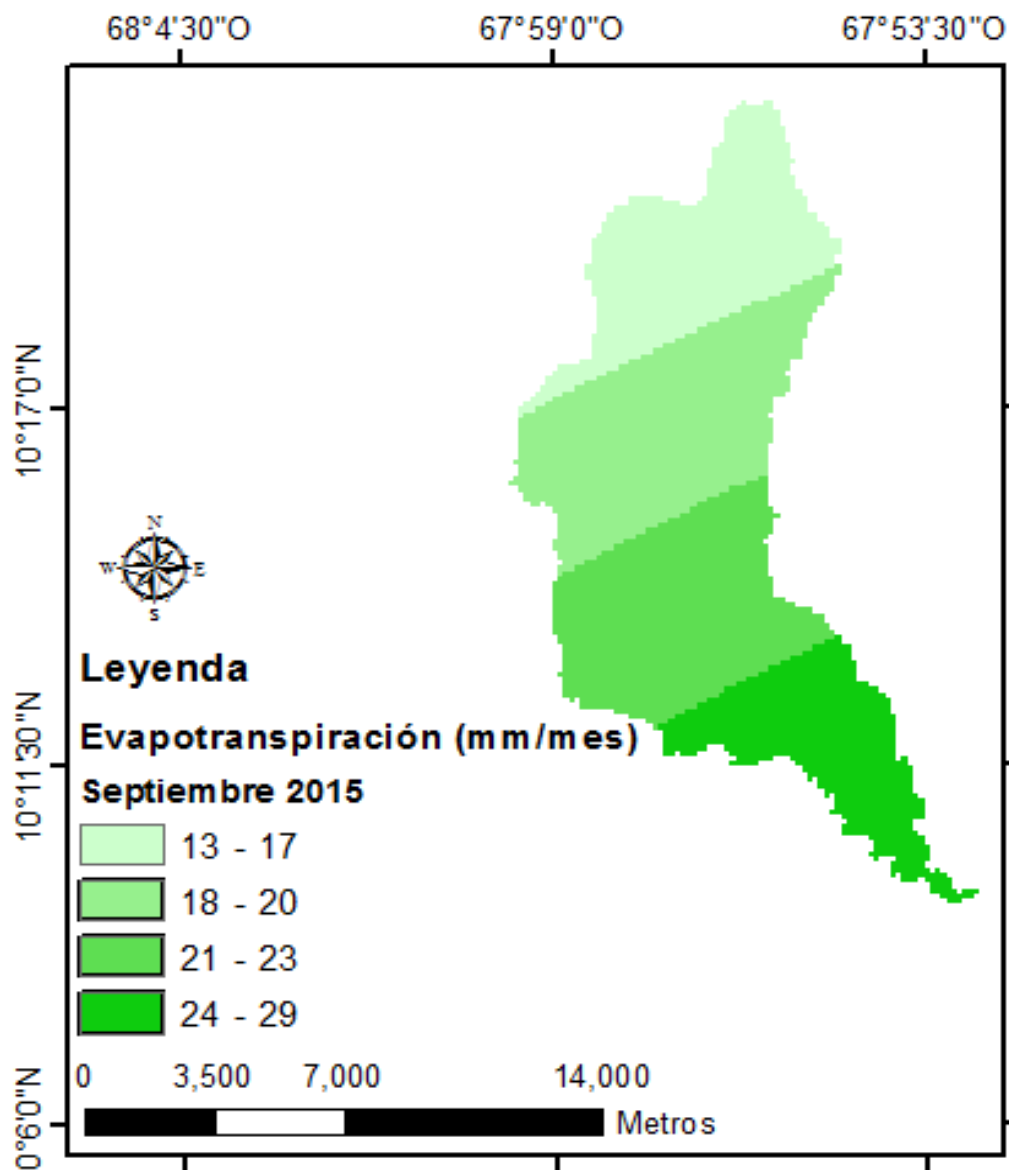


Figura18. Ejemplo de mapa de Evapotranspiración promedio en (mm/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una evapotranspiración de 13 a 17 mm/mes, en la región central fue entre 18 a 20 mmm/mes y 21 a 23 mm/mes y en la región sur la precipitación fue de 24 a 29 mm/mes.

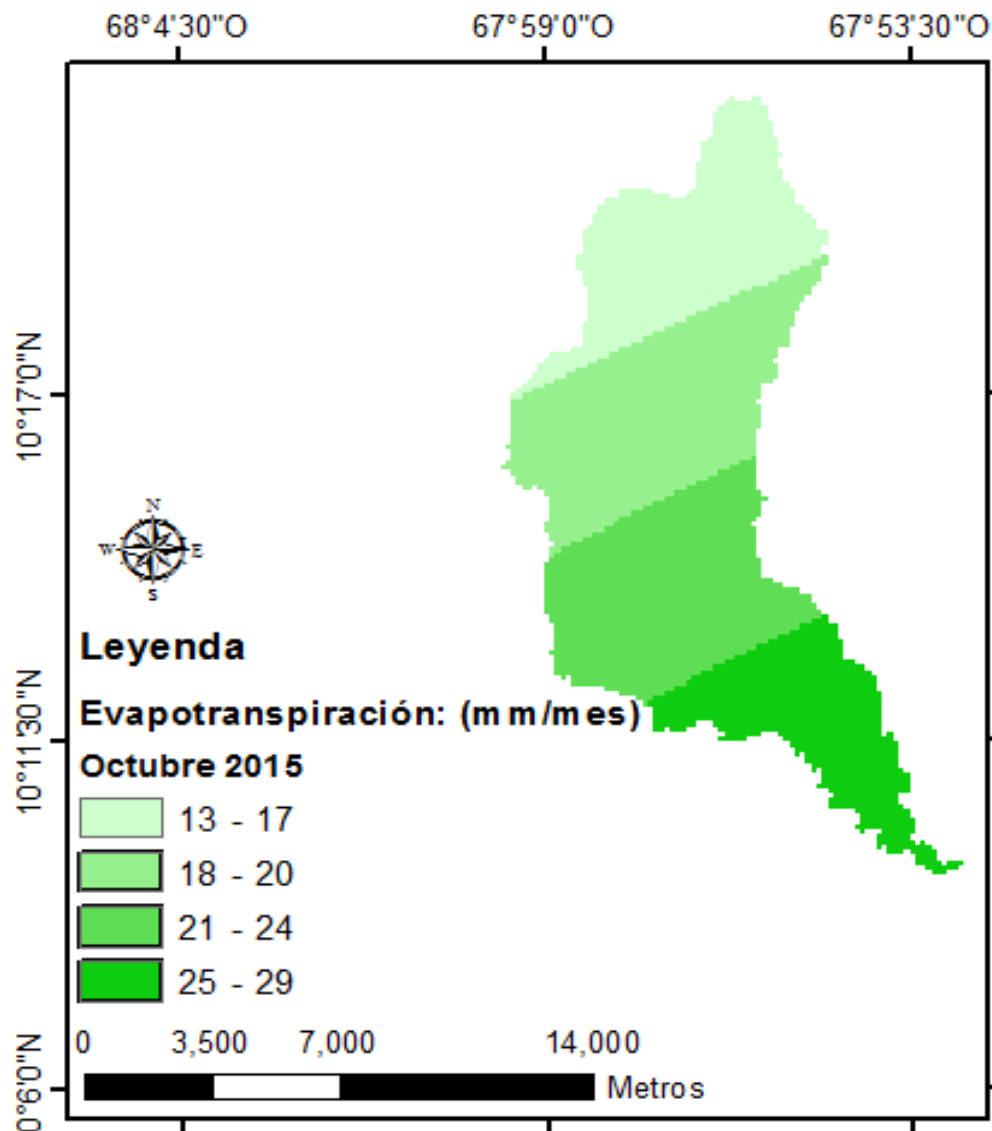


Figura19. Ejemplo de mapa de Evapotranspiración promedio en (mm/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. Se observa que la región norte del Municipio San Diego hubo una evapotranspiración de 13 a 17 mm/mes, en la región central fue entre 18 a 20 mmm/mes y 21 a 23 mm/mes y en la región sur la precipitación fue de 25 a 29 mm/mes.

