



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

REINGENIERÍA DE LA RED DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE
LA URBANIZACIÓN SAFARI
CARABOBO.
(Municipio Libertador, Edo. Carabobo)

Autores:

ANGOLA RICARDO 19860488

MENDOZA JUAN 19861950

Tutor:

Prof. Arnoldo Gómez

Valencia, Junio de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

REINGENIERÍA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAFARI CARABOBO.

(Municipio Libertador, Edo. Carabobo)

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

Autores:

ANGOLA RICARDO 19860488

MENDOZA JUAN 19861950

Tutor:

Prof. Arnoldo Gómez

Valencia, Junio de 2012



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el consejo de escuela para evaluar el trabajo especial de grado titulado **“REINGENIERÍA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAFARI CARABOBO” (Municipio Libertador, Edo. Carabobo)**, realizado por los bachilleres: Ricardo Angola C.I.: 19.860.488, Juan Mendoza C.I.: 19.861.950, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo de grado.

Ing. Arnoldo Gómez

Presidente

Ing. Adriana Márquez

Jurado

Ing. Alexander Cabrera

Jurado

Valencia, Junio de 2012

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la salud, voluntad y oportunidad de poder estudiar y culminar mis estudios como ingeniero civil, hecho que no solo ha sido un aspecto académico de mi vida sino que también es un mar de grandes experiencias que me enseñaron aspectos importantes de la vida.

A mis padres Alicia y Juan, por que han sido el apoyo incondicional siempre que lo he necesitado, proporcionándome su confianza y cariño incondicional.

A mis hermanos Geraldine y Diego, por ser quienes me han acompañado, comprendido y ayudado en muchas situaciones en las que nada es mejor que simplemente tener un hermano.

A toda mi familia en general por estar en mi vida y brindarme su apoyo en todo momento.

A todos mis compañeros de clases, con quienes compartí todas mi experiencias académicas, y con quienes en una forma muy peculiar me sentí como en una familia el tiempo que habite las aulas las aulas, auditorios, laboratorios, bibliotecas y demás espacios de la Universidad de Carabobo, a ustedes la razón de que mi estadía fuera tan amena.

Juan A. Mendoza. M

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por guiarme en todo momento y permanecer siempre junto a mí dándome fuerzas en todo momento.

A Fanny, mi Madre, quien me ha dado el empuje en momentos difíciles y sabios consejos cuando más los necesitaba, me enseñaste a no rendirme nunca cuando algo se quiere.

A Alfredo, mi Padre, quien ha sido el tutor de mi Carrera, a ti te agradezco todos los consejos, enseñanzas y el apoyo incondicional que siempre me has dado, eres ejemplo de fortaleza y perseverancia.

Ambos son modelo a seguir en mi vida, espero que este logro sea motivo de orgullo para ustedes.

Muy especial a Adriana mi hermana, mejor amiga y colega, este logro es en parte tuyo por todo tu conocimiento y apoyo brindado. Sin tu ayuda no estaría ahora acá.

A Miguel mi hermano y mejor amigo, eres una persona con la que sé que siempre contaré.

A ustedes cuatro les debo todos mis logros.

A toda la familia Angola y Escalona, quienes me han brindado en todo momento.

A todas aquellas personas que me acompañaron y fueron parte de este proceso de aprendizaje, que llegaron a convertirse en grandes amigos.

Ricardo Antonio Angola Escalona.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le damos Gracias a Dios por guiarnos en este camino y darnos salud.

A nuestra familia por su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestro Tutor el Profesor Gómez por guiarnos en este proyecto.

Al profesor Alexander Cabrera por aportarnos sus conocimientos para el desarrollo del proyecto.

A la Facultad de Ingeniería por convertirse en nuestro segundo hogar.

A todas aquellas personas que nos ayudaron a lo largo de la carrera.

INDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VI
LISTAS DE TABLAS.....	IX
LISTAS DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema.....	3
Objetivos de la Investigación.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación.....	6
Delimitación.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la investigación.....	8
Bases Teóricas.....	9
Bases Legales.....	15

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Diseño de la investigación.....	20
Tipo de investigación.....	21
Nivel de Investigación.....	21
Modalidad de Investigación.....	22
Procedimiento metodológico.....	24
Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	26
Análisis de datos.....	29

CAPITULO IV

LA PROPUESTA

Fase I.....	30
Fase II.....	39
Fase III.....	43
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	56
ANEXOS.....	57

LISTA DE TABLAS

TABLA	pp.
Tabla 1: Consumo mínimo permisible norma INOS.....	16
Tabla 2: Dotaciones de Agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares.....	17
Tabla 3: Dotaciones de Agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares.....	18
Tabla 4: Matriz de Análisis FODA.....	27
Tabla 5: Técnicas e instrumentos.....	28
Tabla 6: Matriz FODA en estudio de diagnostico.....	38
Tabla 7: Matriz FODA de estrategias a desarrollar.....	44
Tabla 8: Catalogo de Medidas Comerciales de tanques de almacenamiento de agua tipo australiano.....	48

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	pp.
Figura 1: Sectorización Actual de la red de distribución de agua potable de la urbanización Safari Carabobo.....	32
Figura 2: Diagrama de distribución del Sector 3.....	33
Figura 3: Macrolocalización del Proyecto.....	42
Figura 4: Microlocalización del proyecto.....	43
Figura 5: Nueva Sectorización de la red de distribución de agua.....	50
Figura 6: Nuevo Sector cuatro propuesto.....	51
Figura 7: Diagrama de distribución del Nuevo sector 4.....	52



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL

***REINGENIERÍA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAFARI CARABOBO.***

(Municipio Libertador, Edo. Carabobo)

Elaborada por: Angola Ricardo

Mendoza Juan

Tutor: Prof. Arnoldo Gómez

Fecha: Junio de 2012

RESUMEN

La situación actual del abastecimiento de agua potable de la Urbanización Safari Carabobo, impulsa a realizar la presente investigación cuyo objetivo principal es proponer una reingeniería del sistema de abastecimiento de la urbanización para así dar solución al problema de escasez de agua potable y de esta forma lograr mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. Este Trabajo se realizó bajo la modalidad de proyecto factible, siendo de tipo descriptivo. Se usaron como técnicas una guía de observación, la matriz DOFA y una memoria fotográfica. Para llevar a cabo la investigación se desarrollaron 3 fases, la primera fue el diagnóstico donde quedó claro el deterioro que presentan los distintos elementos del sistema de abastecimiento y en especial un sector de la urbanización cuyas condiciones del tanque de almacenamiento y déficit en el volumen almacenado en relación al consumo representan gran parte de la problemática planteada. La segunda fase representa el estudio técnico que se realizó para poder determinar la factibilidad del proyecto, lo que resultó positivo y por último, la tercera fase en donde se realizó el diseño de la reingeniería planteada para el mejoramiento del sistema de abastecimiento, todo esto bajo las condiciones establecidas en la gaceta oficial 4044 y 4103. "Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones. Es vital la ejecución de las soluciones propuestas para así evitar que con el problema de escasez de agua

potable surjan en la población condiciones de insalubridad y proliferación de enfermedades.

