



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



**PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA
LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL
“LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).**

Autores:

Br. Andri Linares

C.I: 20.315.368

Br. Yenny Gallardo

C.I: 19.425.796

Tutor:

Prof. Alexander Cabrera

VALENCIA, JUNIO 2014



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



**PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA
LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL
“LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).**

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

Autores:

Br. Andri Linares

C.I: 20.315.368

Br. Yenny Gallardo

C.I: 19.425.796

Tutor:

Prof. Alexander Cabrera

VALENCIA, JUNIO 2014



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



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo)**. Realizado por los bachilleres: Gallardo G. Yenny C. y Linares B. Andri Y., hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

**Presidente del Jurado
Alexander Cabrera**

**Miembro del Jurado
Adriana Márquez**

Miembro del Jurado

DEDICATORIAS

Primeramente **a Dios**, porque sin él no estuviese donde estoy, la gloria sea para ti padre amado, porque me diste la vida, salud, inteligencia y la perseverancia, además de colocar a las personas necesarias en este arduo camino. Te Amo.

A mí, porque he logrado con tanto sacrificio una de las metas más importantes para mí por ahora, estoy orgullosa de quien soy, de donde estoy y a donde voy.

A mi madre, mi ejemplo de lucha, que ha dado todo por mí y ha sacrificado tanto en la vida para que yo este donde estoy y vaya a donde voy. Eres la mejor mamá del mundo. Te quiero.

A mi padre, hombre que me ha apoyado a pesar de la distancia a todo momento, que siempre ha querido lo mejor para mí y me ha brindado todo el cariño del mundo en este largo camino. Te quiero.

Al Amor de Mi Vida, el más maravilloso de todos los hombres, mi pilar, mi compañero incondicional, mi ayuda, MI TODO, la mitad de este título es tuyo amor. Te Amo.

A mis suegros, que han sido un gran apoyo en muchos momentos difíciles en mi carrera, siempre han estado dispuestos a ayudar sin esperar nada a cambio. Los quiero.

Yenny Gallardo

DEDICATORIAS

A mis padres, **Iris y José**. Les dedico esta tesis Con todo mi cariño y mi amor ya que ustedes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba; esta meta refleja el esfuerzo de su trabajo, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Y finalmente, a mi hermanita **Indri**, te la dedico de todo corazón, porque quiero que sea este el ejemplo de que podemos lograr todo lo que nos proponemos, no importa las condiciones en que nos encontremos, ¡Cuando se quiere se Puede!. Para ti mi pequeño tormento...

Andri Linares

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, ya que gracias a él hemos llegado a esta etapa de nuestras vidas, sin él nada habría sido posible.

A nuestros familiares, que han luchado a la par con nosotras para que logremos alcanzar esta meta, gracias por su apoyo y ayuda incondicional.

A nuestro profesor y tutor el Ing. Alexander Cabrera, porque gracias a él pudimos culminar nuestro trabajo de tesis, él fue una pieza clave en el desarrollo de este trabajo, gracias por dedicarnos el tiempo necesario y por atendernos siempre de esa manera tan cordial que lo caracteriza.

Al Ing. José Díaz por apoyarnos de manera constante cada vez que necesitamos su ayuda, gracias por estar siempre a nuestra disposición y por prestarnos ese fuerte apoyo que llegamos a necesitar para el desarrollo de nuestro trabajo.

A las siguientes instituciones: Hidrocentro sede Guacara, Alcaldía de San Diego, Ministerio del Ambiente, por la colaboración prestada al momento de visitarlos en busca de información.

A todos los profesores de nuestra casa de estudio por formarnos y ayudarnos a lograr culminar esta profesión.

Yenny G. y Andri L

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLA.....	x
LISTA DE FIGURA	xi
Resumen	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
Planteamiento y Formulación del Problema	3
Formulación del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	6
Justificación	6
Alcance y Limitaciones	7
CAPÍTULO II.....	9
MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes.....	9
Bases Teóricas.....	11
Agua Subterránea	11
Sistemas de Abastecimiento Urbano:	11
Tipos de Sistemas de Abastecimiento Urbano.....	13
Diseño de un Sistema de Abastecimiento	14
Fuentes de Abastecimiento	15
Acuífero	16
Estudio Hidrogeológico	17
Hidráulica de los Pozos	18
Tipos de Pozos.....	18

Métodos de Perforación	19
Etapas en la Perforación	21
Definiciones y Términos	23
Bases Legales	26
CAPITULO III	32
MARCO METODOLÓGICO	32
Tipo de Investigación.....	32
Diseño de la Investigación.....	33
Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información	34
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	35
Fases de la Investigación	36
Fase I (Diagnóstico):	37
Fase II (Factibilidad):.....	37
Fase III (Propuesta):.....	37
CAPITULO IV.....	39
FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA	39
Estudio Diagnóstico	39
Evaluación de las Condiciones Actuales del Sistema de Abastecimiento	39
Caracterización de la Urbanización Los Tulipanes.....	40
Descripción del Abastecimiento de Agua Potable	46
Información Técnica de los Pozos.....	49
Conclusión del Diagnóstico	65
Recomendaciones.....	66
Estudio Factibilidad.....	67
Factibilidad Técnica.....	67
Propuesta	68
Propuesta para mitigar el déficit de abastecimiento de agua en la Urbanización los Tulipanes	68
Diámetro del Pozo	70

Profundidad Total del Pozo	70
Diseño del Entubado	70
Sistema de Bombeo	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXOS	77

LISTA DE TABLA

Tabla N° 1 . Diámetro de la tubería de revestimiento en función del caudal previsto.	27
Tabla N° 2 Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.	28
Tabla N° 3. Componentes Inorgánicos.	29
Tabla N° 4. Valores límites recomendados para el contenido de fluoruro en Mg/l.	30
Tabla N° 5 Área de las parcelas de la Urbanización Los Tulipanes	42
Tabla N° 6 Estimación de la dotación total de la Urbanización Los Tulipanes	44
Tabla N° 7 Resumen de ubicación geográfica de los pozos.....	49
Tabla N° 8 Resumen de datos de construcción de los pozos.....	50
Tabla N° 9 . Resumen de profundidad de los pozos.....	50
Tabla N° 10 Resumen de los estados y uso del agua de los pozos.	51
Tabla N° 11 Resumen de los niveles de los pozos	51
Tabla N° 12 Resumen de los datos de la bomba de los pozos.....	52
Tabla N° 13 Producción de pozos de la Urbanización Los Tulipanes.....	54
Tabla N° 14 Dotaciones de las Mallas 1 y 2.	57
Tabla N° 15 Producción de los pozos que surten a las Mallas 1 y 2.....	58
Tabla N° 16 Dotaciones de la Malla 3.....	60
Tabla N° 17 Producción de los pozos que surten a la Malla 3.....	61
Tabla N° 18 Dotaciones de la Malla 4.....	63
Tabla N° 19 Producción de los pozos que surten a la Malla 4.....	64
Tabla N° 20 Comparación de los Caudales Requeridos Vs Caudales Producidos por los pozos.....	65

LISTA DE FIGURA

Figura 1 Ubicación geográfica del Estado Carabobo.....	40
Figura 2 Ubicación geográfica del Municipio San Diego, Estado Carabobo..	41
Figura 3 Ubicación geográfica de la Urbanización Los Tulipanes, del Municipio San Diego, Estado Carabobo..	41
Figura 4 Dotación de agua en la Urbanización Los Tulipanes, suministrada por Malareología..	45
Figura 5 Ubicación Geográfica de los pozos de la Urbanización Los Tulipanes (1-5).....	47
Figura 6 . Ubicación Geográfica del pozo 8 de la Urbanización Los Tulipanes..	48
Figura 7 Sectorización N°1..	56
Figura 8 Sectorización N°2.	59
Figura 9 Sectorización N°3..	62

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

**PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA
LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL
“LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).**

Autores: Gallardo, Yenny
Linares, Andri

Tutor: Ing. Alexander Cabrera

Fecha: Junio 2014

Resumen

El siguiente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable proporcionando caudales adicionales a la red de distribución de la Urbanización Los Tulipanes, del Municipio San Diego, Estado Carabobo, a través de fuentes subterráneas, para así cubrir el déficit de agua potable existente. Para cumplir este objetivo se realizó un diagnóstico de la situación actual, verificando las parcelas más afectadas, para dicho problema se procedió a proponer como alternativa de solución a corto plazo la construcción de tres (3) pozos con características similares a los ya existentes y adjudicarlos por sectorización para de esta manera combatir el déficit existente.

Palabras Claves: Abastecimiento, agua, proporcionar, caudales, red, sectorización, acuífero, déficit, propuesta, pozo.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida en este planeta y por extensión, esencial para la vida del ser humano. Si no existiese este líquido el ser humano no podría sobrevivir. Además, se puede agregar que el agua es uno de esos elementos que más directamente tienen que ver con la posibilidad del desarrollo de distintas formas de vida.

El agua potable es indispensable para la vida del hombre, ésta debe cumplir con las normas aplicadas por las autoridades tanto locales como internacionales. Desde la antigüedad el hombre siempre ha buscado fuentes de abastecimiento seguras tanto superficiales como subterráneas.

Actualmente el agua de consumo humano escasea en la medida que la población aumenta y porque lamentablemente es desperdiciada por personas inconscientes, carentes de sentido de responsabilidad y solidaridad humana. La mayoría de la población rural posee un sistema de abastecimiento subterráneo como son los pozos, el municipio de San Diego es un buen ejemplo de esto, éste se encuentra al este del estado Carabobo.

Ciertas urbanizaciones del municipio de San Diego presentan problemas con el suministro continuo y eficiente del agua potable, lo cual genera una disminución en su calidad de vida y por ende diversas incomodidades. Estos problemas pueden ser consecuencia de déficit de caudales o problemas en la red de abastecimiento como lo pueden ser: falta de presión, falta de sectorización, mala elección de los diámetros de las tuberías entre otras.

Los autores de este proyecto de investigación, tienen como objetivo, realizar el estudio a la red de abastecimiento específicamente de la Urbanización Los Tulipanes, perteneciente al municipio de San Diego, ya que presentan graves problemas en el suministro del líquido vital, a fin de encontrar una posible solución a dicha problemática.

Este trabajo de investigación se ha dividido en cuatro grandes partes (4 capítulos). En la primera parte, se plantea el problema de la investigación, sus objetivos, justificación así como también alcances y limitaciones. En la segunda, se refiere a su marco teórico donde se visualiza el sustento del trabajo y una breve definición de los términos básicos. La tercera, se incorporan las orientaciones metodológicas que se han de seguir en el marco de la investigación. Y la cuarta parte, donde se realiza la propuesta, y para ello se presentan tres fases: el estudio diagnóstico, el estudio de la factibilidad y finalmente la propuesta.

Una vez culminada la investigación se procederá a la redacción de las conclusiones y recomendaciones para así tener una posible solución para la urbanización.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Planteamiento y Formulación del Problema

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice de una u otra forma.

A nivel mundial, el agua para satisfacer distintas necesidades se transforma en un recurso, existiendo dos (2) tipos de fuentes a disposición del hombre: las aguas superficiales que comprenden lagos, ríos, áreas de drenaje, que envían el agua hacia los embalses y los procedimientos que permiten captar y retener el agua de lluvia y las aguas de fuente subterránea que incluye a los pozos manantiales y galerías horizontales.