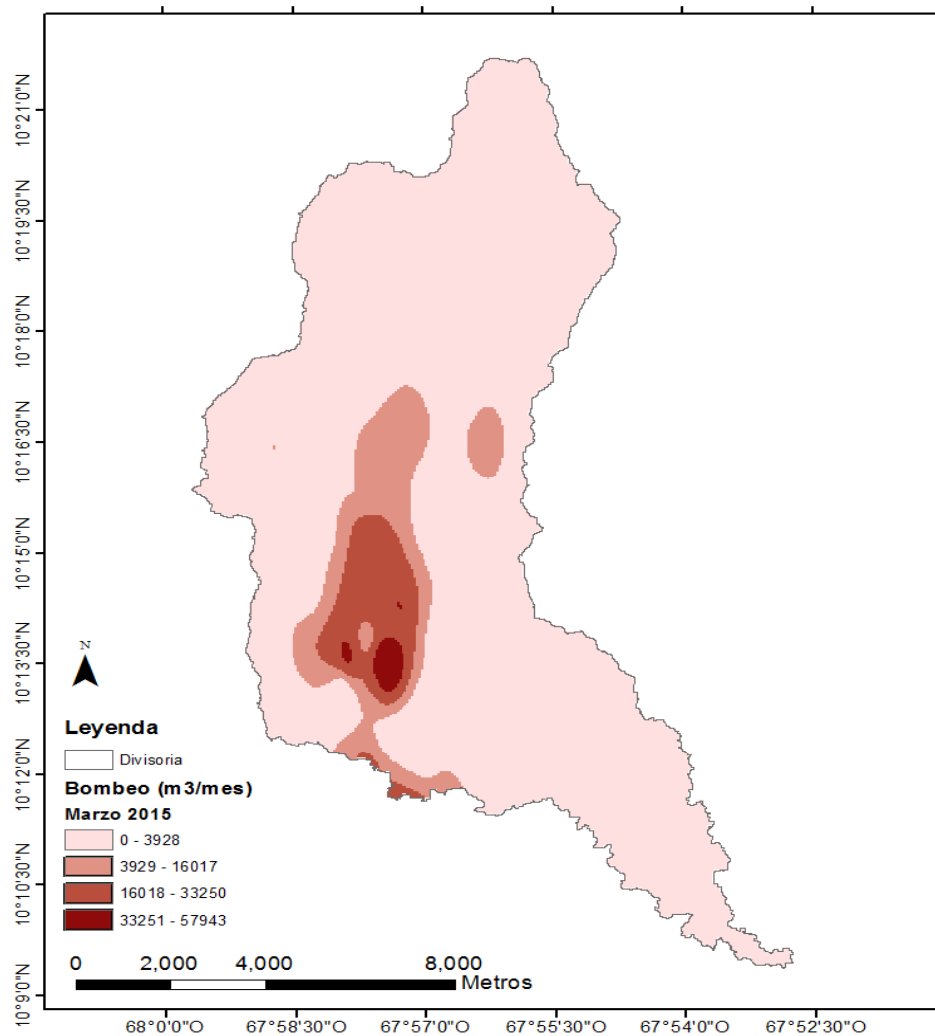


Figura20. Ejemplo de mapa de bombeo en (m³/mes), de marzo del 2015, con la leyenda a color. La región norte del Municipio San Diego hubo una extracción de 0 a 3928 m³/mes, en la región central fue entre 3929 a 16017 m³/mes y 16018 a 33250 mm/mes y en la región sur fue de 0 a 3928 m³/mes.

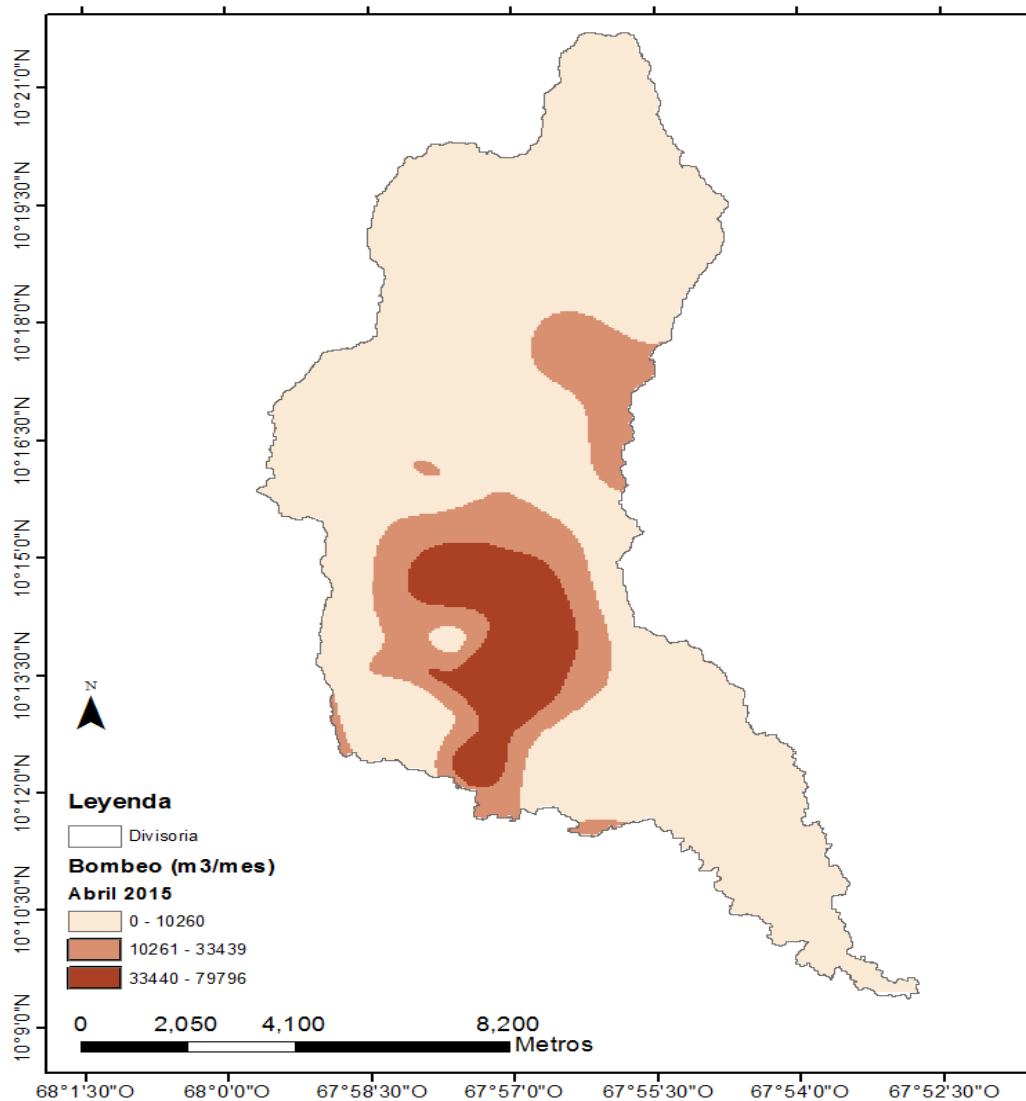


Figura21. Ejemplo de mapa de bombeo en (m3/mes), de abril del 2015, con la leyenda a color. La región norte del Municipio San Diego hubo una extracción de 0 a 10260 m3/mes, en la región central fue entre 10261 a 33439 m3/mes y 33440 a 79796 mm/mes y en la región sur fue de 0 a 10260 m3/mes.