Palabras Claves: Abastecimiento, consumo, almacenamiento.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado está dirigido a la población residente en la urbanización El Safari quienes serán los principales beneficiados de los resultados de la investigación.

Esta se encuentra ubicada en el estado Carabobo, Mpio. Libertador, y en la actualidad presenta una serie de problemas en el abastecimiento de agua potable; situación que ha sido abordada previamente por los residentes y debido a la persistencia de los mismos ha terminado, incluso, en la creación de la llamada mesa del agua.

El propósito de esta investigación es proponer una reingeniería del sistema de abastecimiento de la urbanización para así dar solución al problema de escasez de agua potable y de esta forma lograr mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

La situación antes mencionada se presenta como un problema abarcado desde el campo de la ingeniería civil concretamente en el área de la ingeniería hidráulica, específicamente en lo que se refiere al diseño de acueductos y del cálculo de dotaciones requeridas por una población para satisfacer la demanda de agua.

Esta investigación representa una oportunidad para nosotros, como ingenieros, de aplicar los conocimientos adquiridos durante nuestros estudios de pre grado, por el hecho de tratarse de un proyecto factible con posible desarrollo en un futuro, lo que nos ha hecho seleccionar y desarrollar este tema como investigadores.

La investigación se caracteriza por ser no experimental, ya que no se manipula ninguna variable intencionalmente sino que se observan los hechos tal cual como ocurren en la realidad.

Además, debido a que los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad es un tipo de investigación de campo pero con un nivel de investigación descriptiva ya que se dará cuenta de la configuración estructural del fenómeno y las relaciones entre sus componentes.

Todo el proyecto está desarrollado bajo la modalidad de proyecto factible, debido a que el mismo se refiere a la elaboración de una propuesta viable, la cual resuelve una necesidad específica, determinada por un estudio de nivel diagnóstico.

Para llevar a cabo dicha investigación se desarrollaron 3 fases, la primera fue el diagnóstico, la segunda representa el estudio técnico que se realizó para poder determinar la factibilidad del proyecto y por último, la tercera, en la cual se realizó el diseño de la reingeniería planteada para el mejoramiento del sistema de abastecimiento llegando así hasta las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde comienzos de la civilización el hombre se ha preocupado por proveer una cantidad adecuada de agua a las poblaciones.

El agua es uno de los recursos naturales más importantes e indispensables del mundo, además de ser vital para la supervivencia humana, tiene entre otras funciones abastecer el medio urbano, comprendiendo el consumo para cubrir las necesidades sanitarias.

El abastecimiento mundial de agua en todas sus formas (vapor, líquido y sólido) es enorme, y aun así, solo una pequeña fracción de la misma está disponible para nosotros como agua dulce y ésta se halla distribuida de manera poco uniforme.

El desabastecimiento de agua afecta económica y socialmente, además de ser perjudicial para gran cantidad de personas en todo el mundo. El rápido crecimiento poblacional ha generado en muchos países, pobreza extrema, causando que millones de ellas vivan en condiciones sanitarias precarias y perjudiciales para la salud, y en lugares en donde no se ha proyectado realizar el desarrollo de ningún servicio básico de suministro de agua, red de cloacas, entre otros. Tal situación implica que las personas tienen que desplazarse largas distancias, para poder obtener y abastecer sus viviendas de cantidades limitadas de agua, la cual pudiera estar contaminada, llevando así a las personas que la consuman a sufrir de enfermedades.

Actualmente numerosas poblaciones de Venezuela sufren de un abastecimiento limitado de agua, la que, además en numerosos casos, presenta problemas de contaminación. Esta limitación en el abastecimiento se ve afectado, no por la falta del vital líquido, sino por la falta de planificación a futuro que sufren las ciudades en el país, así como también en algunos casos, la distancia que existe entre la fuente de abastecimiento y la población a abastecer, lo que implica que una serie de factores a lo largo del recorrido del agua induzcan a que existan deficiencias en la llegada de ésta a un determinado destino. Esto, conlleva a que algunas poblaciones busquen independizar su abastecimiento de agua de las redes regionales, desarrollando diversos sistemas, entre los cuales se encuentra, el de abastecimiento mediante la captación de aguas subterráneas, lo cual no se puede realizar en cualquier sitio, ya que se deben hacer primero estudios que indiquen la existencia de acuíferos y su capacidad de aporte, lo cual debe satisfacer las dotaciones requeridas para el urbanismo; entre las poblaciones que buscan estas alternativas se encuentra la urbanización Safari Carabobo la cual es de tipo campestre, que está ubicada en el Municipio Libertador del Estado Carabobo. Su sectorización se inició a finales del siglo pasado, no planificándose adecuadamente los servicios básicos, destacándose el abastecimiento de agua potable.

Este se realiza mediante la captación en pozos profundos ubicados en distintos puntos de la urbanización, luego el agua es almacenada en tanques de tipo australiano, para luego ser distribuida al urbanismo. En la actualidad existe un total cinco pozos y tres tanques.

En los primeros años de uso el sistema de abastecimiento de agua no presentó problemas, cuando la población que habitaba allí no era tan numerosa; sin embargo, a medida que se han ido ocupando más espacios y más familias se han trasladado a esta urbanización, se han presentado deficiencias en la dotación de agua en numerosas parcelas.

Las más alejadas de los tanques de almacenamiento son las que se ven más afectadas en la dotación.

En general, se presenta un abastecimiento deficiente del agua, el cual empeora durante los fines de semana y las vacaciones debido a que numerosas parcelas son utilizadas con fines vacacionales, llegando a tal punto donde el suministro de agua es interrumpido por varias horas durante el día, esto origina el descontento de la población y disminuye su calidad de vida, lo que ha llevado a algunos habitantes del lugar a realizar obras de captación en sus propiedades para el suministro propio de la parcela, ocasionando grandes gastos en las familias.