Sin embargo no todas las personas disponen de él. Esto sucede por varios motivos, entre los cuales se pueden mencionar la desigual distribución natural del agua en la superficie terrestre. Esta imposibilidad lleva a situaciones de escasez, que no tiene causas exclusivamente naturales, sino

que también sociales. Permitiendo decir que existe una estrecha relación entre la posibilidad de abastecimiento y el desarrollo, porque cuanto mayor es el desarrollo, mayor es la capacidad para obtener este recurso.

El acceso al agua potable en América Latina es insuficiente y además su calidad es inadecuada. Los que tienen acceso al agua potable frecuentemente tienen un servicio de calidad dudosa. Muchas veces el servicio no está continuo, la presión es insuficiente y la calidad del agua es inadecuada. Sin embargo, en algunas ciudades la calidad de servicio es buena y comparable a la calidad en los países más desarrollados.

En nuestro país, esto es un problema común, a pesar de que nuevos abastecimientos se han desarrollado en años recientes y han dotado de agua a comunidades que carecían de este servicio. En muchos casos los sistemas de agua potable son totalmente obsoletos o necesitan de rehabilitación y ampliación. A ello se le suma el hecho de que en muchos estados del país todavía existen serias deficiencias en la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, ocasionando interrupciones en el servicio, lo cual compromete la eficiencia del sistema de abastecimiento y la calidad del servicio prestado a los consumidores.

En el estado Carabobo, el municipio San Diego, tiene la particularidad de poseer excelentes planes de desarrollo urbano, formando parte de este desarrollo, se encuentra el conjunto residencial “Los Tulipanes”, que en la actualidad está presentando una problemática de abastecimiento de agua potable debido al déficit de los pozos subterráneos existentes, como principal fuente de abastecimiento en la comunidad, la cual no cubre la demanda para los cuales fueron diseñados.

A través de este trabajo de investigación se pretende plantear mejoras al sistema de abastecimiento, tomando como principal fuente: las aguas subterráneas que se puedan encontrar en las zonas aledañas.

Es por ello que en esta investigación se plantean las interrogantes en función de buscar mejoras en cuanto al abastecimiento de agua potable en el conjunto residencial Los Tulipanes, para solucionar el problema que presentan en la actualidad.

Formulación del Problema

¿De qué manera se podría mejorar el servicio de agua potable en el conjunto residencial Los Tulipanes, si se incorpora al sistema de abastecimiento nuevas fuentes de agua subterránea.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Propuesta de mejoras del sistema de abastecimiento para la distribución de agua potable del conjunto residencial Los Tulipanes en el Municipio San Diego, Edo Carabobo.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual en la que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable en el conjunto residencial Los Tulipanes, Municipio San Diego, Edo Carabobo.
- Determinar la factibilidad técnica que implica el diseño de mejoras del sistema de abastecimiento para la distribución de agua potable del conjunto residencial Los Tulipanes en el Municipio San Diego, Edo Carabobo.
- Proponer el desarrollo del proyecto de un pozo como solución definitiva, para proporcionar los caudales adicionales que requiere la comunidad para mejorar su servicio de agua potable.

Justificación

Este trabajo de investigación está basado principalmente en el estudio y la solución de la situación de irregularidad de abastecimiento de agua potable que se presenta en la Urbanización Los Tulipanes en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

La situación actual en el lugar arriba expuesto, es que durante todo el día no cuentan con un óptimo servicio de agua potable, aun y cuando la red de distribución de esta Urbanización ha sido diseñada para abastecer a todas y cada una de sus parcelas por igual, contando con un total de 5 pozos en completo funcionamiento se ha presentado esta situación, con este trabajo de investigación se pretende determinar la solución definitiva de esta

problemática para que de esta manera todos los habitantes gocen de un excelente servicio de agua potable en sus viviendas.

En este sentido, el estudio en desarrollo es de suma importancia debido a que se trata básicamente del líquido más importante en el planeta tierra, ya que, sin él sería imposible la vida porque hidrata, permite lavar y preparar alimentos de consumo diario, se usa para el aseo personal, entre muchas otras cosas indispensables para los seres vivientes, y aun así, hay muchas personas que tienen un grado de inconsciencia muy alto y no le dan un uso adecuado al agua y la mal gastan sin tener en cuenta que hay muchos otros seres que no tienen fácil acceso al uso y consumo de tan vital líquido.

Es importante resaltar, que este estudio puede ser de gran utilidad para generaciones próximas en Ingeniería Civil que se enfoquen en desarrollar o solucionar situaciones similares a la que aquí se trata, ya que en este trabajo encontraran información bibliográfica y técnica que difícilmente se encuentre en otros trabajos de investigación debido a que son pocos los que hay en la Biblioteca de Ingeniería Civil, de igual manera, puede ser de gran provecho para la Urbanización de Los Tulipanes porque les sirve de guía para así a través de diversas instituciones públicas o privadas fomentar este estudio y así implementarlo y solucionar la deficiencia de abastecimiento de agua potable.

Alcance y Limitaciones

El presente trabajo de investigación logrará alcanzar la propuesta de mejoras del sistema de abastecimiento de la Urbanización Los Tulipanes, a través de aporte de nuevos caudales de fuentes subterráneas.

El diseño de los pozos se limitará a los parámetros asumidos para el cálculo de los mismos, como fueron profundidad de perforación, caudal requerido y nivel de bombeo, para así determinar un cálculo aproximado de lo que será el diseño definitivo, éste se deberá realizar, una vez terminada la perforación inicial, de cada uno de los pozos que se propongan, basándose en el registro eléctrico, la columna litológica dada por la descripción de las muestras, la granulometría, velocidad de penetración y cualquier otra información adicional obtenida en campo en el momento de la perforación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria la consulta de trabajos anteriores, los cuales sirven para darle una mayor validez, confiabilidad y solidez a éste, a su vez a la elaboración de sus bases teóricas, el glosario de términos que es de interés para su mayor entendimiento. Dichos trabajos guardan similitud con el presente estudio y que a la vez sirven de base para la interpretación y desarrollo del mismo.

A continuación se muestran dichos trabajos que ayudaron a la realización de este proyecto de grado.

González Kenia, Ospina Aurymar, (2010) Propuesta de mejoras del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Lomas De Funval a través de aportes de caudales de nuevas fuentes subterráneas (Parroquia Miguel Peña, Municipio Valencia, Estado Carabobo). El presente proyecto tiene como objetivo principal el estudio de posibles

mejoras con ayuda de fuentes subterráneas para la parroquia Miguel Peña. En él se encuentra una descripción de la situación actual de la parroquia y se prevé el crecimiento a futuro tomando en cuenta las invasiones presentes en la zona.

Morassutti, Romanello, Silva y otros (2008) Estudio de los Servicios de Infraestructura: Acueductos, Recolección de Aguas Servidas y Drenaje para la Actualización del Plan de Desarrollo Urbano Local de las Parroquias Candelaria, Miguel Peña, Santa Rosa y parte de la Parroquia San Blas. Municipio Valencia, Estado Carabobo. Proyecto de la Alcaldía de Valencia. Este estudio tiene como objetivo el análisis de la situación actual y la proposición de soluciones, de los Servicios de Infraestructura de las Parroquias mencionadas anteriormente. En el mismo se encontró que la Parroquia Miguel Peña se encuentra emplazada sobre el acuífero principal de Valencia, y en ella se cuenta con 8 pozos actantes y 7 en recién construcción. En él, se contempla el aporte de nuevos caudales para la comunidad Lomas de Funval, por medio de 3 pozos con una profundidad de 100 metros y caudal de quince litros por segundo cada uno (15l/s).

García, M (1999), Estudio de las aguas subterráneas (Preliminar). Informe de investigación de Hidrocentro- Tahal Consulting Ingenieurs LTD. El presente informe tiene como objetivo principal un estudio preliminar de las aguas subterráneas de la Cuenca del Lago de Valencia, basado en estudios geológicos, hidrológicos, de cómo los recursos hídricos de dicha cuenca, realizado durante las últimas décadas. En él, se encuentra una descripción de la situación actual de los acuíferos y la problemática futura. Para su desarrollo, se elaboró un mapa de niveles de isopiezas utilizando los niveles para 1998 y 1999, en el que se encontró la existencia de riesgo de contaminación de los pozos en algunas zonas de bombeo, ya que tienen un nivel estático inferior al nivel del lago, por ende, se propone disminuir la explotación del acuífero, de tal manera que el descenso regional de los

niveles provocados por una sobre explotación, se paralice y se invierta el gradiente hidráulico.

Bases Teóricas

Agua Subterránea

Es aquella situada bajo el nivel freático y que está saturando completamente los poros y fisuras del terreno. Esta agua fluye de manera natural a la superficie a través de manantiales, áreas de resuma, cauces fluviales, o bien directamente al mar. Puede también dirigirse artificialmente a pozos, galerías y otros tipos de captaciones. Se renueva de modo constante por la naturaleza mediante la recarga producida principalmente por precipitaciones y escorrentía superficial.

Un porcentaje muy significativo de lo que se llaman aguas superficiales tienen su origen en las aguas subterráneas. Estas proceden de las aguas de la lluvia que, tras un cierto recorrido por los acuíferos, terminan en los ríos o en la superficie del terreno mediante zonas de resuma, manantial y descargas difusas.

Sistemas de Abastecimiento Urbano:

Se llama sistema de abastecimiento de aguas al conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios. Los sistemas de abastecimiento urbano son sistemas complejos que cuentan con una serie de componentes, su objetivo principal es suministrar el agua requerida para satisfacer las demandas generadas por los diferentes usos existentes en las poblaciones servidas. Las

demandas se establecen tanto por su calidad así también por cantidad y presión, las cuales deben estar acordes con los requerimientos de los usuarios, todo esto dentro de los costos razonables.

Todos estos sistemas poseen características diferentes en su estructura, que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos, dependiendo de la función que cumplan dentro del sistema. Es esencial conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y a los daños que están expuestos. Su eficiencia y aprovechamiento son de suma importancia para ajustarlos a criterios económicos.

Para que un acueducto pueda desarrollarse en su totalidad se requieren diversas obras de ingeniería, las cuales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Obras de captación y regulación:** son aquellas destinadas a captar y regular el agua de las fuentes disponibles, en las cantidades requeridas en el núcleo urbano.
- **Obras de conducción:** son aquellas que están destinadas a conducir el agua desde el sitio de captación hasta el núcleo urbano.
- **Obras de almacenamiento:** Son depósitos para la distribución, ubicados entre la obra de captación y la obra de distribución, cuyo propósito es compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día, mantener las presiones de servicio de la red de distribución, mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia.
- **Obras de bombeo:** Se considera estación de bombeo, a aquella que toma el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la eleva al estanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución.
- **Obras de potabilización:** Son aquellas que tienen como función acondicionar el agua para lograr una calidad cónsona con las

necesidades de los consumidores. Esta puede estar ubicada antes o después de la conducción de las aguas del núcleo urbano.

- **Obras de distribución:** Son aquellas cuyo propósito es distribuir el agua el núcleo urbano, de forma que se pueda cumplir con el objetivo fundamental del sistema de abastecimiento, es decir, que todos los usuarios reciban la cantidad de agua requerida, con la presión y calidad adecuada.