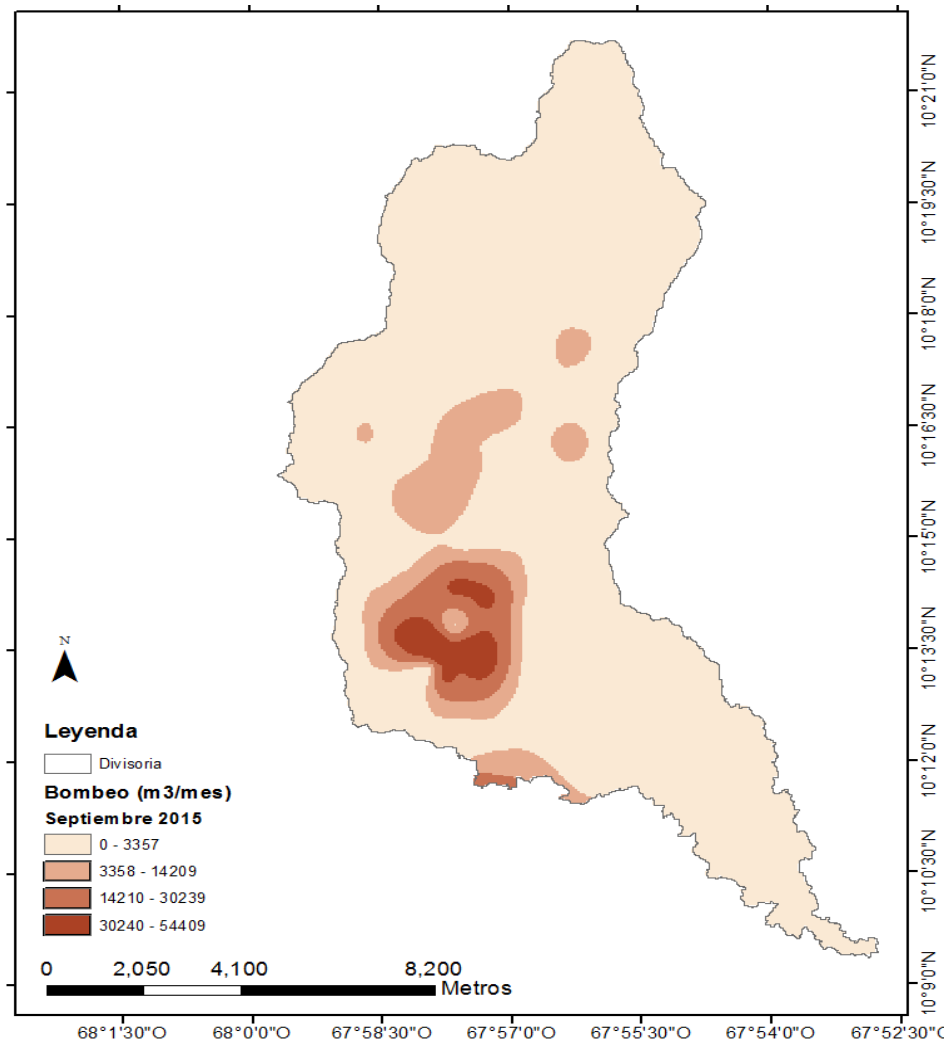


Figura22. Ejemplo de mapa de bombeo en (m3/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. La región norte del Municipio San Diego hubo una extracción de 0 a 3357 m3/mes, en la región central fue entre 3358 a 54409 m3/mes y en la región sur fue de 0 a 3357 m3/mes.

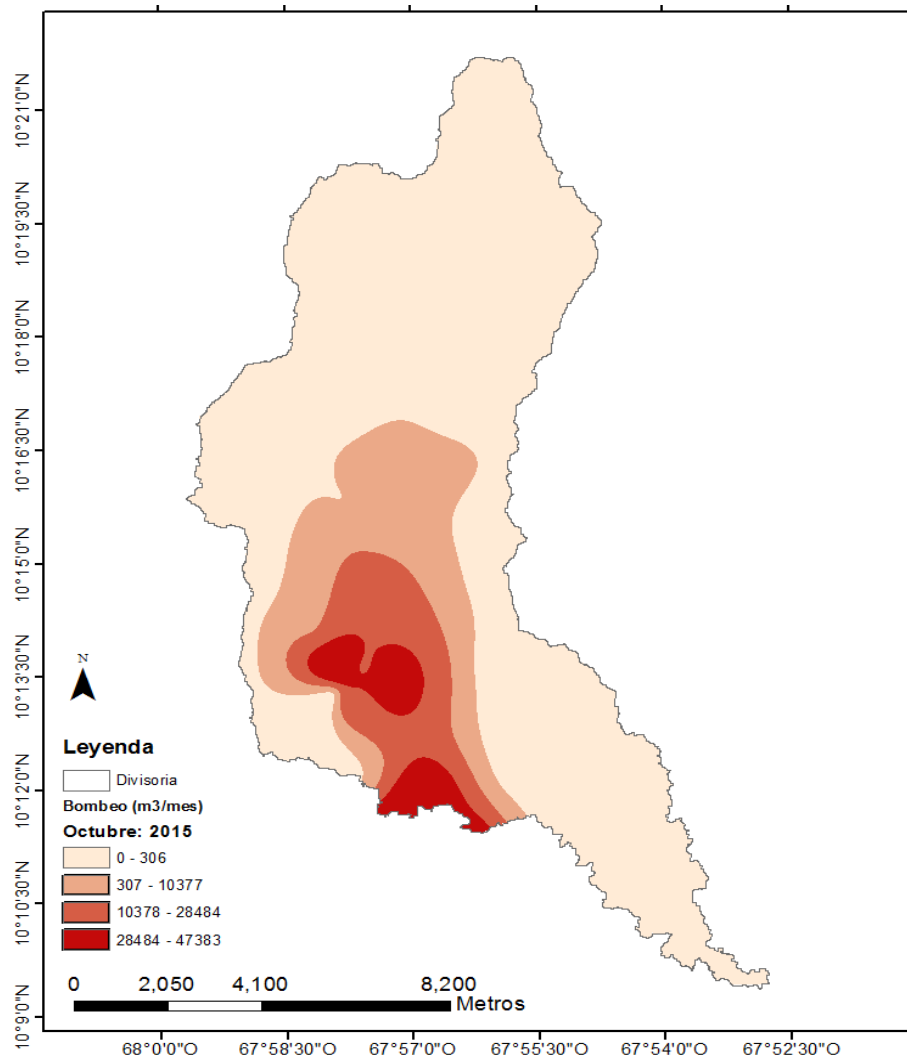


Figura23.Ejemplo de mapa de bombeo en (m3/mes), de octubre del 2015, con la leyenda a color. La región norte del Municipio San Diego hubo una extracción de 0 a 306 m3/mes, en la región central fue entre 307 a 47383 m3/mes y en la región sur fue de 0 a 3928 m3/mes.

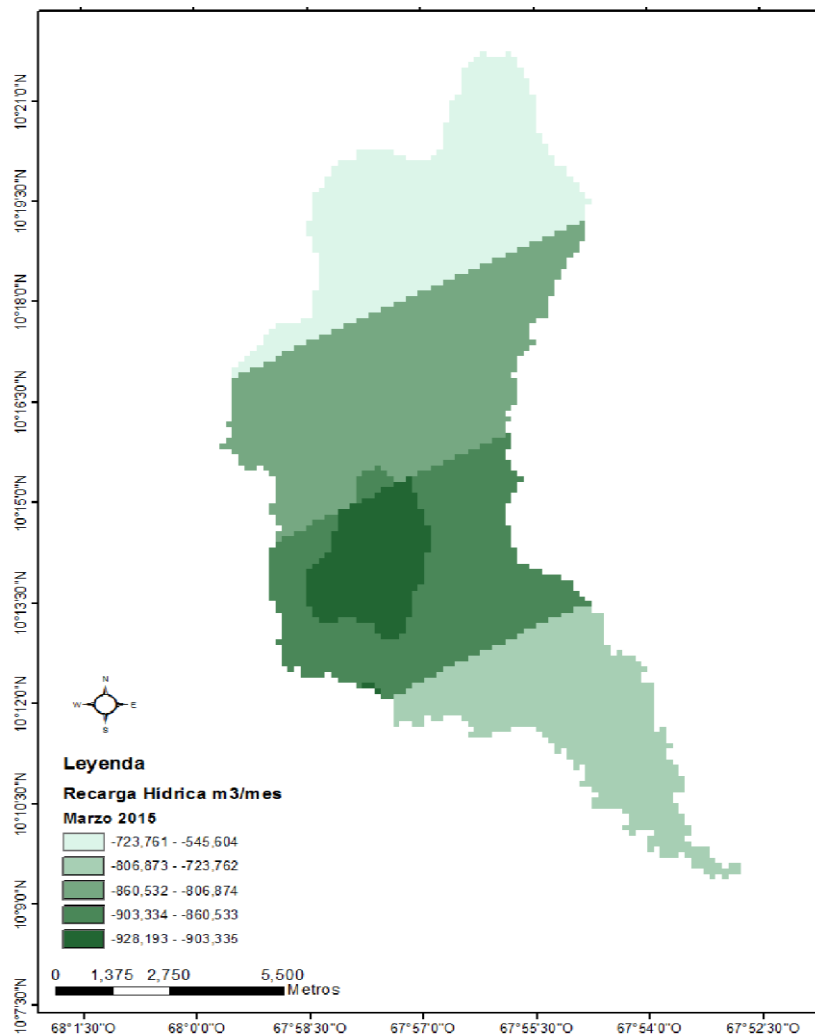


Figura24. Ejemplo de mapa de recarga en (m3/mes), de marzo del 2015, con la leyenda a color. Los valores que se pueden visualizar todos son negativos tanto en la zona norte, central y sur del municipio. Con una rango que va desde -723,761 a -903,335 m3/mes. En la zona norte y sur se mantiene con el mismo rango de -606.873 m3/mes a 723.762 m3/mes y la central varia dando como resultado un rango que va desde 860.532 m3/mes a 860.533 m3/mes.