Si no se estudia y enfrenta este problema, el mismo seguirá empeorando cada vez más debido a que el urbanismo continúa en crecimiento y por lo tanto también la demanda de agua, por lo que se ve necesaria la realización de un proyecto que establezca posibles soluciones que garanticen de manera eficiente el suministro efectivo y total del agua potable a dicha urbanización.

Este trabajo tiene como finalidad describir la situación, analizar y plantear una solución probable que responda a la siguiente pregunta: ¿Mejorará el abastecimiento de agua potable la realización de la reingeniería de la red?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer una solución al problema de escasez de agua potable en la urbanización Safari Carabobo, para lograr mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir esquemáticamente el sistema de abastecimiento de agua potable actual en la urbanización Safari Carabobo.

- Determinar las fallas existentes en el suministro de agua potable.
- Estudiar diferentes posibles soluciones para el problema de abastecimiento de agua potable.
- Plantear la alternativa más óptima que mejore el funcionamiento del servicio.

JUSTIFICACION

Debido a las fallas presentes en el sistema de abastecimiento de agua de la urbanización Safari Carabobo, surge la necesidad de realizar la reingeniería del mismo, con lo que se lograría solventar la escases existente en el suministro de agua potable de la urbanización.

Además un buen control y/o supervisión en el sistema de abastecimiento de agua en una población es una medida preventiva en cuanto a enfermedades de origen hídrico se refiere.

Es por ello que el objetivo principal de este proyecto es el estudio de la situación actual del sistema de abastecimiento de agua de la urbanización, para así llegar al planteamiento de soluciones o alternativas probables que mejoren el crítico estado en que se encuentra dicha población, teniendo como consecuencia que los habitantes de la urbanización cuenten con una mejor calidad de vida.

Asimismo desde el punto de vista técnico una reingeniería del sistema optimizará el desempeño que presenta actualmente; asimismo los autores de la presente investigación se benefician mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos en el periodo de pregrado.

DELIMITACION

Esta investigación se limitará al desarrollo de un estudio básico de la red de abastecimiento de agua potable de la urbanización Safari ubicada en el Municipio Libertador del Estado Carabobo, para ello se desarrollará la alternativa que mejor se adapte a los requerimientos de abastecimiento de agua potable de la urbanización en estudio, esto sin considerar estudios técnicos adicionales tales como estudios de suelos, levantamiento topográfico y selección de bombas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

ANTECEDENTES

Para el desarrollo de esta investigación se ha tomado como referencia estudios realizados sobre el tema, que servirán de apoyo para lograr los objetivos planteados.

Aguiar, M y Montesinos, V. (2007). *Análisis y Optimización de la Red de Distribución de Agua Potable de la Urbanización la Esmeralda (Municipio San Diego Edo. Carabobo)*. En este trabajo se realizó un diagnóstico de la red de distribución y su funcionamiento hidráulico, una estimación de las demandas requeridas por la población, así como también la medición de presiones y caudales aportados por el empalme a la aducción, así se verificó si estos resultados eran suficientes para satisfacer la demanda requerida por la población.

González, A y Márquez, N. (2004). *Diagnóstico y Diseño de las Redes de Distribución de Agua Potable y Aguas Servidas en el Sector Los Magallanes, Municipio San Diego*. Plantea como objetivo revisar y rediseñar las redes de distribución de agua potable y la red de recolección de aguas servidas de la comunidad de los Magallanes en el municipio San Diego del Estado Carabobo, en orden de lograr una optimización hidráulica del acueducto y propone una solución a la deficiencia en el servicio de agua potable, la cual es una problemática que ha estado presente en dicho municipio, debido al crecimiento urbanístico e industrial. De este trabajo se tomaron aspectos importantes para reforzar los conocimientos técnicos de diseño.

Betancourt, A, de Biela, C y Pacheco, J, L. (2004). *Problemas del Acueducto. Resumen de Actividades y Propuesta de Soluciones*. Trabajo no publicado. En este reporte técnico se hace un diagnóstico de la red de

distribución y de sus fuentes de abastecimiento con el fin de describir y evaluar la situación en el año 2004, llegando a la conclusión de que sectorizando la red se logra una mayor eficiencia al momento, sin considerar los nuevos desarrollos en el futuro cercano. Mediante este trabajo se obtiene valiosa información acerca de la forma como está trabajando el sistema en la actualidad, además de dar información acerca de la sectorización de la red existente y se presenta en planos la distribución de la misma.

BASES TEORICAS

El consumo es la cantidad de agua que es utilizada por una población, industrias, agriculturas y otras actividades; de manera que se logren llevar a cabo las funciones que se hagan necesarias en cada caso.

Este se encuentra en proporción directa al número de habitantes y al mayor o menor desarrollo de sus actividades domesticas, comerciales e industriales.

Los consumos son básicamente por uso doméstico, industrial, comercial y de uso público. Al total obtenido se debe agregar un porcentaje por fugas y pérdidas, además de posibles filtraciones que pueda presentar el sistema de tuberías. El uso doméstico se expresa usualmente en l/personas/día y en medios rurales o campestres debe incluir provisiones para el riego de áreas verdes, mantenimiento de animales domésticos y confección de productos caseros, entre otras actividades comunes en el medio rural.

El consumo de agua por parte de una población viene determinado directamente por el desarrollo de la misma a lo largo de los años, por esto se hace necesario precisar estos factores para posteriormente relacionarlos con el consumo de la población.

El conocimiento de las cifras de consumo de agua es, según Arocha (1977):

De gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales, dentro de lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre las cantidades de agua a consumir.

Las normas nacionales basadas en algunas investigaciones propias y apoyada en normas de otros países, asignan cifras para dotaciones de agua tomando en cuenta el uso de la tierra, la zonificación y en otros casos las características de la población, expresándola en l/día/parcela, l/persona/día, o en casos de industria, en función del tipo y de la unidad de producción.

La determinación del consumo medio (Q_m), el cual viene expresado en l/día, se realiza en el período de diseño que se establezca y de acuerdo con lo antes mencionado, mediante la Gaceta Oficial N° 4.044.

Este es un factor de importancia para el diseño del sistema de abastecimiento de agua ya que este se proyecta de modo de atender el consumo de agua de una comunidad, he allí su importancia, ya que el agua es necesaria para el desarrollo de casi cualquier actividad.