Tipos de Sistemas de Abastecimiento Urbano: Así mismo, según el tipo de fuente y facilidad técnica, los sistemas pueden ser:

Sistemas por Gravedad:

1. Sin potabilización: Son sistemas cuyas fuentes son aguas subterráneas o subálveas. La particularidad de este tipo de sistema de abastecimiento radica en el aprovechamiento de la ubicación de la fuente con respecto a la población consiguiendo tener presiones adecuadas en cualquier componente del sistema. La calidad del agua producida por la fuente permite que esta sea distribuida a la población requiriendo solo de cloración para su aseguramiento a lo largo del sistema.
2. Con potabilización: Las fuentes de agua de estos sistemas son superficiales que discurren por canales, acequias, ríos, etc.; requieren ser clarificadas y desinfectadas. Su ubicación con respecto a la población permite tener presiones adecuadas en el sistema.

Sistemas por Bombeo:

1. Sin potabilización: Son sistemas cuyas fuentes de agua subterránea o subálvea, afloran o se encuentran por debajo de la cota mínima de

abastecimiento de la localidad a ser servida y que demandan de algún tipo de equipo electromecánico para impulsar el agua hasta el nivel donde pueda atender a la comunidad.

2. **Con potabilización:** Son sistemas cuyas fuentes de agua son superficiales y están ubicadas por debajo del nivel de la localidad a ser atendida, y que requieren de estaciones elevadoras para impulsar el agua hasta el nivel donde puedan atender a la Comunidad, y de plantas de clarificación, para el acondicionamiento de las aguas para el consumo humano.

Diseño de un Sistema de Abastecimiento

Para el diseño de un sistema de abastecimiento son requisitos básicos la fijación de la cantidad de agua a suministrar que determinará la capacidad de las distintas partes del sistema, el relevamiento planialtimétrico, estudios sobre la calidad y la cantidad de agua disponible en las diferentes fuentes cercanas, conocimiento del suelo y el subsuelo y todos los antecedentes que se enumeraran indispensables para la elección de la solución más adecuada y la preparación de presupuestos ajustados a la realidad.

1. **Gasto de Diseño:** Se entiende como gasto de diseño a los caudales que se usan para la determinación de las dimensiones de los elementos que forman las redes. Para su definición es necesario establecer los requerimientos medios anuales, estudiar su variación estacional y horaria a fin de obtener los máximos y finalmente fijar la hipótesis de funcionamiento de las redes, basadas en conclusiones probables de operaciones.
2. **Consideraciones para el cálculo de Gastos:** Para el dimensionado de una red mallada tratamos de encontrar los gastos de circulación para cada tramo, basándonos en algunas hipótesis de cálculo tendientes a determinar los gastos por cada nodo.

Diversos métodos se han seguido para esta determinación, entre los cuales mas generalizados son:

Método de las áreas. Se determina el gasto o consumo medio para toda la zona a proyectar y las áreas de influencia de cada nodo con su peso respectivo, a fin de definir una demanda unitaria. Se entiende por peso de un nodo a la rata de ocupación del nodo o de desarrollo en el periodo de diseño. Se enumeran los nodos que configuran la malla y se determinan las áreas de influencia de cada uno, trazando las mediatrices de los tramos.

-Método de la Repartición Media: Se utiliza para la concentración de los gastos en los nodos, mediante la repartición del gasto por mitad a ambos extremos de cada tramo.

Una vez establecido el mallado, constituido por las tuberías principales y asignados los gastos correspondientes a cada tramo, debemos garantizar que la red cumpla con las condiciones más desfavorables y así garantizar el servicio de manera eficiente y continuo. Al estudiar la variación del consumo determinamos las horas del día cuando el consumo de agua de la población llega a su máximo, lo cual permite definir el Consumo Máximo Horario, esta condición debe ser satisfecha por la red de distribución a fin de no provocar deficiencia en el sistema.

Fuentes de Abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, calidad u ubicación. De acuerdo a la forma de aprovechamiento se consideran dos tipos principales:

1. Aguas Superficiales: Constituidas por ríos, quebradas y lagos, requieren para su utilización de información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua.
2. Aguas Subterráneas: Las aguas contenidas en los espacios vacíos de los suelos y rocas de la corteza terrestre son llamadas aguas subterráneas. Ellas constituyen parte del ciclo hidrológico, de modo que para lograr su aprovechamiento, es necesario conocer su movimiento en el sub-suelo y la magnitud de las cantidades aprovechables.

Acuífero

Un acuífero es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del **agua subterránea** por sus poros o grietas.

Tipos de Acuíferos

Según su comportamiento hidráulico

- **Acuífero confinado**

Son aquellas formaciones en las que el agua subterránea se encuentra encerrada entre dos capas impermeables y es sometida a una presión distinta a la atmosférica (superior). Sólo recibe el agua de lluvia por una zona en la que existen materiales permeables, y puede ser directa o indirecta dependiendo de si es agua de lluvia que entra en contacto directo con un afloramiento del agua subterránea, o las precipitaciones deben atravesar las diferentes capas de suelo antes de ser integrada al agua subterránea.

- **Acuífero semi-confinado**

Un acuífero se dice semi-confinado cuando el estrato de suelo que lo cubre tiene una permeabilidad significativamente menor a la del acuífero

mismo, pero no llegando a ser impermeable, es decir que a través de este estrato la descarga y recarga puede todavía ocurrir.

- **Acuífero libre**

Es aquel acuífero que se encuentra en directo contacto con la zona sub-saturada del suelo. En este acuífero la presión de agua en la zona superior es igual a la presión atmosférica, aumentando en profundidad a medida que aumenta el espesor saturado.

Según su Geología

- **Acuíferos Porosos**

El agua subterránea se encuentra como embebida en una esponja, dentro de unos poros intercomunicados entre sí, cuya textura motiva que existe "permeabilidad" (transmisión interna de agua), frente a un simple almacenamiento.

- **Acuíferos Fisúrales**

El agua se encuentra ubicada sobre fisuras o diaclasas, también intercomunicadas entre sí; pero a diferencia de los acuíferos porosos, su distribución hace que los flujos internos de agua se comporten de una manera heterogénea, por direcciones preferenciales.

Estudio Hidrogeológico

Tiene como objetivo principal la localización de acuíferos para la captación de aguas subterráneas en cantidad y calidad adecuadas al fin pretendido.

Para ello se debe recopilar la información básica: cartografía, hidrología, climatología, geología, vegetación, inventario de puntos de agua, entre otros, y con ello, se pueden seleccionar los puntos de interés para la planificación de un estudio geofísico.

Hidráulica de los Pozos

Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera. Para que este propósito se logre adecuadamente dependerá de las siguientes tres condiciones:

1. Una aplicación inteligente de los principios de la hidráulica en el análisis del pozo y del comportamiento del acuífero.
2. La destreza al perforar y construir pozos, lo que permite tomar ventajas de las condiciones geológicas.
3. Una selección tal de los materiales que asegure una larga duración a la estructura.

Tipos de Pozos

Los pozos se clasifican en cinco tipos de acuerdo con el método de construcción.

- **Pozo Excavado**

Aquel que se construye por medio de picotas, palas, entre otros, o equipo para excavación como cucharones de arena. Son de poca profundidad y se usan donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

- **Pozo Taladrado**

Aquel en que la excavación se hace por medio de taladros rotatorios, ya sean manuales o impulsados por fuerza motriz. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

- **Pozo a Chorro**

Aquel en que la excavación se hace mediante un chorro de agua a alta velocidad. El chorro afloja el material sobre el cual actúa y lo hace rebalsar fuera del hueco.

- **Pozo Clavado**

Aquel que se construye clavando una rejilla con punta, llamada puntera. A medida que esta se calva en el terreno, se agregan tubos o secciones de tubos enroscados. Son de pequeño diámetro. Los pozos clavados por lo general son bombeados utilizando la presión atmosférica.

- **Pozo Perforado**

La excavación se hace mediante sistemas de percusión o rotación. El material cortado se extrae del hueco con un achicador, mediante presión hidráulica, o con alguna herramienta hueca de perforar, etc.

Métodos de Perforación

- **Perforación por percusión**

Es la se realiza mediante la penetración de un cincel apropiado es cual, dejado caer desde una altura adecuada, fractura el material que constituye la formación a perforarse. El material triturado se extrae periódicamente

mediante un tubo especial con válvula de fondo (Bayler o cuchara). Este sistema puede requerir el empleo de tubería de contención.

- **Perforación rotativa por circulación directa**

Es la perforación que se realiza mediante la penetración de una barrena giratoria, montada en la extremidad de un conjunto de barras huecas, accionadas desde la superficie mediante un sistema mecánico o hidráulico.

El fluido de perforación (Agua, agua-aire, aire, lodo) circula bombeado a través de las barras hasta la barrena, regresando a la superficie en el espacio anular entre las barras y la pared de la perforación.

- **Perforación rotativa por circulación inversa**

Es la perforación que se realiza mediante de la penetración de una barrena giratoria, montada en la extremidad de un conjunto de tubos accionadas desde la superficie mediante un sistema mecánico o hidráulico

El fluido de perforación (agua, agua-aire, lodo liviano) baja por gravedad entre la pared de la perforación y los tubos y regresa a la superficie por el interior de los tubos succionado por bombas especiales.

- **Perfil Litológico**

Es la descripción ordenada del material de los estratos litológicos sucesivos encontrados durante la perforación, con indicación de las cotas superior e inferior de cada estrato. Puede ser complementado con la representación gráfica de los materiales de los estratos, según la simbología de las diferentes rocas.

Etapas en la Perforación

- **Perforación exploratoria**

Es la que debe realizarse a la profundidad que se especifique y será de un diámetro apropiado para toma del registro eléctrico.

- **Fluidos de Perforación**

El fluido de perforación puede ser cualquiera, desde un agua lodosa hasta una mezcla viscosa hábilmente preparada con materiales ad hoc. Es muy importante comprender las funciones esenciales del fluido de perforación. Este debe ser lo siguiente:

1. Proteger las paredes del agujero del socavamiento.
2. Recoger los fragmentos del fondo del pozo
3. Sellar las paredes del agujero, para reducir la pérdida de circulación.
4. Mantener los fragmentos en suspensión cuando la circulación cesa
5. Enfriar y limpiar el trepano.
6. Lubricar los cojinetes del trepano, la bomba de lodo y la tubería de perforación.

- **Toma de Muestras**

Son aquellas que se toman del subsuelo metro a metro y se conservaran en recipientes adecuados e identificados con la profundidad donde fue tomada, para el posterior examen granulométrico y descripción de las mismas por parte del personal especializado.

- **Ampliación de la Perforación**

Una vez realizado el diseño del pozo, con una broca de 9" hasta una profundidad de 100m, se procederá a la ampliación de la perforación con

brocas de 12", 17", 20" y 22", hasta llegar al diámetro definitivo y la profundidad establecida en el diseño.

- **Tubería de Revestimiento**

Es la que se coloca dentro del hueco perforado, sin golpes, presiones, ni tensiones que no sean las ocasionadas por el peso propio de la tubería. Esta debe estar perfectamente centrada en el hueco con la ayuda de centralizadores. Las uniones entre los tubos serán del tipo de rosca y anillos o del tipo biselado para soldar.

- **Suministro y Colocación de Grava**

La grava suministrada será limpia, redondeada, dura (predominante de sílice o cuarzo en un 95%), con granos de superficie lisa y sin fractura, sin partículas aplanadas o alargadas (nomás del 10% del peso). La grava no debe contener partículas de arcillas, mica, arena, suciedades ni impurezas orgánicas de ningún tipo y no debe contener hierro o manganeso en una cantidad o forma que pueda afectar la calidad del agua, según el uso al que este destinada.

La grava será vaciada por gravedad, dentro del espacio anular dentro las paredes del hueco y la tubería de revestimiento en toda su profundidad y hasta la protección sanitaria, con mucho cuidado, utilizado un proceso continuo, uniforme y controlado.