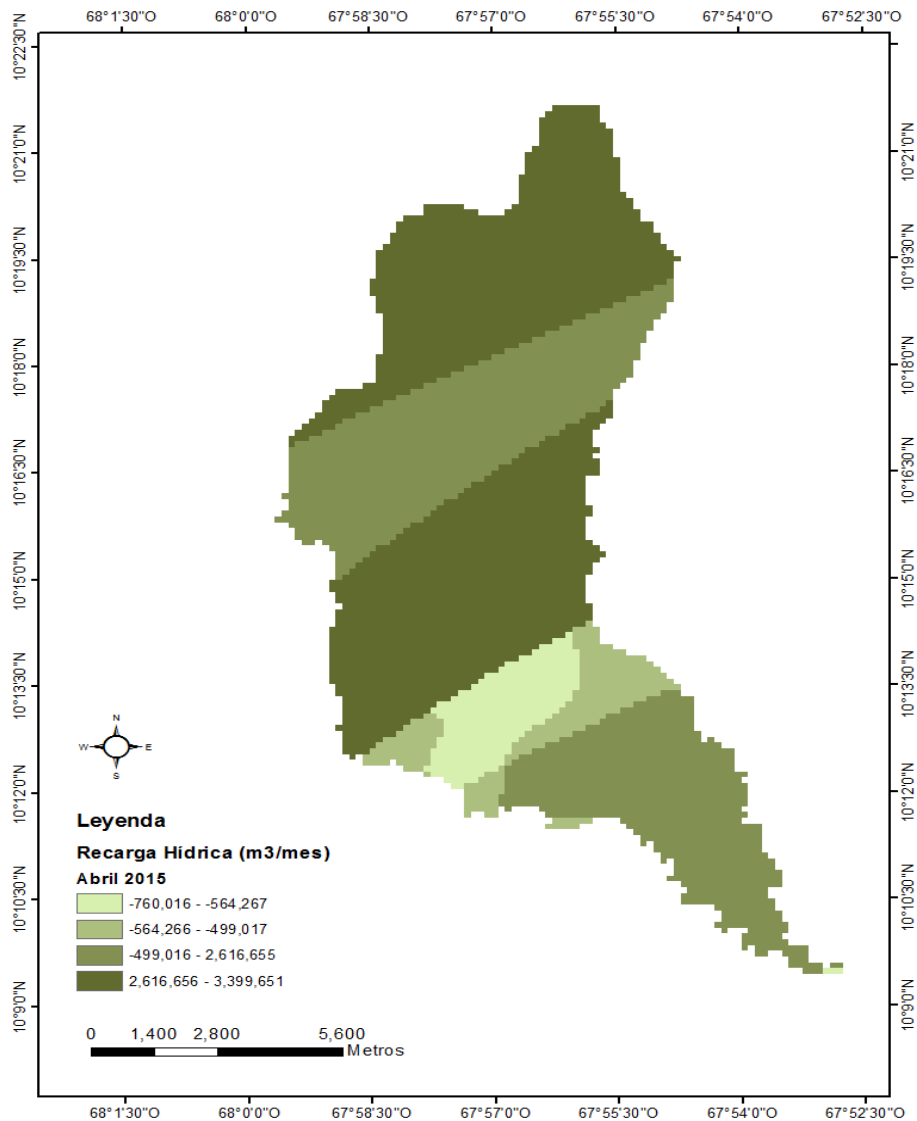


Figura25. Ejemplo de mapa de recarga en (m3/mes), de abril del 2015, con la leyenda a color. Los valores que se pueden visualizar tanto en la zona norte, central y sur del municipio van desde -760,016 a 3399,651 m3/mes. Zona norte de 2.616.656 m3/mes a 3.399.651 m3/mes; zona central predominando el mismo rango de la zona norte y en el sur del municipio va desde 2.616.656 m3/mes a 3.399.651 m3/mes.

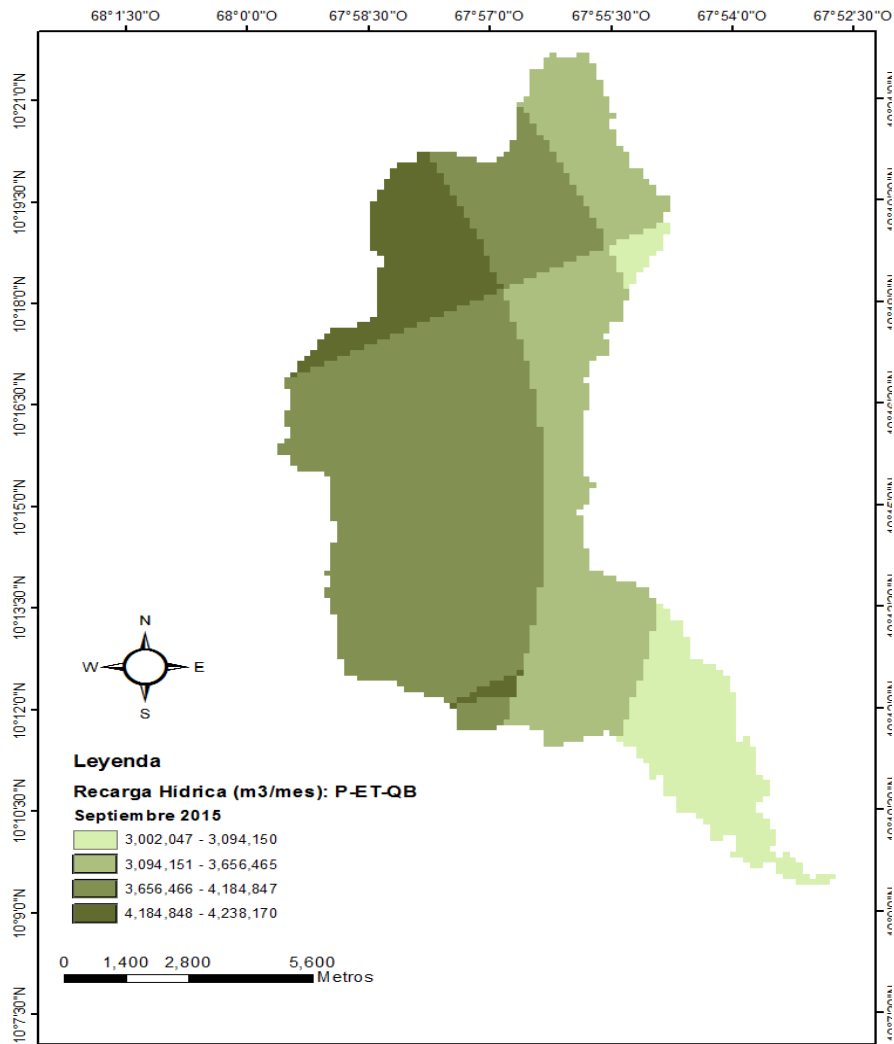


Figura26. Ejemplo de mapa de recarga en (m3/mes), de septiembre del 2015, con la leyenda a color. Los valores obtenidos son favorable en este mes, tanto en la zona norte, central y sur del municipio. Con una rango que va desde 3002,047 a 4234,170 m3/mes. Zona norte de 3.094.151 m3/mes a 3.656.465 m3 /mes, zona centro predominando de 3.656.466 m3/mes a 4.184.847 m3/mes y en la zona sur de 3.002.047 m3/mes a 3.094.150 m3 /mes.