Un sistema de abastecimiento de agua es un conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable de una comunidad para fines de consumo doméstico, servicio público, consumos industriales y otros usos durante un determinado período, conocido como periodo de diseño, que es el tiempo para el cual el sistema es eficiente cien por ciento, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de las instalaciones.

. El agua suministrada en el sistema deberá ser, siempre que sea posible, en cantidad y presión suficiente y de la mejor calidad (desde el punto de vista de la composición física, química y bacteriológica), satisfaciendo razones sanitarias, sociales, económicas y de confort; propiciando el desarrollo de la comunidad.

Un sistema de abastecimiento público de agua comprende diversas obras de ingeniería

Primero se necesita una Fuente de Abastecimiento, las de la superficie, que comprende los lagos, ríos, áreas de drenaje que envían el agua hacia los embalses y las obras que permiten captar y retener el agua de lluvia; y las subterráneas, que incluyen los pozos, manantiales y galerías horizontales. Esta fuente de abastecimiento debe ser estudiada para determinar si la calidad del agua esta acorde a los parámetros exigidos.

Por definición, la calidad del agua es una expresión de todos los parámetros físico-químicos y bacteriológicos que se encuentran de una u otra forma en ella, es modificable y cuantificable. La calidad del agua depende de su fuente de origen y de las condiciones climatológicas que la caracterizan. La calidad microbiológica de las aguas naturales y tratadas es variable; idealmente, el agua potable no debe contener una cantidad significativa de contaminantes, ya que una excesiva presencia de estos traería como consecuencia el rechazo de la misma. Se considerarán los principales parámetros establecidos en la Gaceta Oficial N° 36.395.

El riesgo para la salud pública provocado por algunas sustancias que pueden existir en el agua potable, es distinto al que causan los contaminantes microbiológicos, no obstante, es probable que estas sustancias causen problemas de intoxicación a poca o a gran escala.

Existen pruebas, ya sean directas o indirectas de que todas las sustancias y microorganismos puedan provocar efectos dañinos al encontrarse en el agua; por lo tanto, debe seguir siendo un principio básico la protección de la salud pública y que el riesgo de contaminación del agua sea el más bajo posible; es por ello que la calidad del agua es un factor importante al momento de identificar una fuente de abastecimiento.

Una vez identificada la fuente de abastecimiento y determinada la calidad del agua se diseña una obra que tiene como objetivo captar el agua de las fuentes disponibles, en las cantidades requeridas por el núcleo urbano.

El abastecimiento de agua desde zonas altas para que puedan ser de utilidad deben tener una producción anual que iguale o exceda la demanda, pero como en el período seco el caudal es menor que la demanda, los caudales máximos deben almacenarse en volumen suficiente para garantizar suministro continuo.

De ahí surge la necesidad de un estanque de almacenamiento, siendo éste un elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución que juega un papel importante en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento del servicio eficiente. Estos son depósitos para distribución que tienen como propósitos; Mantener las presiones de servicio en la red de distribución, mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia y compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.

La capacidad requerida para compensar esas variaciones horarias se puede suplir mediante la reserva para la compensación del consumo, la cual según la Gaceta Oficial N° 4.103 en su Capítulo V, Artículo 75, establece un 40% del gasto medio diario (dotación).

En lo que se refiere al almacenamiento por reserva para emergencias por Incendios se determina tomando en cuenta lo dispuesto en la Gaceta Oficial N° 4.103 en su Capítulo V, Artículo 75, en el cual se establece que para las redes de distribución se tienen asignados gastos de incendios de 10, 16 o 32 l/s de acuerdo a la importancia y densidad de la zona a servir.

Dicho gasto se supone puede ser requerido en cualquier instante y, por tanto, debe existir en el estanque de almacenamiento para atender contingencias de incendio durante un determinado lapso.

Las normas, generalmente asumen un tiempo de duración del incendio entre 2 y 4 horas, con lo cual se tiene una cantidad adicional requerida. En la Gaceta Oficial N° 4.103 en su Capítulo V, Artículo 75, se establece para cantidad por incendio, los valores señalados, estimando 4 horas de duración, con lo cual se tienen una de las siguientes alternativas:

- $10 \times 4 \times 3600 = 144.000 \text{ l}$
- $16 \times 4 \times 3600 = 230.400 \text{ l}$
- $32 \times 4 \times 3600 = 460.800 \text{ l}$

“Para poblaciones menores a 10000 habitantes, no es recomendable y resulta antieconómico el proyectar el sistema contra incendios; debe justificarse en los casos en que dicha protección sea necesaria.” (Abastecimiento de agua potable. CAP. IV ALMACENAMIENTO. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y tecnología).

Provisiones de Reserva para Cubrir Interrupciones por daños en la aducción o en las bombas

Ante la eventualidad de que en la línea de aducción puedan ocurrir daños que mantendrían una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hacen las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que dé oportunidad a restablecer la conducción de agua hasta el estanque. En tal caso, puede estimarse un período de interrupción de 4 horas con el gasto medio de consumo para la determinación de esa capacidad.

Asimismo, los estanques de almacenamiento sirven de reserva parcial y de tanquillas de bombeo o de rebombeo a otras redes más altas, simultáneamente a su condición de servicio para una red baja.

El sistema de abastecimiento de la urbanización Safari Carabobo cuenta con tanques australianos; los cuales son tanques metálicos y cilíndricos, fabricados con láminas de acero, corrugadas y galvanizadas. Estos son fáciles de instalar, ya que no requieren personal especializado

para su montaje y el acondicionamiento del terreno es mínimo, resultando la solución más económica para los problemas de almacenamiento de agua de esta población.

El material que se utiliza para su fabricación es de acero galvanizado por inmersión en caliente con calidad G-200 y espesores de láminas desde calibre 20 (0.90 mm) hasta calibre 8 (4.00 mm).

Una vez considerados todos los factores necesarios para determinar la capacidad de almacenamiento necesario en el estanque, se procede a establecer la forma como será distribuida el agua, para ello se deben de construir las obras de conducción y distribución que conducen el agua desde los sitios de captación hasta el núcleo urbano, distribuyendo 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, además con presión adecuada. Si esta presión no se garantiza bajo las condiciones del sistema, es necesaria la utilización de una estación de bombeo que tome el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la eleve al estanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución.

En la línea de aducción por bombeo, la diferencia de elevación es la carga a vencer que va a verse afectada en función de la selección de diámetros de tubería, lo que influye directamente en los costos de equipo y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al estanque de almacenamiento, existirá una relación inversa de costo entre potencia requerida y diámetro de la tubería.