- **Limpieza y Desarrollo**

Es la que realiza con aire comprimido u otros métodos apropiados. Se efectuara a todo lo largo de la tubería de captación, por secciones, y se continuara hasta el contenido de arena en el agua asegura una vida útil aceptable el equipo de bombeo a instalarse en el pozo y la existencia económica del mismo.

- **Protección Sanitaria**

Es el sello de cemento que debe colocarse en el espacio anular entre la tubería de revestimiento y el hueco de perforación, para evitar la contaminación del agua del pozo por efecto de las aguas superficiales.

- **Aforo**

Un aforo es una prueba de bombeo que hace para determinar la capacidad del pozo y otras características hidráulicas, para así obtener la información para escoger adecuadamente el equipo permanente a utilizar.

El aforo debe hacerse con un equipo de bombeo diferente al que se va a instalar, ya que lo que se requiere es determinar las características hidráulicas del pozo, para así instalar un equipo de bombeo definitivo. En todo aforo es importante definir caudal y el nivel al cual se está bombeando ese caudal.

Definiciones y Términos

Porosidad de un acuífero: Es aquella parte de su volumen que consiste de aberturas o poros, o sea, la proporción de su volumen no ocupada por material sólido. La porosidad es un índice que indica cuánta agua puede ser almacenada en el material saturado. Se expresa generalmente como un porcentaje del volumen bruto del material.

Rendimiento específico: Es la cantidad de agua que un volumen unitario del material deja escapar cuando se le drena por gravedad.

Retención específica: Es aquella parte del agua que no se puede remover por drenaje gravitacional, es retenida, contra la fuerza de la gravedad, por capilaridad y atracción molecular.

Coefficiente de almacenamiento de un acuífero: Es el volumen de agua cedida o tomada del almacenamiento del mismo, por unidad de área superficial cuando se produce un cambio unitario de carga.

Permeabilidad: Es la propiedad de una formación acuífera en lo referente a su función transmisora o de conducto. La permeabilidad se define como la capacidad de un medio poroso para transmitir agua.

Coefficiente de transmisividad de un acuífero: Es la razón a la cual fluye el agua a través de una franja vertical de acuífero de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado del mismo, cuando el gradiente hidráulico es igual a 1, o sea 100%.

Agua Potable: También conocida como agua para el consumo humano, es aquella que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

Tubería de Captación: De las aguas subterráneas pueden ser tipo rejilla o tubería ranurada, la abertura de las ranuras de la tubería de captación se determinaran en el diseño a partir de la granulometría de la formación penetrada.

Trepano: Es un dispositivo que se coloca en el final de una sarta de perforación para que rompa, corte y muele las formaciones rocosas mientras se perfora un pozo. Ya sea éste un pozo de gas, agua o petróleo.

Registro eléctrico: Es la técnica por medio de la cual se introduce un instrumento sensible dentro de un pozo para obtener un gráfico representativo de las características eléctricas de las rocas y de los fluidos contenido por ellas.

Diámetro del Entubado: Se denomina diámetro del entubado, el diámetro nominal de la tubería de forro del pozo.

Nivel Estático (N.E): Es la distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el subsuelo en estado de reposo y su unidad es metros (m).

Nivel de Bombeo (N.B): Es el nivel que alcanza el agua durante el bombeo del pozo y su unidad es metros (m), al igual que la de nivel estático.

Abatimiento (s): Es la distancia entre el nivel estático y el nivel de bombeo ($NB - NE$) y su unidad es en metros (m).

Capacidad Específica (Q/s): Es el indicativo de la eficiencia del pozo y se expresa como la relación entre el gasto y el abatimiento. Se expresa en litros por segundo por metro.

Agua Potable: Estado del agua en que ningún elemento se encuentra presente en concentraciones suficientes que impidan su uso para el consumo humano.

Contaminantes: Elemento o agente de cualquier naturaleza que afecte y haga nocivo el uso del agua para consumo humano.

Agua de Abastecimiento: Agua proveniente de una fuente que será destinada al suministro y el uso queda determinado por su calidad.

Bases Legales

En los trabajos de investigación de tipo proyecto factible, las bases legales cumplen un papel muy importante, lo que a continuación se presentaran una serie de normas, leyes y reglamentos con los artículos más importante para la realización del proyecto.

- **Decreto N° 2048**, (1997, Septiembre 24). Gaceta Oficial de la República de Venezuela 36298. Normas para la ubicación, construcción, protección y mantenimientos de pozos perforados destinados para el abastecimiento de agua potable.

Artículo 22. Las distancias mínimas a mantener entre el sitio de perforación y las fuentes existentes o potenciales de contaminación serán las siguientes:

- a. Plantas industriales, y de cualquiera de las unidades de que consta las plantas de tratamientos de aguas servidas: 30 metros.
- b. A calles, linderos, de propiedad de terreno, fundaciones sótanos de edificaciones diez (10) metros, cuando se trate de pozos para el abastecimiento público de agua y a 5 metros, cuando se trate de pozos para abastecimiento particular.
- c. A otros pozos existentes de uso particular: 50 metros, la distancia podría ser mayor a juicio de la autoridad sanitaria competente, cuando por interferencia conos de depresión se afecte la productividad del acuífero.
- d. A granjas avícolas o porcinas, establos, caballerizas, estercoleros y otras destinadas a la cría y/o al cuidado de animales: 100 metros.

Los casos no contemplados en los apartes anteriores, serán resueltos por la autoridad sanitaria competente.

Artículo 50. La eficiencia de la bomba no deberá ser menor del 65%, salvo en casos justificados.

- **Covenin 589-79 (1979, Diciembre 11).** Norma Venezolana. Código de práctica para la construcción de pozos de agua.

4.8 Ampliación de la perforación: Una vez realizado el diseño del pozo, se procederá a la ampliación de la perforación hasta el diámetro definitivo y la profundidad establecida en el diseño. Los pozos que utilicen empaque de grava, tendrán un diámetro definitivo de por lo menos 15 centímetros (6´´), mayor al diámetro externo de la tubería de revestimiento.

4.9.1 Diámetro de la tubería: Para dar suficiente holgura entre la bomba y el tubo de revestimiento, y evitar posibles daños mecánicos, se recomienda para dicho tubo los diámetros especificados en la tabla n°1, en función del caudal previsto y tomando como base la velocidad de trabajo nominal de 1800 rpm para la bomba. En todo caso el diámetro nominal del tubo de revestimiento debe ser como mínimo 50 mm (2´´), mayor que el diámetro externo nominal del cuerpo de tazones de la bomba.

Tabla N° 1 . *Diámetro de la tubería de revestimiento en función del caudal previsto.*

Caudal Previsto (l/s) Mínimo - Máximo	Diámetro externo nominal del cuerpo de tazones de la bomba (mm)	Diámetro nominal del tubo de revestimiento (mm)
3 – 7	100 (4´´)	150 (6´´)
5 – 15	150 (4´´)	200 (8´´)
10 – 40	200 (8´´)	250 (10´´)

30 – 70	250 (10´)	300 (12´)
50 – 120	300 (12´)	350D (14´)
100 – 200	350 (14´)	400D (16´)

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

- **Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°38393, (1998 Febrero 13). Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable**

Artículo 14. El agua potable deberá cumplir los siguientes requisitos establecidos en los cuadros 1,2 y 3, que se presentan a continuación:

Tabla N° 2 Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.

Componentes	Unidad	Valor Deseable Menor a	Valor Máximo Aceptable
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbidez	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o sabor	----	Aceptable para la mayoría de los consumidores	----
Sólidos disueltos totales	Mg /l	600	1000
Dureza total	Mg /lCaCO ₃	250	500
PH	----	6.5 – 8.5	9.0
Aluminio	Mg /l	0.1	0.2
Cloruro	Mg /l	250	300
Cobre	Mg /l	1.0	(2.0)
Hierro total	Mg /l	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso total	Mg /l	0.1	0.5
Sodio	Mg /l	200	200
Sulfato	Mg /l	250	500
Cinc	Mg /l	3.0	0.5

Nota. Datos tomados de Gonzales y Ospina (2010).

Nota:

- los valores entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.

- b. UCV: unidades de color verdadero.
- c. UNT: unidades Nefelométrica de Turbiedad.

Tabla N° 3. Componentes Inorgánicos.

Componentes	Valor Aceptable (Mg/l)
Arsénico	0.01
Bario	0.7
Boro	0.3
Cobre	20
Cadmio	0.003
Cianuro	0.07
Cromo Total	0.05
Fluoruros	(c)
Mercurio Total	0.001
Níquel	0.02
Nitrato	45.0 (b)
(N)	10 (b)
Nitrato	0.03 (b)
(N)	0.01 (b)
Molibdeno	0.07
Plomo	0.01
Selenio	0.01
Plata	0.05
Cloro Residual	1.0 (3.0) (a)

Nota. Datos tomados de Gonzales y Ospina (2010).

Nota:

- a. El valor entre paréntesis son aceptados provisionalmente en casos excepcionales, plenamente justificados ante la autoridad sanitaria.

- b. La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad.
- c. El contenido de flúor, como ion fluoruro F⁻ se fijará de acuerdo con el promedio anual de temperatura máxima del aire en °C, según el siguiente cuadro:

Tabla N° 4. *Valores límites recomendados para el contenido de fluoruro en Mg/l.*

Promedio anual de temperatura máxima del aire en °C	Límite inferior	Limite optimo	Límite superior
10.0 – 14.0	0.8	1.1	1.5
14.0 – 17.6	0.8	1.0	1.3
17.7 – 21.4	0.7	0.9	1.2
21.5 – 26.2	0.7	0.8	1.0
26.3 – 32.6	0.6	0.7	0.8

Nota. Datos tomados de Gonzales y Ospina (2010).

- **Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°4103, (1989, Junio 02). Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos**

Artículo 96: En general las presiones máximas y mínimas en la red de distribución serán 70 metros y de 20 metros, calculados respecto al nivel de la calle y bajo la condición de hipótesis de cálculo más desfavorable.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el marco metodológico se exponen de forma precisa y detallada la información en la que se requiere indagar para el logro de los objetivos planteados en la investigación, así como la descripción de los distintos métodos y las técnicas que posibilitaran obtener información necesaria.

Tipo de Investigación

Tomando en consideración los objetivos planteados y de acuerdo a la definición siguiente:

La investigación de campo comprendió el análisis sistemáticos 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 enfoque de investigación conocidos en el desarrollo. (UPEL, 2008).

La investigación se consideró de campo, debido a que se realizó

inicialmente un estudio sistemático del funcionamiento del sistema de abastecimiento cuya información se logró constatar directamente en el conjunto residencial Los Tulipanes, con el fin de comprender las causas y los factores que producen la problemática.

Esta investigación de campo se consideró de tipo descriptiva, de acuerdo a la definición:

La investigación tipo descriptiva proporciona al investigador mayor información sobre el problema; es decir, mediante esta investigación se define clara y profundamente la situación problema, identificando las variables de mayor importancia que afecten directa o indirectamente al desarrollo de la investigación y por supuesto ayudar a obtener mayor conocimiento de aquello que estamos estudiando a fin de obtener los mayores beneficios con esta investigación. (UCV, 2009).

Se considera de carácter descriptivo, ya que una vez definidas la situación problemática, se procedió a identificar las variables y las etapas del proceso de mayor importancia para describirlas claramente y de este modo distinguir sin dificultad el problema a resolver.