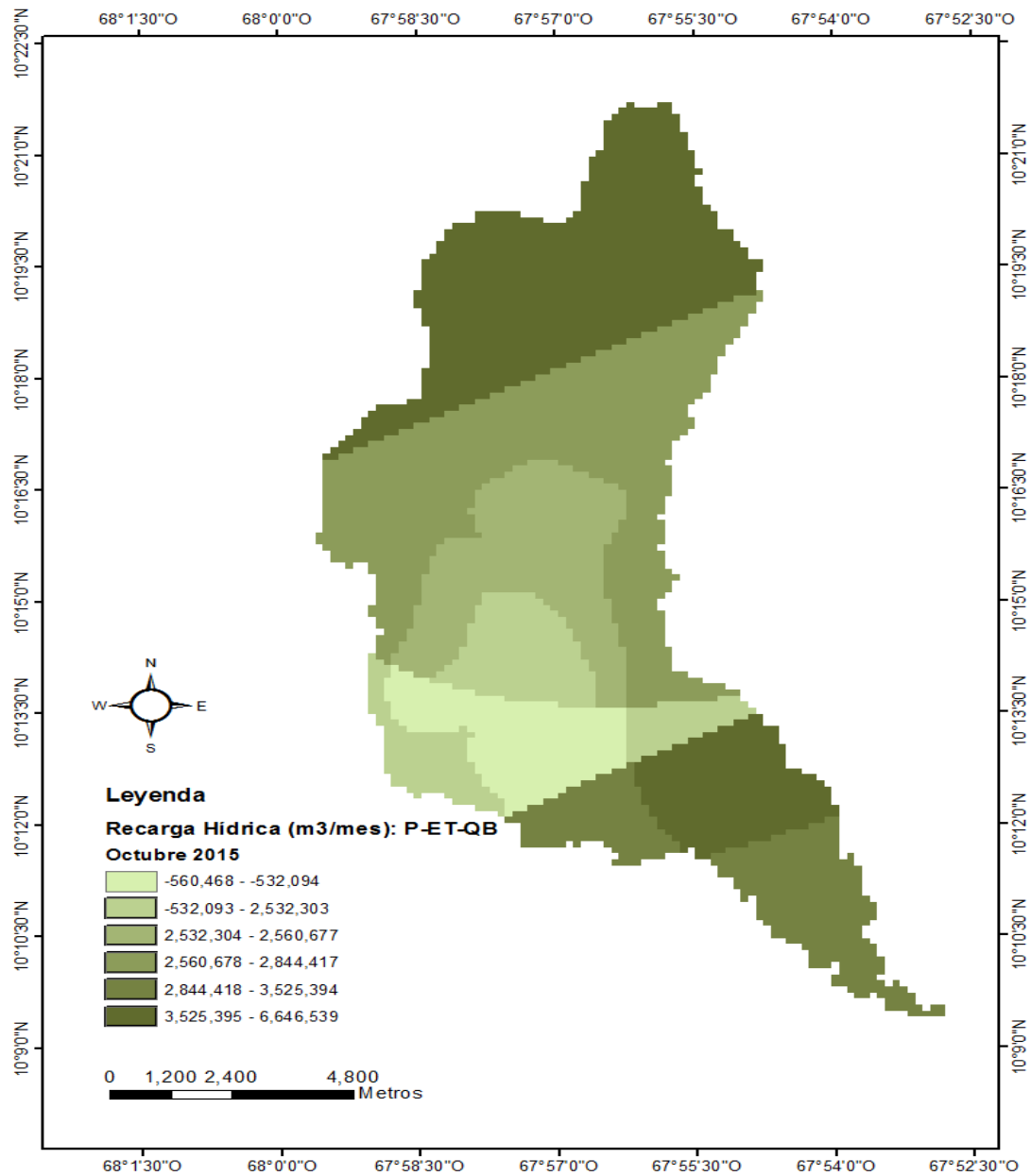


Figura 27. Mapa de recarga hídrica de octubre 2015.