Dentro de estas consideraciones se tendrán dos alternativas extremas:

- Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo para los equipos y su operación.
- Diámetros grandes y un equipo de bombeo de baja potencia, resultando altos costos para la tubería y bajos para los

equipos y su operación. Entre estas dos alternativas extremas, existirá una gama de soluciones de acuerdo a los diferentes diámetros comerciales existentes, de cuyo análisis económico se seleccionará el más módico.

En relación al equipo necesario para realizar el bombeo se debe tener en cuenta que el número de unidades dependerá del gasto de bombeo y de sus variaciones; debiendo, además, suponerse un margen de seguridad, previendo equipos de reserva para atender situaciones de emergencias.

En ocasiones, puede resultar más ventajoso, aumentar el número de unidades, disminuyendo la capacidad individual, pero dando mayor seguridad en la atención de reparaciones.

Cuando se amerite de un equipo de bombeo, debe proveerse de otro similar para atender ocasionales emergencias, lo que representa el 200 por 100 del coeficiente de seguridad; pero si el tamaño de los equipos resulta muy grande, es preferible aumentar el número de ellos, lo cual hace factible también tener coeficientes de seguridad menores, pero mayores probabilidades de alternativas y costos también inferiores.

Marco Normativo Legal

La presente investigación esta soportada en diferentes normativas legales vigentes entre las cuales se señalan:

La Norma para el Diseño de los Abastecimientos de Agua; del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, (I.N.O.S) la cual indica: "Cuando sea necesario proyectar un sistema de abastecimiento de agua para una ciudad y no se tengan datos confiables sobre consumo, se sugiere como consumo mínimo permisible para objeto de diseño, lo indicado en la siguiente tabla:"

TABLA N°1

Consumo Mínimo Permissible Norma INOS

Población	Servicio con medidores l/p/día	Servicio sin Medidores l/p/día
Hasta 20000 hab.	200	400
De 20 a 50000 hab.	250	500
Mayor de 50000 hab.	300	600

FUENTE.: Normas INOS.

La Gaceta Oficial N° 4.044 Extraordinaria es la que establece los parámetros necesarios para cálculo de dotaciones y diseño de la red de distribución de aguas blancas.

En el artículo 109 establece que las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas, se determinarán de acuerdo con diferentes parámetros previos:

- Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares se determinará en función de área total de la parcela o del lote donde la edificación va a ser construida o exista, de acuerdo con la tabla N°2:

TABLA N° 2

Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares

Area total de parcela o del lote en metros cuadrados		Dotación de agua correspondiente en litros por día
Hasta	200	1500
201	300	1700
301	400	1900
401	500	2100
501	600	2200
601	700	2300
701	800	2400
801	900	2500
901	1000	2600
1001	1200	2800
1201	1400	3000
1401	1700	3400
1701	2000	3800
2001	2500	4500
2501	3000	5000
Mayores de	3000	5000 más 100/día por cada 100m ² de superficie adicional

FUENTE: COVENIN. (1988). *Normas Sanitarias, Gaceta oficial N° 4044.*

- Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas a viviendas multifamiliares se determinarán en función del número de dormitorios de que consta cada unidad de vivienda, de acuerdo con la tabla n° 3.

TABLA N°3

Dotaciones de agua para edificaciones destinadas a
viviendas multifamiliares

Número de dormitorio de cada unidad de vivienda	Dotación de agua correspondiente por unidad de vivienda, en litros por día
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500
más de 5	1500 l/d más de 150 l/d por cada dormitorio en exceso de 5

FUENTE: COVENIN. (1988). *Normas Sanitarias, Gaceta oficial N° 4044.*

Cuando en un proyecto de desarrollo urbanístico no se tengan definidas las características de las edificaciones, las dotaciones podrán calcularse multiplicando el área total de la parcela por un factor K (l/día/m²), equivalente al porcentaje del área bruta de construcción expresado en porcentaje, dividido por 10.

En la *Gaceta Oficial N° 36.395, "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable"* tienen como objetivo establecer los valores máximos de aquellos componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud de la comunidad, o inconvenientes para la preservación de los sistemas de almacenamiento y distribución del líquido, así como la regulación que asegure su cumplimiento. Están sujetos al cumplimiento de las presentes normas, los entes responsables de los sistemas de abastecimiento de agua potable públicos o privados.

En cuanto a los aspectos microbiológicos, esta norma establece que los resultados de los análisis bacteriológicos del agua potable deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Ninguna muestra de 100 mL., deberá indicar la presencia de organismos coniformes termorresistentes (coniformes fecales).

b. El 95% de las muestras de 100 mL, analizada en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier periodo de 12 meses consecutivos.

c. En ningún caso deberán detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 mL, provenientes del mismo sitio.

El agua potable no debe contener agentes patógenos, virus, bacterias, hongos, protozoarios, helmintos, ni organismos heterótrofos aerobios en densidad mayor a 100 mL (USA/ mL).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se presenta en el marco metodológico de esta investigación de manera detallada, los métodos, procedimientos y muestras que se utilizaron para la recolección y distribución de los datos necesarios.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

“Es el esquema general que orienta las actividades requeridas para responder las preguntas de investigación”. Rangel, (2001: 83).

“El diseño de la investigación está conformado por un conjunto de actividades, sistemáticamente organizadas en función de orientar las pruebas y técnicas a instrumentar, para recolectar, procesar y analizar la información, lo que a su vez permite, responder las preguntas de investigación, alcanzar los objetivos, medir las variables y comprobar la hipótesis.” Arnoldo Gómez (2011: 65)

El presente trabajo de investigación consistió en determinar la situación actual de la red de distribución de aguas de la urbanización Safari Carabobo, se identificó la problemática existente en ella y se aportaron propuestas que ayuden a la solución de la misma.

Por ello se puede señalar que esta investigación es del tipo de diseño no experimental ya que su característica principal es que no se manipula ninguna variable; es decir, el investigador no sustituye intencionalmente la variable independiente. El investigador observa los hechos tal como suceden en la realidad, en un lapso de tiempo determinado.

Según Gómez (2011: 67) “El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar; Indica la finalidad del estudio y la manera de captar la información.”

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se trata de una investigación de campo, la cual, de acuerdo al Manual de FEDEUPEL (2007:18) se define como:

“El análisis 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. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios”.

Este proyecto de investigación se orientó a describir el problema existente en la distribución de agua potable de la urbanización Safari Carabobo.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación según Arias (2006:23) “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objetivo de estudio”.