Diseño de la Investigación

Este trabajo de investigación es de campo, la investigación de campo “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes” (Arias,2006, p.31).

Esto quiere decir que se toman los datos del entorno mismo del investigador, permitiéndole interactuar con la realidad del fenómeno o problema a ser investigado. Hay que mencionar, que en un trabajo de campo también se emplean datos secundarios, pero sin embargo, a través de los

datos primarios se logran determinar los objetivos y la solución del problema en estudio.

El estudio se enmarca en la modalidad del Proyecto Factible, referente a esto, expresa que: “Son estudios que buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar” (Hurtado, 2006, p. 60). Esto quiere decir que estos estudios buscan especificar las características más relevantes del tema tratado y posteriormente evaluar y analizar los aspectos del tema para suministrar más información del mismo.

Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información

Con respecto a los instrumentos utilizados en cada una de las diferentes técnicas tenemos los siguientes:

- Encuestas, se aplicó solo la entrevista no estructurada, con la finalidad de obtener información de la calidad de agua en San Diego, niveles estáticos, bombeo, además de conocer la situación actual del sistema de abastecimiento de la urbanización. En las encuestas se utilizaron libreta de notas.

La encuesta se define de la siguiente manera “el método para obtener información de manera clara y precisa donde existe un fenómeno estandarizado de preguntas en el cual el informante o encuestado reportará sus respuestas”. (Arias, 2006, p.46)

- Observación, la cual se aplicó para la visualización de la comunidad, estructuras de las edificaciones, nivel social, fuentes de abastecimiento subterráneas existentes, tanto las adyacencias de la comunidad como

dentro, así también la posible ubicación de pozos a proyectar. Para la observación de la comunidad se utilizaron minutas de campo y cámaras fotográficas.

Según Arias (2006) la observación se define como

Una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados. (p.70)

Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

La definición de la técnica de procesamiento y análisis de datos es “las distintas operaciones a la que se sometieron los datos que se obtuvieron en la recolección de información” (Moreno, 2010). Es decir, herramientas útiles para organizar, describir y analizar los datos recogidos con los instrumentos de investigación.

Es este proyecto de investigación se procesara la información de manera cualitativa y cuantitativa, Enrique (2006) cita a UPEL (2001), el cual define el análisis cualitativo como “una técnica que indaga para conseguir información de sujetos, comunidades, contextos, variables o ambientes en profundidad, asumiendo una actitud absorta y previendo a toda costa no involucrar sus afirmaciones o práctica”. En este tipo de análisis se procesa información de tipo verbal que se ha recogido mediante fichas, grabador u otro medio.

El análisis cuantitativo es “una operación que se efectúa, con toda la información numérica resultante de la investigación. Esta, luego del procesamiento que ya se le habrá hecho, se presentara como un conjunto de cuadros y medidas, con porcentajes ya calculados” (Enrique, 2006).

Una vez recogidos los datos, se procedió a su respectiva organización, la información obtenida de las entrevistas y observación, es de primer nivel, el cual se transcribió, lo más fiel posible mediante un procesador de texto, debido a que en este tipo de análisis, los archivos de documentos textuales sirven para organizar los datos que luego serán analizados e interpretados en su contenido.

A su vez, el análisis cualitativo, se divide en dos técnicas, la de categorización, que consiste en revisar los datos recogidos y agruparlos, para luego aplicar la segunda técnica, el análisis de contenido, que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información cualitativa acumulada en datos, respuestas o valores correspondientes a variables que investigan en función de un problema.

Fases de la Investigación

Inicialmente la información fue obtenida de un estudio previo efectuado por Malareología, información que se procedió a ser verificada con apoyo de la Norma Sanitaria 4044. A medida que se realizaron las visitas de campo se fueron entrevistando a algunos habitantes de la población, para conocer las condiciones de los pozos y saber que tan constante era el abastecimiento de agua potable en su apartamento, posteriormente se recopilará planos y cualquier tipo de información de los pozos en los entes públicos.

Según Moreno (2010), se refiere a las fases de la investigación

Como el proceso llevado a cabo durante el desarrollo de la investigación y en relación directa con los objetivos específicos, donde se diagnostica la situación real, se hacen los estudios de factibilidad de propuesta y se diseñan las mismas.

A manera de desarrollar el área metodológica propiamente dicha o cuerpo de esta investigación, se ha estructurado en tres fases fundamentales:

Fase I (Diagnóstico):

Fase de estudio diagnóstico, relacionada directamente con la investigación de campo, que permitirá determinar la necesidad de proponer un diseño de abastecimiento de agua potable para en conjunto residencial Los Tulipanes, a través de aportes de caudales de nuevas fuentes subterráneas.

Esta fase, es el punto de partida para recolectar la información necesaria para determinar un diagnóstico preciso. Básicamente se trata de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. Comprende las fases exploratorias y descriptivas, que arrojaron todos los estudios de campo a fin de determinar la necesidad del diseño de propuesta.

Fase II (Factibilidad):

Una segunda fase describe los aspectos técnicos, donde con los datos rectificadas de Malareología, la memoria fotográfica, planos, se determinarán las deficiencias que puedan estar presentándose en estos aspectos y determinar si los caudales con que se es surtida la población son los suficientes para abastecerla de una manera óptima.

Fase III (Propuesta):

En esta última fase se evalúa de manera analítica, los diferentes aspectos a considerar para el diseño de la propuesta, todo esto para elaborar los lineamientos que pudieran conducir al diseño final. En donde se hará la descripción de la propuesta, los objetivos que va a cumplir la misma, personas que se beneficiaran así como la estructura como tal de ésta.

La sinergia de estas tres fases de investigación llevo a obtener una solución pertinente y factible para el caso en estudio.

CAPITULO IV

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

Estudio Diagnóstico

Evaluación de las Condiciones Actuales del Sistema de Abastecimiento

En las visitas a los diferentes organismos relacionados con la investigación a realizar, como los son, Hidrocentro, Ministerio del Ambiente, Alcaldía de San Diego, así como entrevistas a los miembros del consejo comunal y algunas personas que hacen vida en la urbanización; además de las visitas de campo, donde se recopilaron una serie de datos e información de interés para el desarrollo de la investigación, y aplicando la técnica de categorización de la información, se procedieron a agrupar la información obtenida de la siguiente manera: el sistema de abastecimiento de la Urbanización Los Tulipanes y caracterización de la Urbanización.

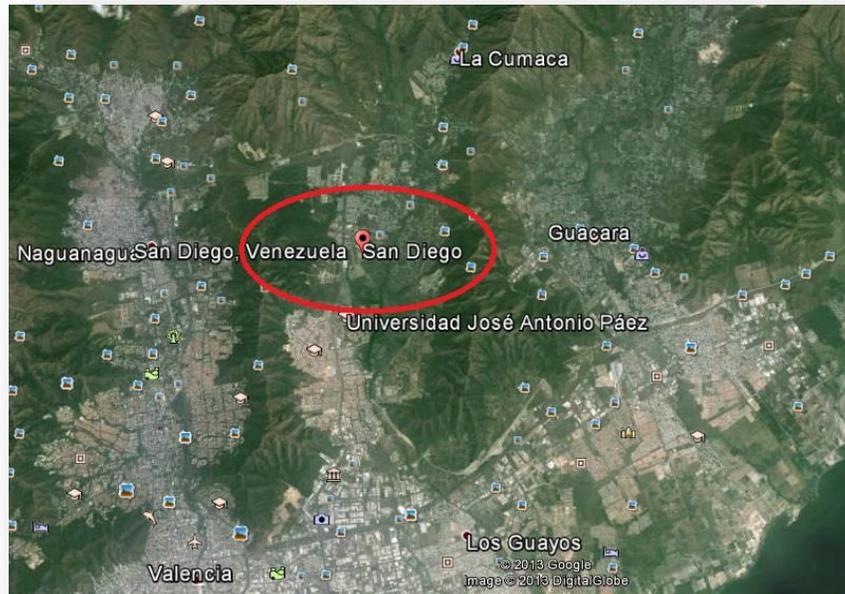


Figura 2 Ubicación geográfica del Municipio San Diego, Estado Carabobo. **Nota.** Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).



Figura 3 Ubicación geográfica de la Urbanización Los Tulipanes, del Municipio San Diego, Estado Carabobo. **Nota.** Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

El área aproximada ocupada de la Urbanización es de 29.54 Ha, dado a que la urbanización está dividida en parcelas, cada parcela ocupa la siguiente área:

Tabla N° 5 Área de las parcelas de la Urbanización Los Tulipanes

Parcela	Área (Ha)	Parcela	Área (Ha)	Parcela	Área (Ha)
Parcela 1	0.29	Parcela 15	0.78	Parcela 29	0.78
Parcela 2	0.38	Parcela 16	0.78	Parcela 30	0.75
Parcela 3	0.78	Parcela 17	0.78	Parcela 31	0.70
Parcela 4	0.78	Parcela 18	0.09	Parcela 33	0.81
Parcela 5	0.77	Parcela 19	0.78	Parcela 34	0.53
Parcela 6	0.82	Parcela 20	0.78	Parcela 35	0.23
Parcela 7	0.79	Parcela 21	0.78	Parcela 36	0.30
Parcela 8	0.87	Parcela 22	0.78	Parcela 37	0.54
Parcela 9	0.79	Parcela 23	0.78	Parcela 38	1.23
Parcela 10	0.83	Parcela 24	0.78	Parcela 39	0.37
Parcela 11	0.78	Parcela 25	0.78	Parcela 40	0.15
Parcela 12	0.78	Parcela 26	0.39	Parcela 41	1.10
Parcela 13	0.78	Parcela 27	0.08	Parcela 42	2.45
Parcela 14	0.78	Parcela 28	0.78		

Conocida las áreas de las parcelas, se verificó la dotación suministrada por Malareología. A partir del plano de planta facilitado en la Alcaldía de San Diego, en donde indica el uso de cada una de las áreas de la urbanización, y considerando las obras a futuro contempladas en el proyecto, se utilizó la

Norma Sanitaria 4044 Capítulo VII (De Las Dotaciones De Agua Para Edificaciones) para realizar el cálculo de dotaciones.

Las consideraciones tomadas para realizar el estudio de dotación, fueron:

- Para el comercio se utilizó el artículo 111, apartado (e), donde establece que para “Supermercados, casas de abastos, locales comerciales de mercancías secas” considerar un caudal de 20l/día/m².
- Para los apartamentos se utilizó el artículo 109, tabla 8, donde según el número de habitaciones del apartamento se considera una dotación de agua correspondiente por unidad de vivienda. Para este caso, todos los apartamentos tienen 2 habitaciones generando un caudal de 850 l/día.
- Para el caudal en zonas verdes, se utilizó el artículo 115, el cual establece 2 l/día/m². Para el área, se obtuvo del plano de planta.
- Para los planteles educacionales proyectados, se utilizó el artículo 110, considerando alumnos externos (colegios) y alumnos semi-interno (guarderías), el cual establece un caudal de 40 l/alumno/día y 70 l/alumno/día respectivamente, además se considera un personal residente en el plantel (apartado b.4) con un caudal de 200 l/persona/día.

Dando como resultado, las siguientes dotaciones para comercios, apartamentos, zona verde, guarderías, planteles educativos, entre otros.