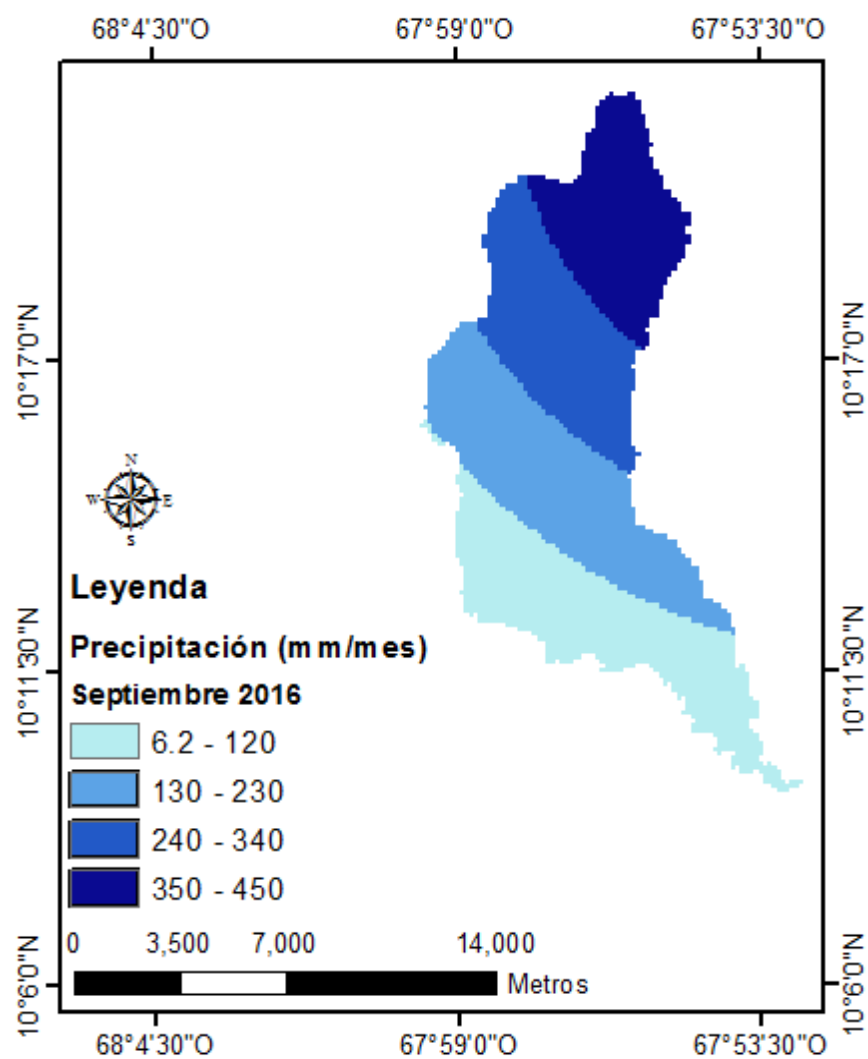


Figura 28. Ejemplo de mapa de precipitación en (mm/mes), septiembre del 2016

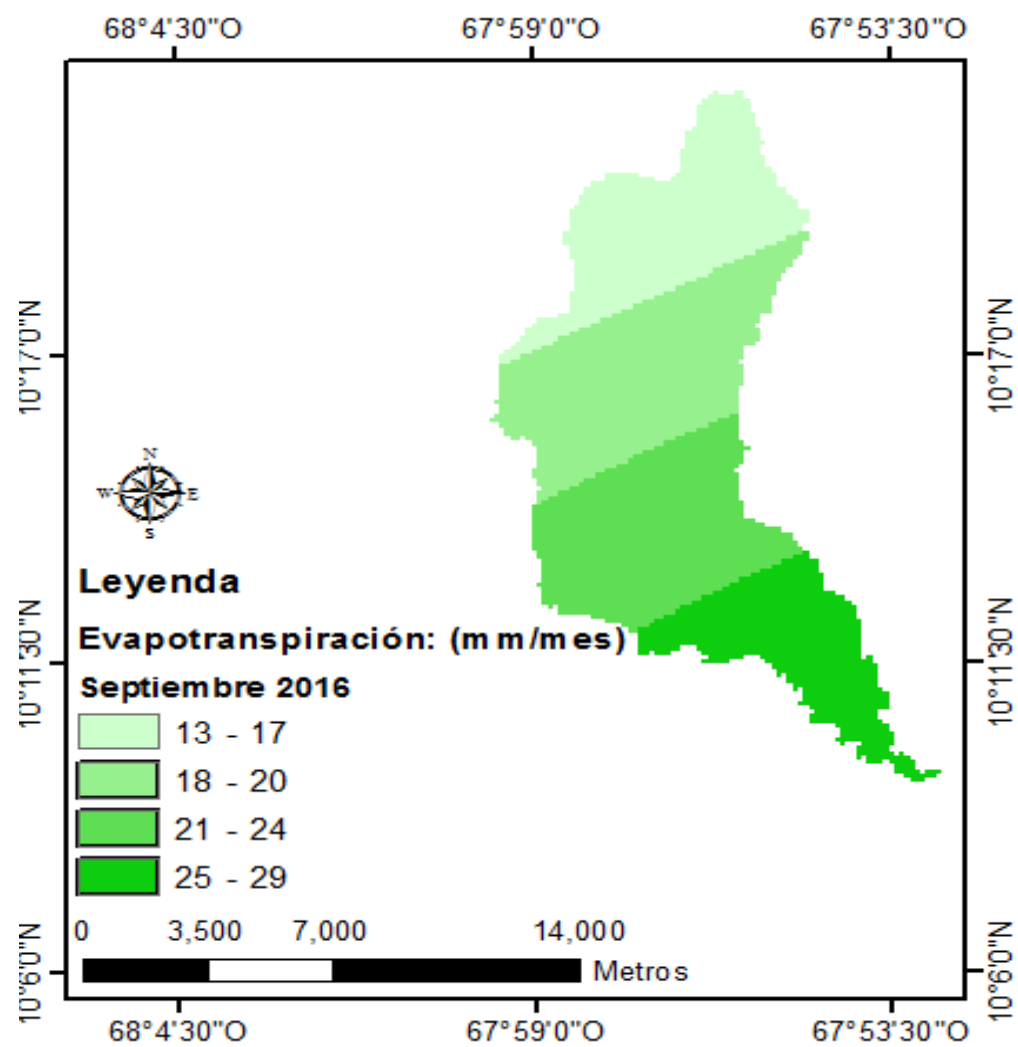


Figura 28. Ejemplo de mapa de evapotranspiración en (mm/mes), septiembre del 2016

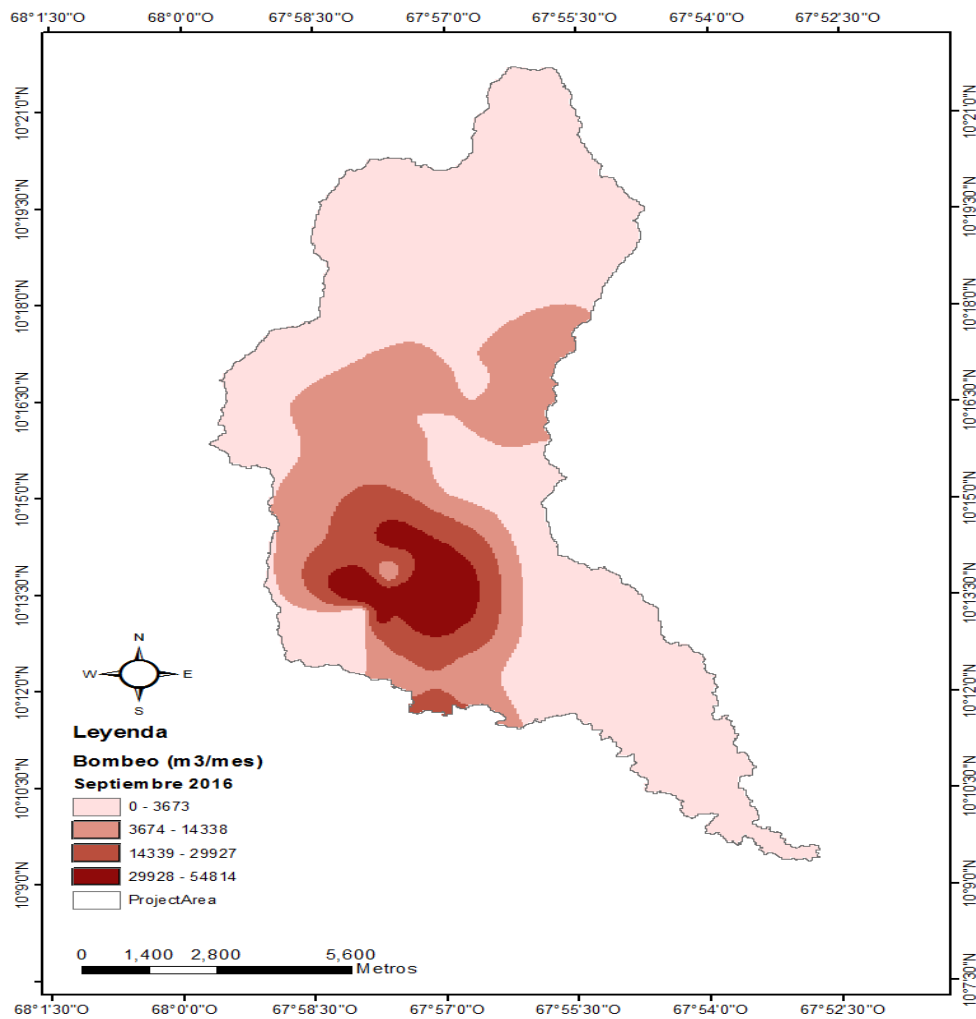


Figura 29. Caudal de bombeo de septiembre del 2016. Fuente los autores.

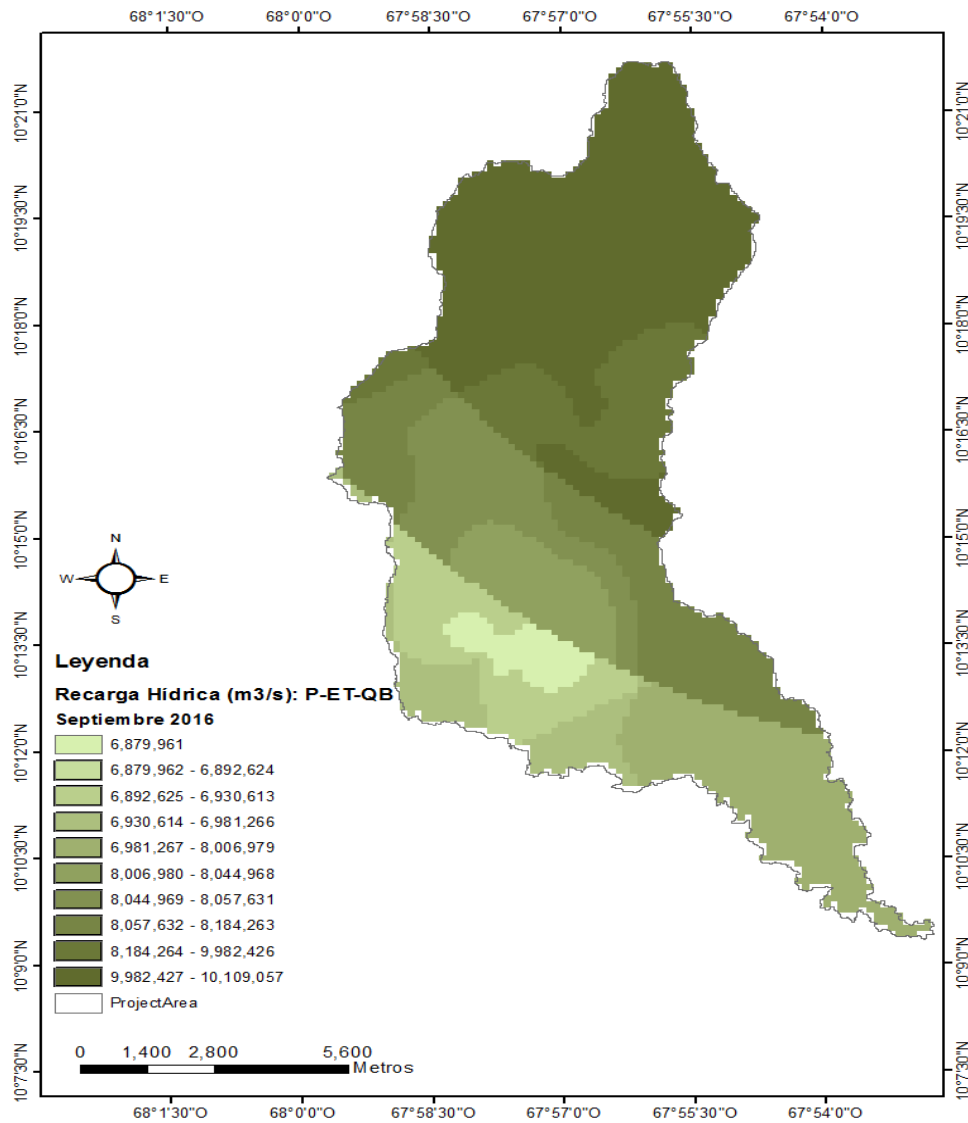


Figura 30. Recarga hídrica (m³/s) de septiembre del 2016. Fuente los autores.