Se utilizó en esta investigación un nivel descriptivo que “implique un mayor nivel de profundidad, su uso se fundamenta a partir de hipótesis descriptivas; estos es, proporcionar información en cuanto al qué, cómo, cuándo, donde, en relación a un objeto de estudio. En un estudio descriptivo se deben clasificar hechos o fenómenos, se da cuenta de la configuración estructural del fenómeno y las relaciones entre sus componentes.” Gómez (2011: 67).

Este trabajo de grado buscó reconocer y divulgar información sobre un problema existente, sus causas y consecuencias.

MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada se refirió a la elaboración de una propuesta viable, la cual resuelva una necesidad específica, determinada por un estudio de nivel diagnóstico. El manual de FEDEUPEL (2006:21) define el proyecto factible de la siguiente forma:

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable, para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”

La evaluación más apropiada de un proyecto hidráulico se caracteriza porque considera todas las alternativas posibles a lo largo del proceso de planificación, desde su inserción en el propio plan de desarrollo del sector hasta su identificación para ser sometido a una evaluación formal y así poder comprobar su factibilidad.

El objeto de algunos proyectos hidráulicos es reducir daños, o lo que es lo mismo, incrementar beneficios, como se quiere en este trabajo de investigación; otros tienen como objeto, reducir los costos futuros; al no llevarlos a cabo la situación futura será peor que la actual. Por ello, en cualquier evaluación de proyectos hay que estudiar lo sensibles que pueden ser los resultados obtenidos ante cualquier diferencia entre la realidad y los valores estimados a futuro.

Este trabajo de investigación presenta aspectos importantes como lo es la recopilación bibliográfica y cartográfica de la información existente sobre la red actual de distribución de agua potable en la urbanización Safari Carabobo.

Se comenzó visitando la oficina de la ingeniero Cecilia de Biela, quien es la encargada de la “Mesa Técnica del Agua” de la urbanización Safari Carabobo, quien está encargada del seguimiento al problema existente de deficiencias en el suministro de agua potable; esta visita tuvo como principal objetivo, entender la actual situación en la que se encuentra el suministro de agua, así como de conocer y revisar los planos existentes y trabajos anteriormente realizados en el acueducto. Conjuntamente se pidió información a los técnicos y/o personal obrero encargados del monitoreo del lugar, sobre como es la operación en la red de captación, almacenamiento y distribución del acueducto, esto con el fin de conocer los horarios de captación y las demandas promedios existentes.

Posteriormente se realizaron recorridos en el sitio para comenzar el proceso de observación y toma de datos, inspeccionando en el lugar las condiciones de las captaciones, estaciones de bombeo y estanques de almacenamiento para recolectar información faltante sobre funcionamiento de la red.

Con el propósito de que al sistema de abastecimiento se le dé una solución para prestar un servicio adecuado, se realizó un estudio de la demanda, que actualmente es abastecida por los cinco pozos y tres tanques australianos; para lo cual se realizará un estudio poblacional cubriendo aspectos como número de habitantes por parcela, área de la parcela y utilización de la misma. Con estos datos se pudo obtener la demanda actual de cada sector.

Para un mejor estudio se hizo necesario el conocimiento del caudal y las presiones actuales en el sistema, teniendo así información suficiente para establecer las deficiencias que afectan al sistema y proponer soluciones.

PROCEDIMIENTO METODOLOGICO

El objetivo general de este trabajo de investigación es proponer una solución al problema de escases de agua potable en la urbanización Safari Carabobo, para lograr mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

A continuación se muestra en tres fases el procedimiento para cumplir con los cuatro objetivos específicos de este trabajo en el orden expuesto.

Fase I: Diagnóstico:

- Se dirigió a la Urb. Safari Carabobo a efecto de obtener la información ya existente referente a las características del sistema de abastecimiento de agua.
- Se verificó la situación actual de los elementos que conforman la red de distribución. Para realizar esta actividad se utilizara la observación directa y la memoria fotográfica.
- Se obtuvieron los valores de caudales del agua extraída de los pozos que abastecen a los tanques de almacenamiento y de las dotaciones requeridas en cada sector para así poder identificar cual de los elementos del sistema es el que presenta deficiencias.
- Se aplicó la matriz FODA para determinar la necesidad y prioridad de la situación planteada, este permite conocer estado actual del problema, los factores de los que se dispone para solucionarlo y los obstáculos que interfieren para ejecutarlo.
- Con los resultados del diagnóstico realizado con la matriz FODA, se procedió a diseñar las estrategias, que son los objetivos de la fase de diseño. La matriz FODA con sus debilidades da un claro indicio de advertencia que marcará la línea de desarrollo del proyecto.

Fase II: Factibilidad

- Se realizó el estudio técnico para determinar el nivel de servicio en el cual se encuentra la zona en estudio, con lo que se determinaría el elemento de falla en la red de distribución sobre el cual se debe trabajar.

Esquema para la presentación de dicho estudio técnico:

- ✓ Tamaño del proyecto.

Se estudió el tiempo de ejecución del proyecto, sus limitaciones, además de la capacidad del proyecto vista como el tiempo de funcionamiento del mismo.

- ✓ Localización del proyecto.

Macrolocalización, Localización geográfica.

Microlocalización, localización exacta.

La localización de este proyecto dependerá de cuál sea el elemento crítico en la red de distribución de agua potable, teniendo como limitante el sector 3 de la urbanización el safari.

Fase III: Diseño

- Basándose en los datos obtenidos de los caudales requeridos de las parcelas, se revisó la posibilidad de realizar una nueva sectorización en la aducción alimentada por un nuevo tanque.
- El nuevo tanque será suministrado de agua a través de los pozos ya existentes por lo que se debe estudiar de cual de ellos se puede extraer el agua sin afectar el suministro actual.
- Se estudió cual será la mejor ubicación para el nuevo tanque que permita su inclusión en la nueva sectorización del acueducto.

- Ubicar válvulas que definan la nueva sectorización del acueducto y el punto donde será conectado el tanque a la aducción.
- Se Realizó pre dimensionado del tanque considerando el almacenamiento de incendios, demanda coincidente y provisiones de reserva, todo esto obteniendo los datos necesarios de la Gaceta N°4044.
- Elaboración de planos en donde se aprecien las modificaciones hechas al sistema de abastecimiento y las especificaciones de los elementos nuevos del sistema.

TECNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Como técnica de recolección de datos en este proyecto se utilizó la observación científica, esta puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos. Es la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver el problema de investigación. (Sabino 2002:101). Por lo que se puede establecer que observar científicamente es percibir activamente la realidad exterior, con el propósito de obtener los datos que previamente han sido definidos como de interés para la investigación. En la investigación presente, la observación es del tipo directa, esta es la que se da cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar. (Gómez 2011: 67).

También se utilizó como instrumento, la matriz FODA, la cual se define en Imfomipime (s.f) como:

El FODA es una herramienta de análisis, que permite analizar elementos internos o externos de programas y proyectos.

El FODA se representa a través de una matriz de doble entrada, llamada matriz FODA, en la que, en el nivel horizontal se analizan los factores positivos y negativos.

En la lectura vertical se analizan los factores internos y por tanto controlables del programa o proyecto y los factores externos, considerados no controlables.

Las fortalezas son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.

Las oportunidades son aquellas situaciones externas, positivas que se generan en el entorno y que una vez identificadas pueden ser aprovechadas.

Las debilidades son problemas internos que una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

Las amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden atentar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearla.

La siguiente tabla presenta un esquema de cómo se representan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la matriz FODA.

TABLA N°4

Matriz de análisis FODA

FACTORES INTERNOS controlables	FACTORES EXTERNOS No controlables
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
DEBILIDADES	AMENAZAS

Nota: infomipime (s.f)

Los aspectos que benefician al proyecto vienen dados por la combinación de las fortalezas y oportunidades, porque estas se refieren las condiciones favorables que existen.

También hay acciones desfavorables que dan un riesgo al proyecto las cuales se asemejan a la matriz FODA como son las debilidades y amenazas que intervienen en él, estas, exigirán una cuidadosa consideración al momento de tomar el sentido de lo que se desea obtener.

En resumen, se muestra una tabla que engloba las técnicas y los instrumentos que se aplican respectivamente para cumplir los objetivos de la investigación.

TABLA N°5

Técnica – Instrumento

		INSTRUMENTOS
TÉCNICA	Observación	Guía de observación directa.
		Memoria Fotográfica
	Observación Participante	Matriz FODA

Nota: Mendoza, Juan. (2012).

Análisis de Datos

“El análisis cualitativo es una técnica que indaga para conseguir información de sujetos, comunidades, contexto, variables o ambientes en profundidad, asumiendo una actitud absorta y previniendo a toda costa no involucrar sus afirmaciones o práctica” (UPEL, (2001), p. 56).

Con respecto a los datos utilizados, inicialmente una vez obtenida la información se realiza un proceso de depuración, verificando si ésta es correcta y acorde con los objetivos de la investigación, para así analizarla de forma objetiva.

Luego, se procederá a señalar si con los datos existentes, es posible la ejecución del proyecto, sin necesidad de realizar más estudios que aporten variables importantes en la etapa de diseño.

CAPITULO IV

LA PROPUESTA

FASE I: ESTUDIO DIAGNOSTICO

Al dirigirse a la urb. Safari Carabobo, se obtuvieron las características del sistema de abastecimiento actual, las cuales son las siguientes:

Esquematación del sistema de abastecimiento de agua actual

El servicio de agua en el conjunto residencial Safari Carabobo está abastecido por un acueducto, el cual es dotado por 5 pozos profundos que alimentan 3 tanques australianos de reserva, ubicados en distintos puntos de la urbanización, cuya capacidad total es de 1.871.200 Lt.

La distribución de agua de la urbanización se realiza a 3 sectores principales, los 2 primeros sectores se caracterizan por hacer su distribución mediante un sistema de presión continua (hidroneumático); mientras que el tercer sector se alimenta por gravedad desde uno de los tanques que está situado en una zona montañosa de la urbanización.

Los 3 sectores están interconectados a efecto de solucionar cualquier contingencia que se pueda presentar en caso de interrupción de equipos o tuberías en cualquiera de los tramos.

Sector 1

Este sector dispone de 2 pozos profundos (pozo 1 y pozo 4) y un tanque de almacenamiento superficial de 439.300 Lt cuyas características son:

Pozo 1: Posee una bomba sumergible de 15 Hp y proporciona un caudal de 10 Lt/s a una profundidad de 124 m.

Pozo 4: Bomba sumergible de 20 Hp dando un caudal de 10.5 Lt/s a una profundidad de 42 m.

Caseta de Bombas: 3 bombas de 25 Hp c/u.

Sector 2

Dispone de un pozo profundo con una bomba tipo turbina de 5 y ½ Hp con una producción de 10 Lt/s y una profundidad de 27 m. La caseta de bombas posee 3 bombas de 25 Hp c/u y se almacena en un tanque tipo australiano de 531.900 Lt.

Sector 3

Este sector comprende una parte montañosa y está conformado por el pozo 3 y el pozo 5:

Pozo 3: conformado por una bomba sumergible de 25 Hp con una producción de 4.8 Lt/s y una profundidad de 65 m.

Pozo 5: Es una bomba sumergible de 25 Hp con una caudal de 11 Lt/s y una profundidad de 60m.