Tabla N° 6 Estimación de la dotación total de la Urbanización Los Tulipanes

Tipo	Area (m2)	Personas	N° de Apartamentos	Dotacion Unitaria	Dotacion Total (l/d)
Comercio	11684,45	-	-	20 l/dia/m2	233689
Apto unifamiliar de 2 dormitorios	-	-	2904	850 l/dia	2468400
Zona verde	-	-	-	2 l/dia	158722,72
Guarderías	-	120	-	70 l/alumno	8400
Educación	-	2110	-	40 l/alumno	84400
Personal educativo no residente	-	70	-	50 l/alumno	3500
				Dotacion Total (l/dia)	2957111,72

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).



Plan 02
16-02-06



INGENIERÍA SANITARIA

SOLICITUD DE DOTACIÓN DE AGUA

En cumplimiento a lo dispuesto por el capítulo VII de las Normas Sanitarias Vigentes, solicitamos la aprobación de la DOTACIÓN DE AGUA, correspondiente para un inmueble

Destinado a: URBANIZACIÓN "EL TULIPAN"
Propiedad de: PROMOCIONES EL TULIPAN C.A.
Ubicado en: AV. DON JULIÁN CENTENO URB. EL TULIPAN SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO

Según los datos que se exponen a continuación:

TIPO	AREA (M ²)	Nº/Apto.	Dotación Unitaria	Dotación Total (L / Día)
Oficina			6 Lts/M ²	
Comercio	11.684,45		20 Lts/M ²	233.689,00
Apto. 1 Dorm.			500 Lts/Apto.	
Apto. 2 Dorm.	2.904,00	2.904	850 Lts/Apto.	2.468.400,00
Apto. 3 Dorm.			1200 Lts/Apto.	
Apto. 4 Dorm.			1350 Lts/Apto.	
Apto. 5 Dorm.			1500 Lts/Apto.	
Viv. Unifamiliar				
Viv. Multifamiliar				
Industrias				
Obreros			80 Lts/Obra	
Zona Verde	87.415,38		2 Lts/M ²	174.830,76
C. Comercial			10 Lts/ Día-M ²	
Depósitos			0.6 Lts/Día - M ²	
GUARDERIAS	120 NIÑOS		70 Lts/DIA	8.400,00
EDUCACION	2.110 ALUMNOS		40 Lts/DIA	84.400,00
	70 PERSONAS		50 Lts/DIA	3.500,00
			DOTACIÓN TOTAL	2.973.219,76 L/día

Conforme.

Valencia, 16 de 02 de 2006

Firma:

Ing. Jefe del Servicio de Ing. Sanit. Nombre: ING. RICARDO GRAUER

Propietario de la Obra Nombre: PROMOCIONES "EL TULIPAN C.A."

Ing. Responsable de la Obra Nombre:



Figura 4 Dotación de agua en la Urbanización Los Tulipanes, suministrada por Malareología. Nota. Datos tomados de Hidrocentro C.A. Hidrológica del Centro Filial de Hidroven (2006).

Comparando las dotaciones calculadas y según Malareología, se observó que existe un caudal de diferencia de 16108,04 l/día. Esto puede ser debido al criterio que se consideró al momento de calcular las dotaciones, la diferencia radica en el cálculo de dotación para la zona verde. Para continuar con el desarrollo de la investigación se tomará la dotación calculada por los autores que es de 2957111,72 l/día.

Descripción del Abastecimiento de Agua Potable

El abastecimiento de agua potable que posee la Urbanización Los Tulipanes, se basa netamente en Fuentes Subterráneas, localizadas en el lugar. El sistema de distribución se surte de seis (6) pozos, de los cuales cinco (5) pozos se realizaron durante el desarrollo del proyecto de la urbanización y un (1) pozo fue adjudicado a la comunidad por Hidrocentro C.A debido a la problemática que presentan con el déficit de agua.

Los pozos se encuentran enumerados del uno (1) al cinco (5). El último pozo, se conocerá como pozo ocho (8), para así continuar con la enumeración encontrada en los planos originales.

De las investigaciones efectuadas y en base a la información recopilada se presenta la localización e información técnica de los pozos.



Figura 5 Ubicación Geográfica de los pozos de la Urbanización Los Tulipanes (1-5).

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).



Figura 6 . Ubicación Geográfica del pozo 8 de la Urbanización Los Tulipanes. Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Información Técnica de los Pozos

En las siguientes tablas se visualizan pozo a pozo las características de los seis (6) pozos que abastecen actualmente a la Urbanización Los Tulipanes.

Tabla N° 7 Resumen de ubicación geográfica de los pozos

POZOS	Ubicación Geográfica (Coordenadas)	
	Norte	Este
N°1	1.135.440	614.155
N°2	1.135.431,77	613.903,96
N°3	1.135.886,00	614.400,00
N°4	1.135.960,00	614.003,00
N°5	1.136.336,50	614.147,00
N°8	11.346,05	613.548,00

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 8 Resumen de datos de construcción de los pozos.

POZOS	Datos De Construcción		
	Fecha De Inicio	Fecha De Culminación	Compañía Ejecutora
N°1	14 de Enero de 2006	26 de Enero de 2006.	Parko C.A
N°2	14 de Noviembre de 2006	4 de Diciembre de 2006	Parko C.A
N°3	30 de Noviembre de 2006	16 de Diciembre de 2006	Parko C.A
N°4	27 de Noviembre de 2006	20 de Diciembre de 2006	Parko C.A
N°5	<i>no posee información</i>	Noviembre de 2008	Inversiones Hidro C.A
N°8	<i>no posee información</i>	<i>no posee información</i>	<i>no posee información</i>

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 9 . Resumen de profundidad de los pozos.

POZOS	Profundidad Del Pozo			
	Perforación (m)	Diámetro Perforación (pulg)	Entubado (m)	Diámetro Entubado (pulg)
N°1	141	17	141	8
N°2	150	17 1/2	150	8
N°3	160	17 1/2	160	8
N°4	175	17 1/2	175	8
N°5	160	17	160	8
N°8	115	<i>no posee información</i>	115	<i>no posee información</i>

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 10 Resumen de los estados y uso del agua de los pozos.

POZOS	Estado Actual	Uso Del Agua
N°1	Activo	Urbano
N°2	Activo	Urbano
N°3	Activo	Urbano
N°4	Activo	Urbano
N°5	Activo	Urbano
N°8	Activo	Urbano

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 11 Resumen de los niveles de los pozos

POZOS	Niveles		
	Estático (m)	Dinámico (m)	Caudal (lps)
N°1	29	65	3
N°2	13	110	2,5
N°3	13	120	3
N°4	13	120	2,75
N°5	12	58	3
N°8	7	65	3

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 12 Resumen de los datos de la bomba de los pozos

POZOS	Datos De La Bomba				
	Tipo	Diámetro (Pulg)	Temp.Del Agua (°C)	Marca	Motor
N°1	Sumergible	4	26	Faboven	Eléctrico Sumergible 10HP
N°2	Sumergible	3	22,4	Caprari E4xP40	Eléctrico Sumergible 10HP
N°3	Sumergible	<i>No Posee Información</i>	<i>No Posee Información</i>	Caprari E4xP40130 10HP	<i>No Posee Información</i>
N°4	Sumergible	3	27,7	Caprari E4xP50	Eléctrico Sumergible 10HP
N°5	Sumergible	<i>No Posee Información</i>	<i>No Posee Información</i>	Faboven modelo 00754L18	<i>No Posee Información</i>
N°8	Sumergible	10	<i>No Posee Información</i>	Bombagua AP6D6 7,5 HP	Franklin Electric

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 12 (cont.). Resumen de los datos de la bomba de los pozos.

POZOS	Datos De La Bomba					Sello Sanitario
	Rpm Bomba	Rpm Motor	Capacidad (Lps)	Diámetro Tub. Carga (Pulg)	Diámetro Tub. Carga (Pulg)	
N°1	3500	3500	5	2	No Posee Información	No Posee Información
N°2	3500	3500	3	No Posee Información	2	No Posee Información
N°3	3500	3500	3	No Posee Información	2	12 pulg x 6m
N°4	3500	3500	3	No Posee Información	2	No Posee Información
N°5	3500	3500	3	No Posee Información	2 ½	12pulg x 6m
N°8	3500	3500	3	No Posee Información	2	16pulg x 6m

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Cada pozo presente en la urbanización se le realizó un estudio para obtener el caudal que proporcionan, dicho estudio fue realizado por la compañía de Hidrocentro C.A.

En la siguiente tabla se presenta la producción de los pozos de la Urbanización Los Tulipanes, estudio realizado en el 2012 a través de mediciones volumétricas:

Tabla N° 13 Producción de pozos de la Urbanización Los Tulipanes



**PRODUCCION POZOS CONJUNTO
RESIDENCIAL EL TULIPAN**

INSTALACION	CAUDAL SEGÚN EXPEDIENTES DE CONSTRUCCION (l/s)	CAUDAL SEGÚN MEDICIONES VOLUMETRICAS REALIZADAS (25/10/2012) (l/s)
POZO # 1	3,00	5,91
POZO # 2	2,50	4,86
POZO # 3	3,00	2,89
POZO # 4	2,75	2,62
POZO # 5	3,00	2,86
POZO # 8	3,00	4,70
TOTAL PRODUCCION	17,25	23,84

Nota. Datos tomados de Hidrocentro C.A Hidrológica del Centro Filial de Hidroven (2012).

Luego de haber calculado la dotación, como se explicó anteriormente, se procede a comparar con el caudal proporcionado por los pozos, para así conocer el déficit presente en la urbanización.

Comparando la dotación calculada que requiere la urbanización (2957111,72 l/día = 34,23 l/s) y el caudal que produce los pozos obtenido por el estudio realizado por Hidrocentro (23,84 l/s), se llega a la conclusión que evidentemente se está en presencia de un déficit de caudal de 10,39 (l/s). Dicho déficit no era tan notable en los usuarios del servicio, debido a que la Urbanización no se encontraba 100% poblada.

En base a los planos originales del sistema de abastecimiento de la Urbanización Los Tulipanes, se puede observar que la red de distribución se encuentra sectorizada (Ver plano N° 2), a través de válvulas que limitan el abastecimiento de las parcelas.

Con esta información se realizó el estudio más detallado de dotación por parcela y caudal suministrado por los pozos a las parcelas que le correspondan. Para este estudio surgieron 3 casos según la sectorización:

1. Red formada por la Malla I y la Malla II.

Consiste en la combinación de una red cerrada y una abierta, la cual abastece las parcelas 40, 42C, 42D, 33, 39, 38, 42B, 42A2, 32, 41, 28, 29, 30, 31, 23, 24, 25, 34, 35, 19, 20, 21, 22, 27, 26, 37, 42A1, 36A2. El caudal es suministrado por los pozos # 1, # 2 y # 8.