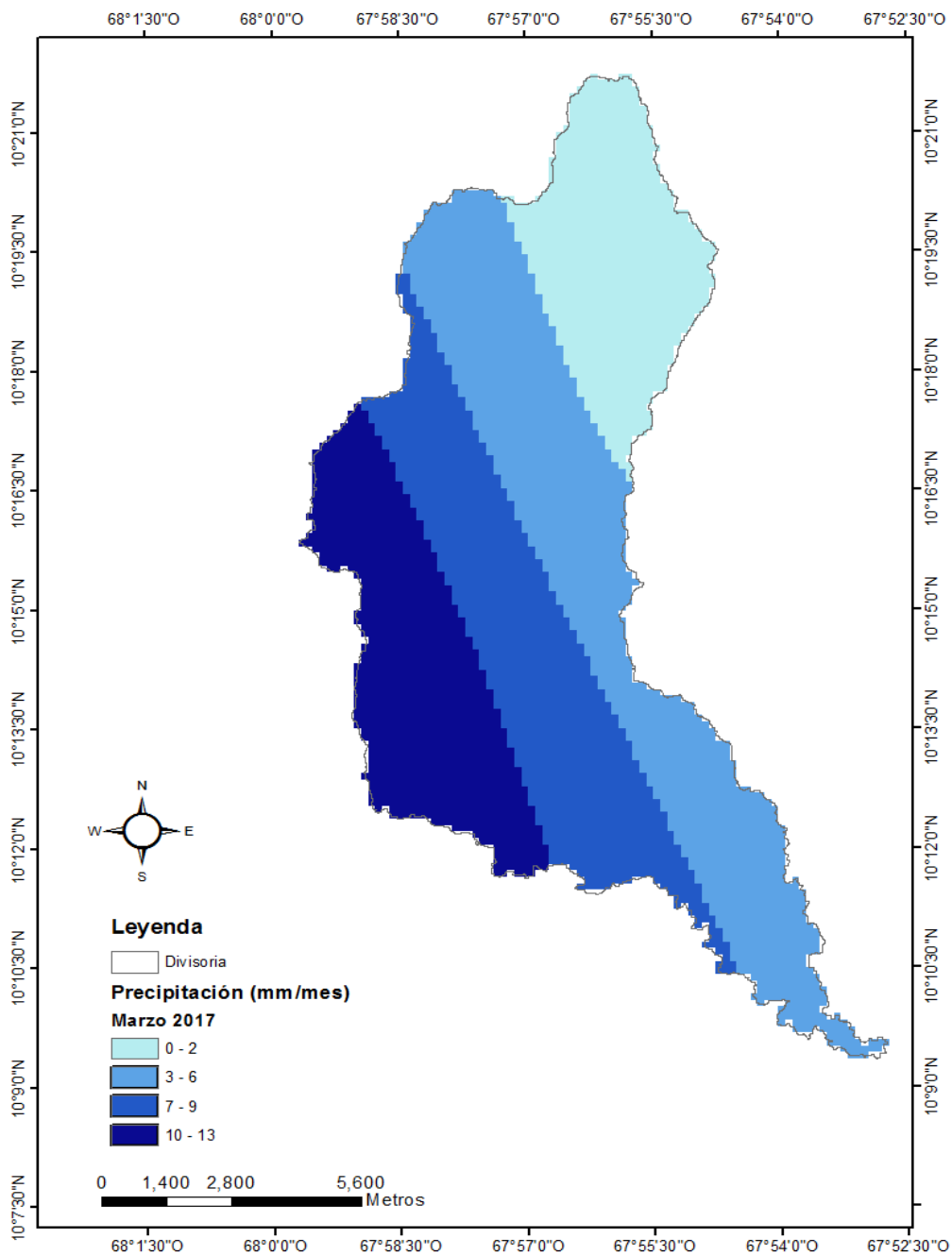


Figura 30. Precipitación de marzo del 2017. Fuente los autores.

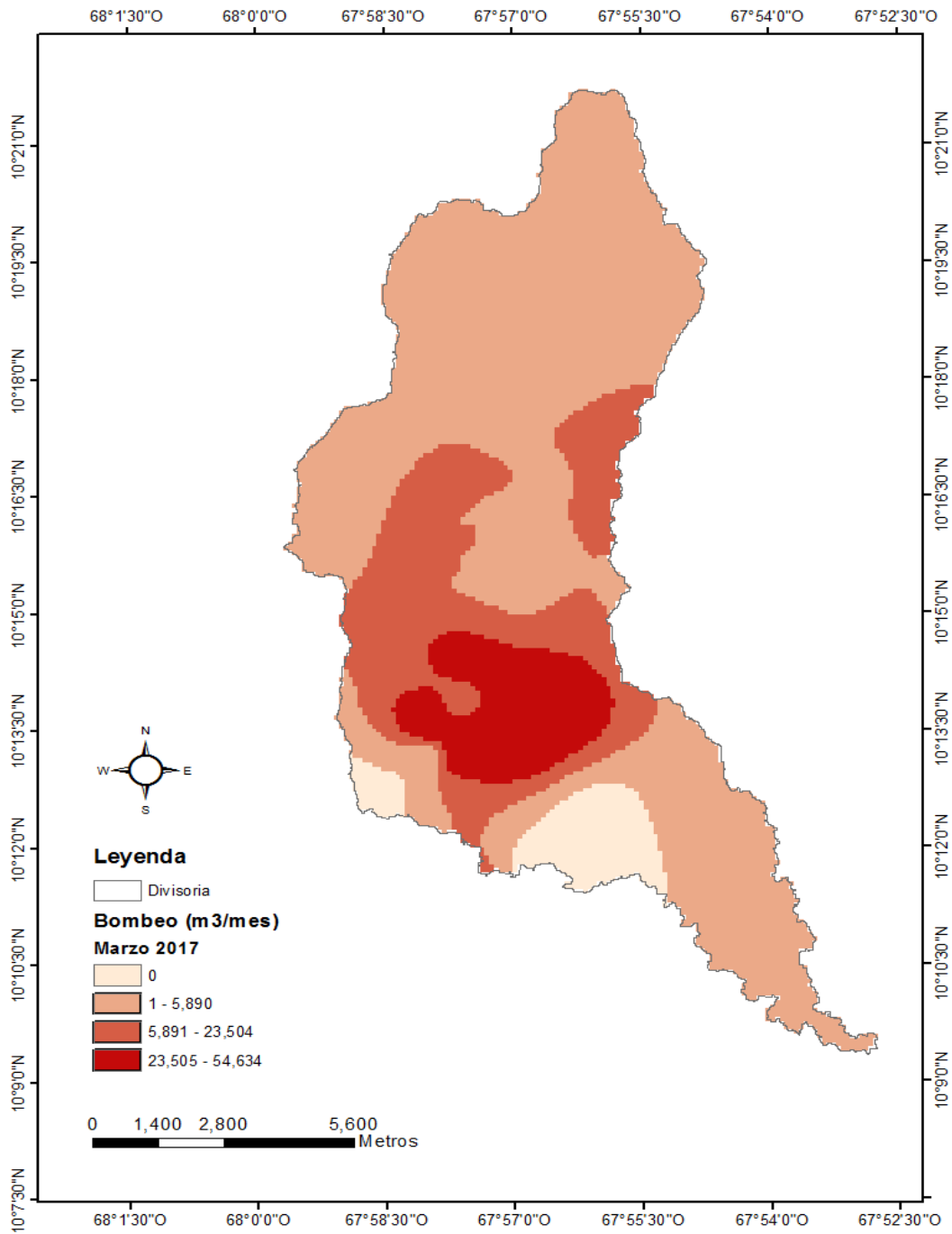


Figura 31.caudal de bombeo de marzo del 2017. Fuente los autores.