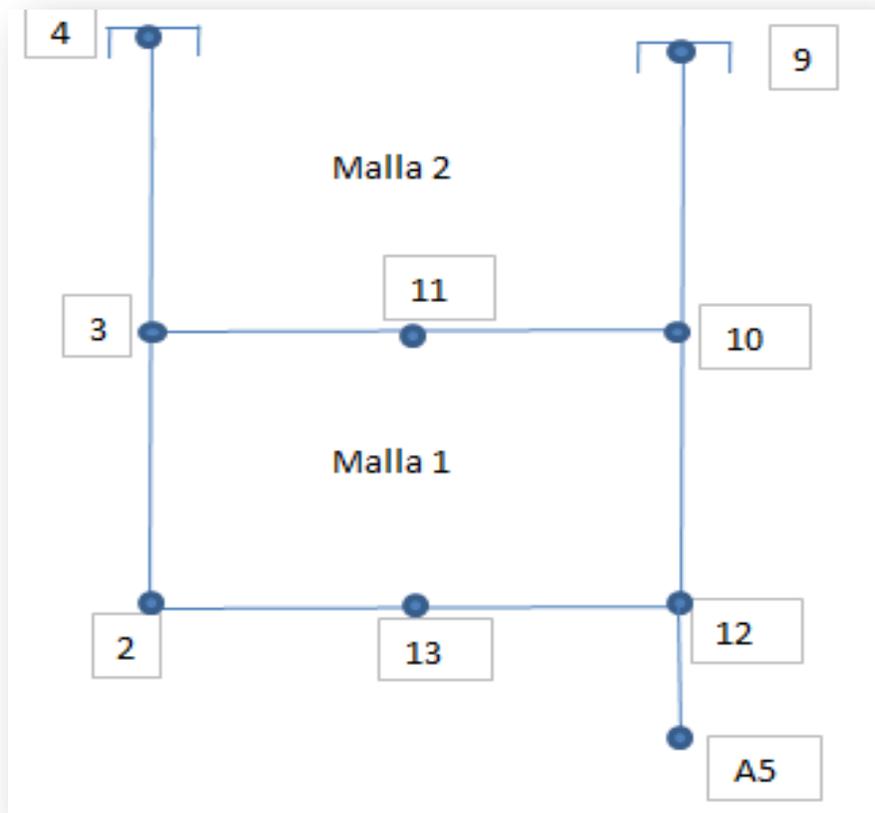


Figura 7 **Sectorización N°1**. Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 14 Dotaciones de las Mallas 1 y 2.

TABLA DE DOTACIONES DE LA MALLA SELECCIONADA				
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).				
Caso A : Analisis de la Red de Abastacimento sectorizada. Red formada por malla 1 y 2				
TRAMO	PARCELA(S)	DOTACION (L/D)	DOTACION (L/S)	OBSERVACIONES
13--12	33	219.570,00	2,54	porcion del tramo 13--11 y A5--12
12--10	39,38, 42B y42A2	104.174,00	1,21	porcion del tramo A5--12 Y 10--9
2--13	32 y 41	127.426,00	1,47	porcion del tramo 13--11
2--3	ninguno	39.100,00	0,45	porcion del tramo 4--3
11--10	23,24,25,34,35	469.470,00	5,43	
3--11	19,20,21,22,27	622.891,76	7,21	
TOTAL		1.582.631,76	18,32	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 15 Producción de los pozos que surten a las Mallas 1 y 2

PRODUCCION DE POZOS EN LA RED		
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).		
Caso A : Analisis de la Red de Abastecimiento sectorizada. Red formada por malla 1 y 2		
POZOS	CAUDAL SEGÚN MEDICIONES VOLUMETRICAS REALIZADAS (25/10/2012) (L/S)	OBSERVACIONES
POZO # 1	5,91	
POZO # 2	4,86	
POZO # 8	4,70	
TOTAL	15,47	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

2. Red formada por la Malla III.

Se estudió una red abierta, que abastece a las parcelas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 36A1, donde el caudal es suministrado por los pozos #3 y #4.

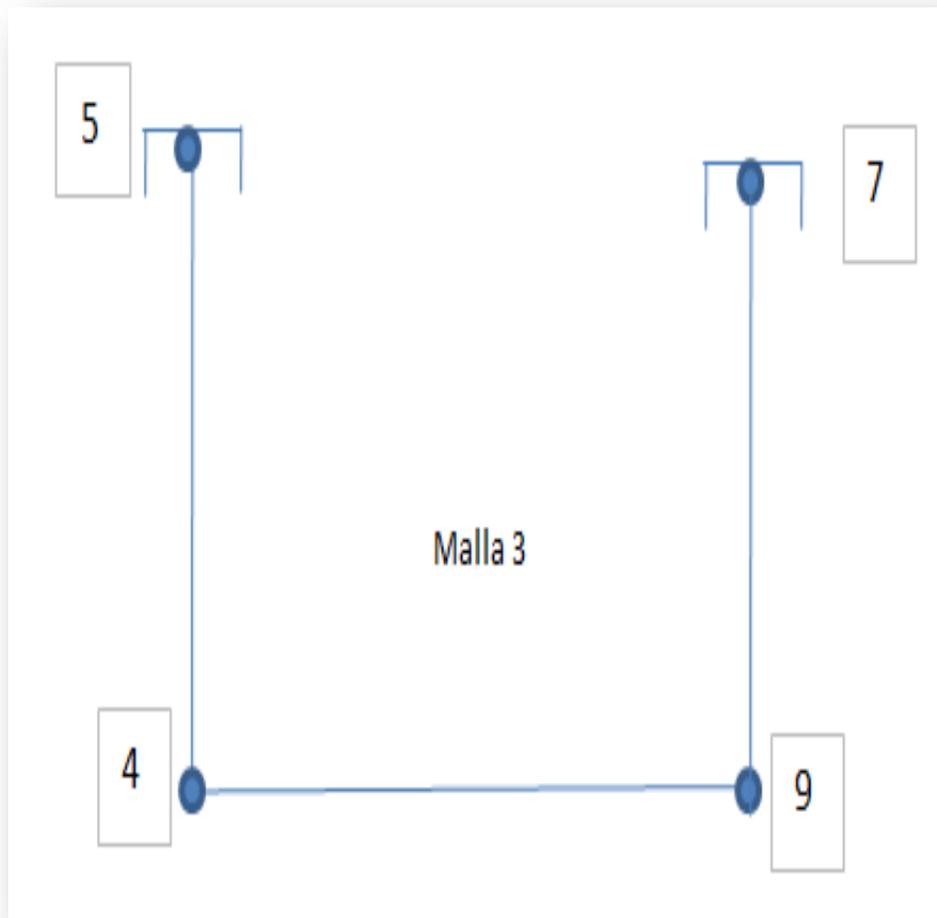


Figura 8 Sectorización N°2. Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 16 Dotaciones de la Malla 3.

TABLA DE DOTACIONES DE LA MALLA SELECCIONADA				
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).				
Caso B : Analisis de la Red de Abastecimiento sectorizada. Red formada por malla 3. Red Abierta				
TRAMO	PARCELA(S)	DOTACION (L/D)	DOTACION (L/S)	OBSERVACIONES
9--4	10,11,12,13,14,15,16,17 y 18	872.292,00	10,10	
5--4	ninguno	0,00	0,00	
9--7	36A1	4.202,00	0,05	
	TOTAL	876.494,00	10,14	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 17 Producción de los pozos que surten a la Malla 3.

PRODUCCION DE POZOS EN LA RED		
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).		
Caso B : Analisis de la Red de Abastacimiento sectorizada. Red formada por malla 3. Red Abierta		
POZOS	CAUDAL SEGÚN MEDICIONES VOLUMETRICAS REALIZADAS (25/10/2012) (L/S)	OBSERVACIONES
POZO # 3	2,89	
POZO # 4	2,62	
TOTAL	5,51	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

3. Red formada por la Malla IV.

En este caso se estudió una malla abierta, la cual abastece las parcelas 1, 3, 4, 5, 6, 9,7, 8A1, 8A2, 8A3, 8A4, 2. Y el caudal es suministrado por el pozo #5.

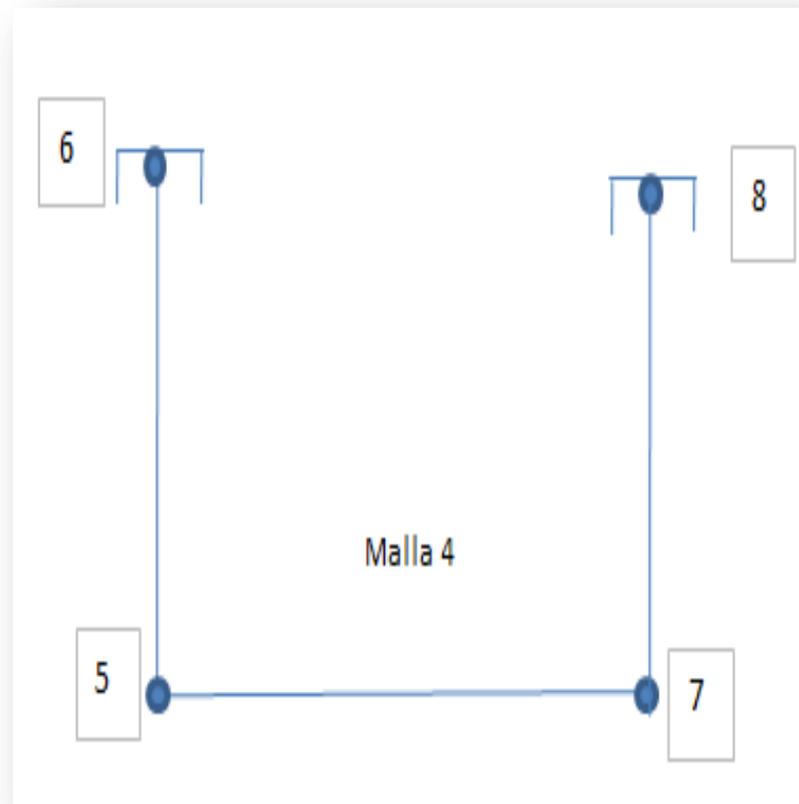


Figura 9 Sectorización N°3. Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 18 Dotaciones de la Malla 4.

TABLA DE DOTACIONES DE LA MALLA SELECCIONADA				
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).				
Caso C : Analisis de la Red de Abastecimiento sectorizada. Red formada por malla 4. Red Abierta				
TRAMO	PARCELA(S)	DOTACION (L/D)	DOTACION (L/S)	OBSERVACIONES
6--5	2	7.588,14	0,09	
5--7	1, 3, 4, 5 y 6	348.463,24	4,03	
8--7	9,7,8A1,8A2,8A3,8A4	141.934,62	1,64	
	TOTAL	497.986,00	5,76	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

Tabla N° 19 Producción de los pozos que surten a la Malla 4.

PRODUCCION DE POZOS EN LA RED		
PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “LOS TULIPANES” (Municipio San Diego, Estado Carabobo).		
Caso C: Analisis de la Red de Abastacimento sectorizada. Red formada por malla 4. Red Abierta		
POZOS	CAUDAL SEGÚN MEDICIONES VOLUMETRICAS REALIZADAS (25/10/2012) (L/S)	OBSERVACIONES
POZO # 5	2,86	
TOTAL	2,86	

Nota. Datos tomados de Gallardo, Y. y Linares, A. (2014).

En todos los análisis de estudios pertenecientes a los casos de sectorización se procedió a verificar el caudal que requiere cada una de las redes, y compararlo con el caudal que les suministra los pozos. Dando como resultado de déficit el mostrado en la siguiente tabla:

Tabla N° 20 *Comparación de los Caudales Requeridos Vs Caudales Producidos por los pozos*

	Caudal Requerido (L/S)	Caudal Producido por los Pozos (L/S)	Deficit (L/S)
Sectorizacion 1	18,32	15,47	2,85
Sectorizacion 2	10,14	5,51	4,63
Sectorizacion 3	5,76	2,86	2,9
		Total	10,38

Conclusión del Diagnóstico

Debe señalarse que existe una demanda no cubierta por la producción de pozos, esto se debe a que inicialmente no se realizaron las cantidades de pozos que exigió el proyecto para la demanda de caudal que requiere la comunidad.

Otra causa se debe a las condiciones actuales de los pozos a los que no se le realiza ningún tipo de mantenimiento preventivo para así mejorar su producción.

En las visitas a campo no se pudo constatar que cada una de las parcelas posea tanque de almacenamiento operativo.

Al realizar el estudio por sectorización, se observa que en todas existe un déficit de caudal, pero este es significativo en las parcelas pertenecientes a la malla 2, de la cual se pudo conocer en las visitas a campo que era el área con menos servicio de agua potable.

Recomendaciones

Se recomienda la realización de nuevos pozos para el aporte de nuevos caudales a la red de la comunidad, y así cubrir el déficit presente en la misma.

En base a los caudales que producen los pozos actuales, se puede estimar que los nuevos pozos produzcan alrededor de 4 l/s de caudal, entonces, para cubrir el déficit se recomienda la construcción de 3 pozos.

Otra recomendación, es continuar con la sectorización existente, para así adjudicar un pozo a cada una de las áreas sectorizadas, según el cumplimiento de la norma para la construcción de pozos profundos.

Estudio Factibilidad

Factibilidad Técnica

La Urbanización Los Tulipanes, padece un problema representado por el abastecimiento de agua potable, debido a esto, se estimaran una serie de aspectos válidos que permitan incorporar caudales a través de fuentes subterráneas, dando así, una solución pertinente a este caso, tomando en cuenta el análisis de los resultados, anteriormente citados, la factibilidad técnica de la construcción de un pozo profundo en esta zona está garantizada por dos razones fundamentales:

- En la zona, diferente a la Urbanización los Tulipanes, existen acuíferos con potenciales entre 5 l/s - 25 l/s, a una profundidad promedio de 100m, prueba de ello la determina la existencia de pozos que se encuentran operativos en las urbanizaciones cercanas a Los Tulipanes.
- De igual modo, es técnicamente factible su realización, dado a que existen empresas especializadas en el rubro con variedad de equipos, el cual garantiza la correcta construcción y ejecución de pozos profundos, como ejemplo tenemos: C.A Parko, Rimoca Industrial C.A, Agua-Sub C.A, Masif. C.A, entre otras.

Técnicamente una fuente de abastecimiento de agua potable es confiable, siempre y cuando, cumpla con tres aspectos básicos:

- Calidad de ser apta para el consumo humano

- Continuidad en el abastecimiento, determinado por los elementos técnicos utilizados, tales como: personal calificado para su ejecución, calidad de equipos de construcción, destreza operacional después de la puesta en servicio y, por último, uso de materiales y equipos estandarizados de comprobado buen desempeño.
- Disponibilidad operativa, es decir que los componentes que integran el sistema de abastecimiento posean baja incidencia de fallas.

En la práctica, se consideran a los acuíferos subterráneos como medios de abastecimientos confiables, para cubrir demandas de agua potable y otros usos. En resumen la propuesta de perforación de un pozo es técnicamente factible, dada la disponibilidad de acuíferos y la tecnología respectiva para construir un pozo profundo capaz de explotarlo.

Propuesta

Propuesta para mitigar el déficit de abastecimiento de agua en la Urbanización los Tulipanes

Propuesta a corto plazo: Captar el agua, a través de la construcción de tres (3) pozos operando 24 horas diarias. Continuando con la sectorización actual

de la red de abastecimiento y adjudicando un pozo por sectorización, para así cubrir la demanda que requiere.

Ahora bien, el diseño de un pozo de agua implica escoger los factores dimensionales apropiado para la estructura de este y de los materiales que se van a utilizar en su construcción. Un buen diseño exige la seguridad de una combinación óptima de comportamiento, larga vida de servicio y un costo razonable.

Debido a que actualmente no se posee información de la posible ubicación y diseño del pozo, este estudio se basará en la *Norma para la Ubicación, Protección, Operación y Mantenimiento de Pozos Perforados destinados al Abastecimiento de Agua Potable, Gaceta 36298- 97, Decreto 2.048* y en los pozos existentes para proponer el posible diseño y ubicación de los mismos.

El artículo 22 de la *Gaceta 36298- 97*, establece:

“Las distancias mínimas a mantener entre el sitio de la perforación y las fuentes existentes o potenciales de contaminación serán las siguientes:

a) A plantas industriales, y de cualquiera de las unidades de que consta las plantas de tratamiento de aguas servidas: 30 metros.

b) A calles, linderos de propiedad de terreno, fundaciones y sótanos de edificaciones: 10 mts, cuando se trate de pozos para abastecimiento público de agua y a 5 mts, cuando se trate de pozos para abastecimiento particular.

c) A otros pozos existentes de uso particular: 50 metros, la distancia podría ser mayor a juicio de la autoridad sanitaria competente, cuando por interferencia de los conos de depresión se afecte la productividad del acuífero.

d) A granjas avícolas o porcinas, establos, caballerizas, estercoleros y otras destinadas a la cría y/o al cuidado de animales: 100 metros.”

Conocido esto, se ubicaron los posibles sitios de perforación de los tres (3) pozos a construir, (Ver plano N° 3)

Diámetro del Pozo

El diámetro del pozo depende de la producción del pozo, o el gasto que se desea obtener, definido esto, la Norma Covenin 589-79, recomienda para dar suficiente holgura entre la bomba y la tubería de revestimiento y evitar posibles daños mecánicos; establecer las dimensiones mostradas en la siguiente tabla 1 del capítulo II, donde se relacionan los diámetros en función del caudal previsto.

Para el diseño sugerido, se está estimando un caudal promedio de 4 l/s, por lo tanto el diámetro externo será de 4" y el diámetro nominal de tubo de 4".

Profundidad Total del Pozo

A fin de aprovechar la capacidad del acuífero, hasta el máximo, la profundidad total de los pozos se va a proyectar a 150 m, esto basándose en las profundidades conocidas de los pozos existentes.

Diseño del Entubado

El diseño de entubado, comprende la ubicación de la tubería ranurada que se va a colocar para captar el agua del acuífero, éste se realiza en campo, una vez terminada la perforación inicial, el registro eléctrico y la columna litológica dada por la descripción de las muestras, por ende en el desarrollo de la propuesta no se puede realizar dicho diseño.

Sistema de Bombeo

Tomando en cuenta el tipo de bomba que existe en los pozos actuales, se recomienda la utilización de una bomba de 10 Hp, con motor eléctrico sumergible de 3500 rpm.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir, que el desabastecimiento en la Urbanización Los Tulipanes, es debido a un evidente déficit de caudal en su sistema de abastecimiento para la distribución de agua potable, ya que inicialmente se construyeron un numero de pozos menor a los requeridos, por lo cual el caudal que genera no es suficiente para la demanda necesitada por los habitantes de la urbanización, dicho problema se hace notable en la actualidad ya que en principio se encontraba parcialmente poblada y ahora es el caso contrario; lo que hace necesario buscar nuevas fuentes de aguas para cubrir el déficit presente y así mejorar la calidad de vida de los habitantes de los Tulipanes.

Los autores proponen como solución a corto plazo, la construcción de nuevas fuentes subterráneas para así mitigar el déficit existente, además de continuar con la sectorización que posee actualmente el sistema de abastecimiento.

Hay que resaltar que los pozos existentes en la urbanización sirvieron como base para poder realizar la propuesta del diseño de los nuevos pozos a construir, esto se pudo realizar, ya que los pozos serán proyectados en la misma zona de los existente y parte de la premisa que las condiciones litológicas no tendrán cambios bruscos, es decir serán las mismas; para la ubicación de los pozos se realizó según lo establecido en la *Gaceta 36298-97 articulo 22*; se conocerá realmente la producción de los nuevos pozos al momento del aforo y realizando el registro eléctrico vertical para cada uno, el cual se realiza al momento de la construcción del pozo.

RECOMENDACIONES

En el momento de la construcción de los pozos se recomienda tener los permisos necesarios, además de realizar los estudios correspondientes para estar completamente seguros de que el lugar elegido para la perforación sea el más óptimo por norma, y así evitar contratiempos constructivos a futuro.

Se recomienda como propuesta a largo plazo, estudiar nuevas fuente de abastecimiento diferente a la subterránea, por ejemplo, realizar un estudio de las condiciones del agua del Rio Cupira, el cual se encuentra adyacente a la urbanización, y si éste cumple con los parámetros de consumo humano, usarlo como principal fuente de abastecimiento para la Urbanización Los Tulipanes y los próximos desarrollos urbanísticos a realizar en esa zona; de ser posible una nueva fuente de abastecimiento, se recomienda eliminar la sectorización existente en la red.

También se pudiera analizar la posibilidad de incorporar un tanque elevado al sistema que sirva como ayuda de aporte de caudal a la red y así evitar el déficit presente por sectorización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arocha, S. (1983) *Cloacas y drenajes: Teoría & Diseño*. Caracas. Ediciones Vegas.

Arias, F. (2006) *Proyecto de Investigación*. Editorial Episteme. Caracas Venezuela.

Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones. (1988) Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 4.044 Extraordinario. Caracas. Imprenta Nacional.

Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. (1998) Gaceta Oficial de la República de Venezuela N°36.395. Caracas. Imprenta Nacional.

Decreto N° 2.048 (1997, Septiembre 24). Gaceta Oficial de la República de Venezuela 36.298. Normas para la ubicación, construcción, protección, operación y mantenimiento de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable.

Covenin 589-79 (1979, Diciembre 11). Norma Venezolana. Código de práctica para la construcción de pozos de agua.

Gómez, A. (2012) Metodología del Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Civil. Valencia Venezuela.

Balestrini, M. (2001). *Procedimientos Técnicos de la Investigación Documental*. Editorial Panapo. Caracas.

Autor Anónimo (s.f). Agua Subterránea. Extraído el 06 de Noviembre 2013 desde http://www.ose.com.uy/a_aguasubterranea.html

Autor Anónimo (s.f). Definición de Población. Extraído el 14 de Enero de 2014 desde: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-ytamayo.html>

Autor Anónimo (s.f). Importancia del Agua. Extraído el 03 de Abril de 2014 desde <http://www.importancia.org/agua.php>

Arocha. (2013, Octubre). Ingeniero Civil, Inspector de la Alcaldía de San Diego [Entrevista no estructurada, realizada por Gallardo, Y y Linares, A. Diagnóstico del Sistema de abastecimiento de la Urbanización Los Tulipanes]. Libreta de notas y grabación en audio.

Díaz, J. (2013, Octubre). Ingeniero Civil Supervisor de fuentes Subterráneas. Hidrocentro Guacara [Entrevista no estructurada, realizada por Gallardo, Y y Linares, A. Diagnóstico del Sistema de abastecimiento de la Urbanización Los Tulipanes]. Libreta de notas y grabación en audio.

Díaz, J. (2013, Octubre). Ingeniero Civil Supervisor de fuentes Subterráneas. Hidrocentro Guacara [Entrevista no estructurada, realizada por Gallardo, Y y Linares, A. Información de cada pozo]. Libreta de notas y grabación en audio.

Mercado, J. (2013, Octubre). Jefe de la Junta de Condominio de la Urbanización Los Tulipanes [Entrevista no estructurada, realizada por Gallardo, Y y Linares, A. Diagnóstico de la situación actual de cada parcela de la Urbanización Los Tulipanes]. Libreta de notas.

Carrillo, V. (2013, Noviembre). Ingeniero Civil del Ministerio del Ambiente [Entrevista no estructurada, realizada por Gallardo, Y y Linares, A. Información de los pozos al momento de su construcción]. Libreta de notas y grabación en audio.

ANEXOS