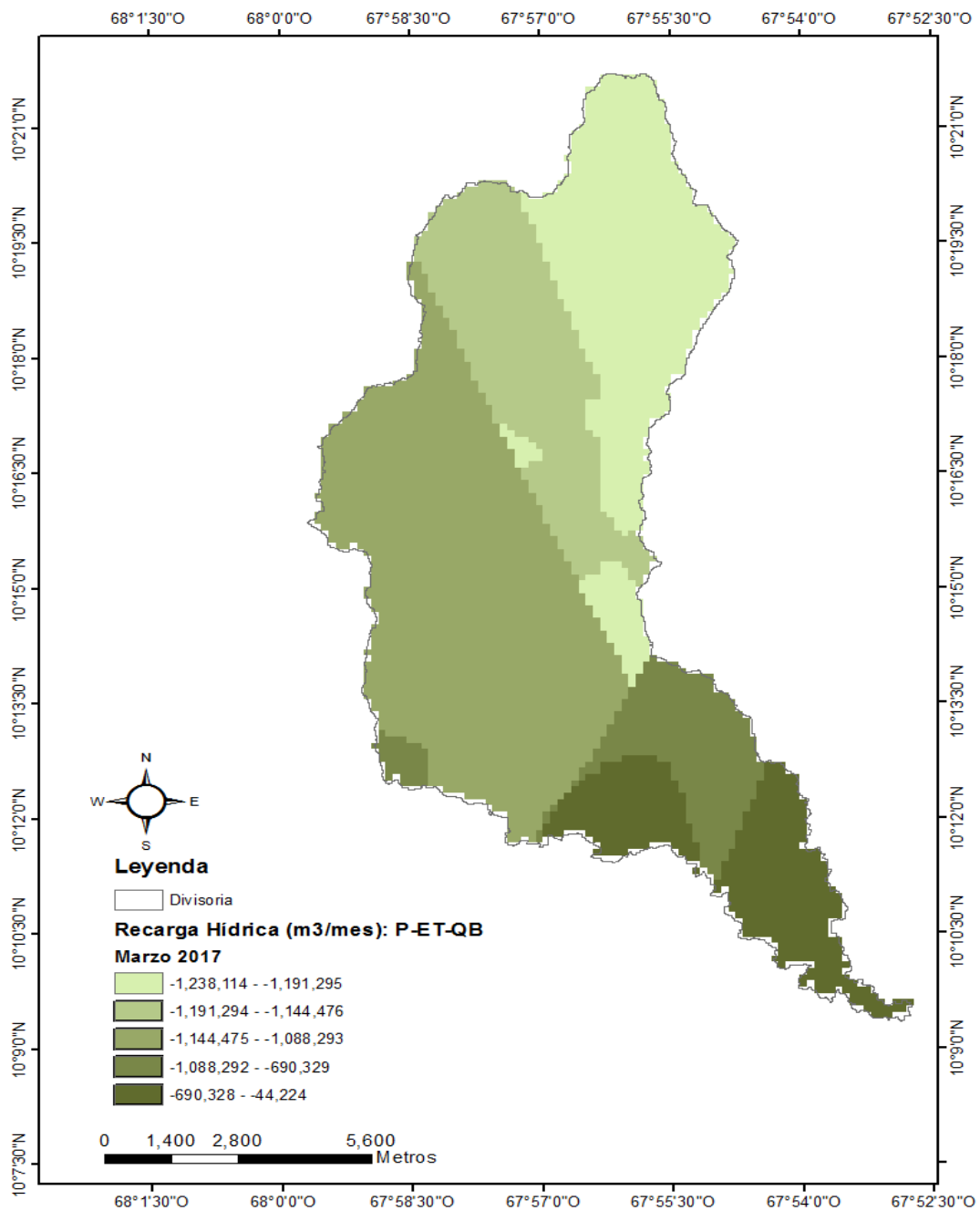


Figura 32. Regarca hídrica de marzo 2017. Fuente los autores

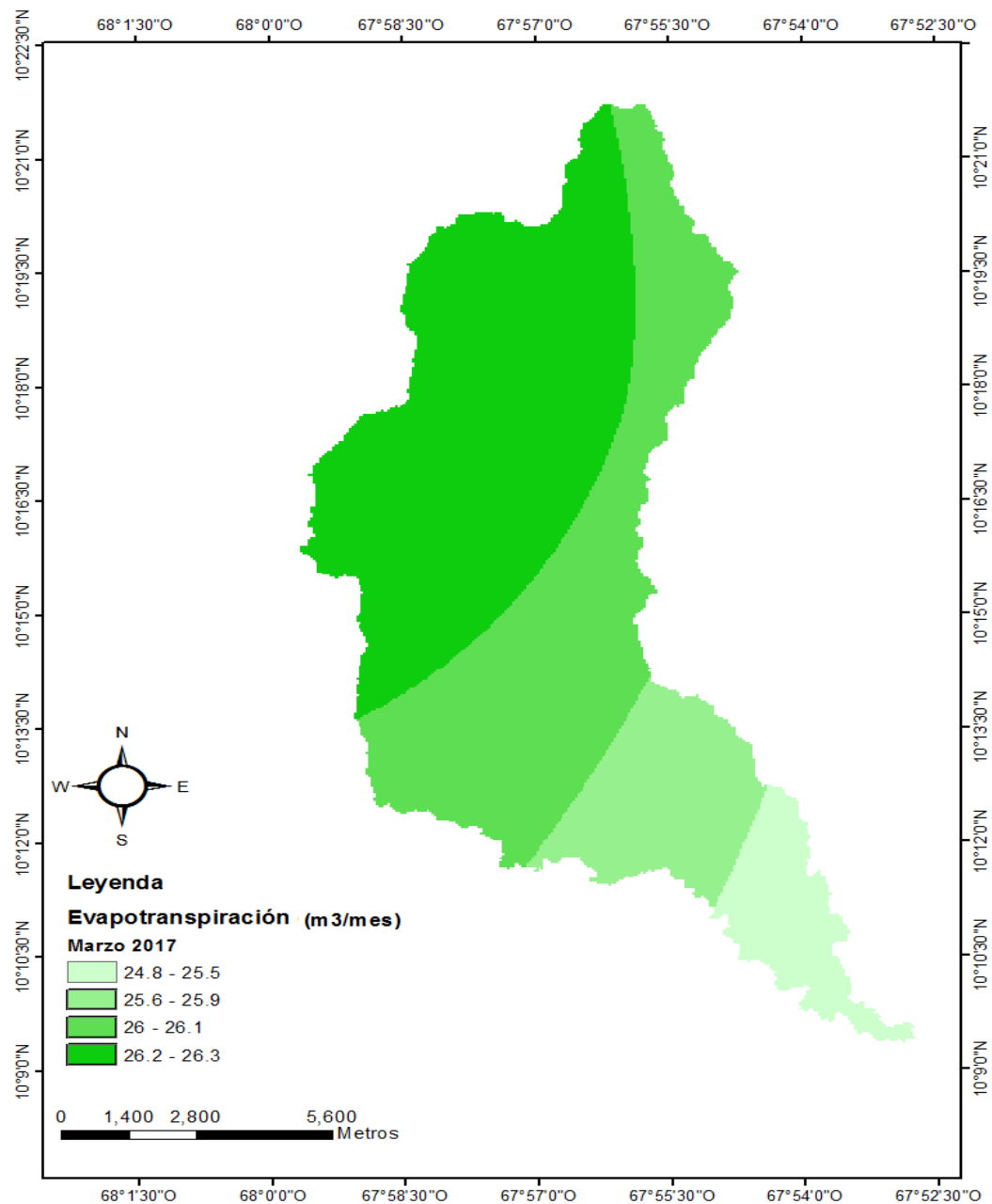


Figura 33. Evapotranspiración de marzo del 2017.fuente los autores.