Tanque 3: con una capacidad de 900.000 Lt

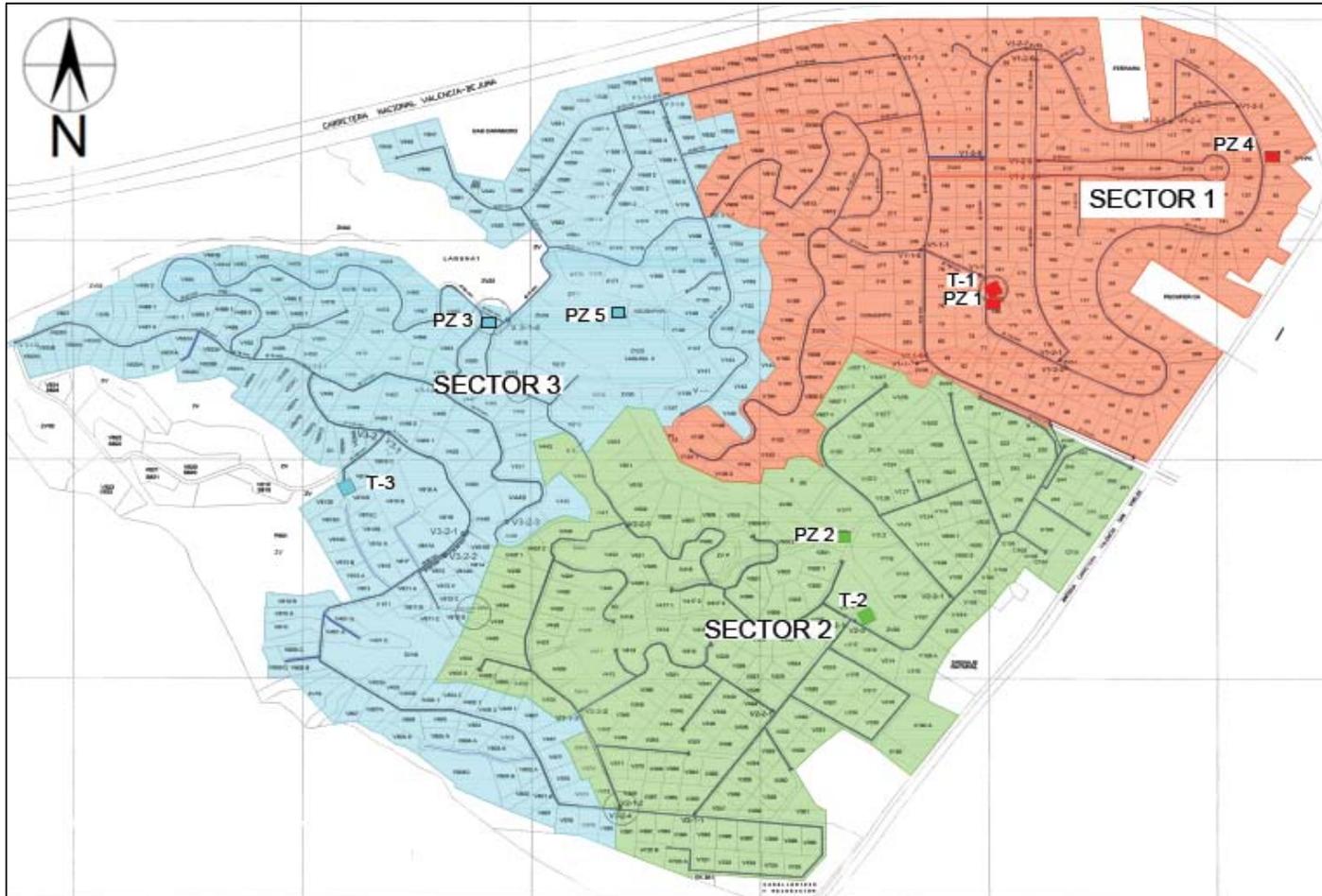


FIG. 1 Sectorización Actual de la Red de Distribución de Agua Potable de la Urbanización Safari Carabobo.

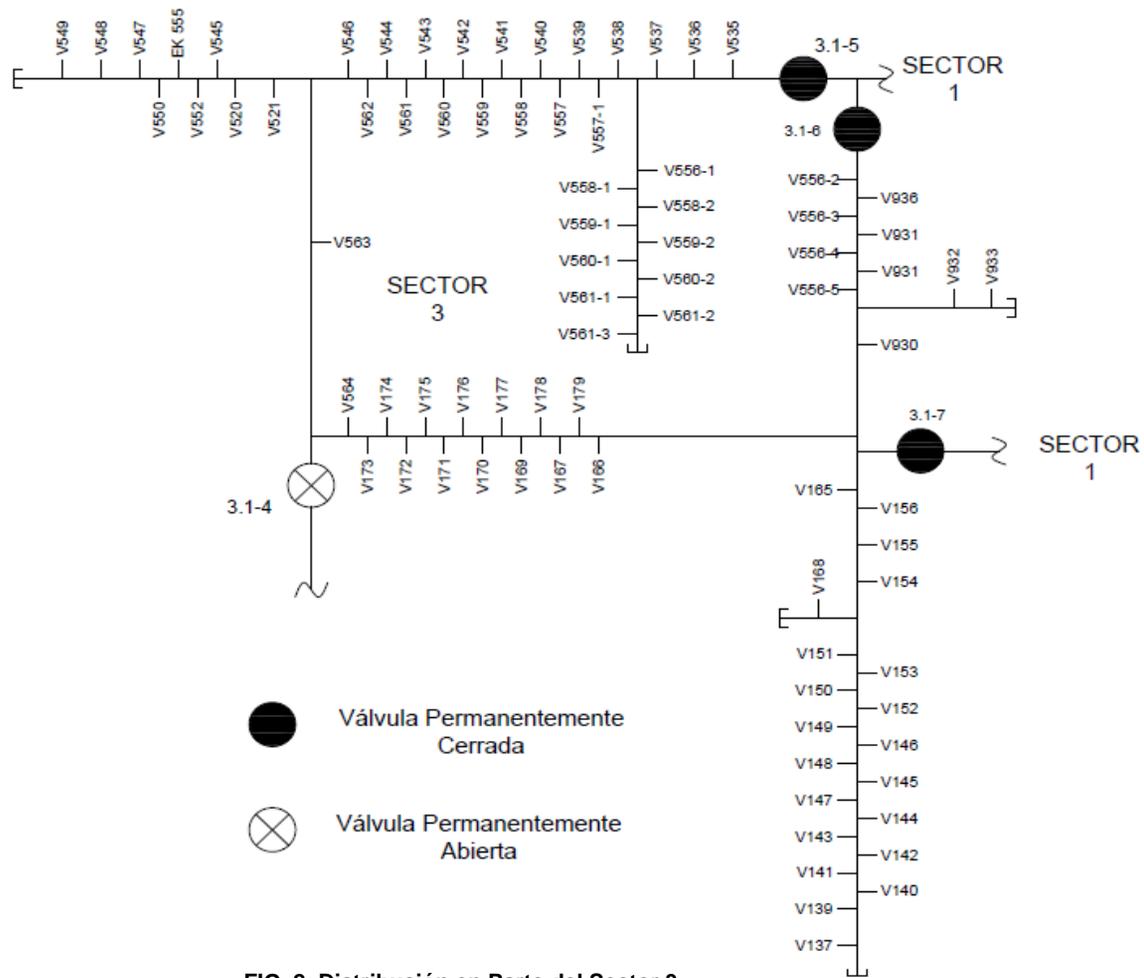


FIG. 2 Distribución en Parte del Sector 3.

Actualmente, los equipos dispuestos para la explotación de agua de los pozos y su posterior distribución, se encuentran en franco deterioro en distintos sectores de la urbanización, siendo el sector 3 el más afectado.

El tanque del sector 3 (tanque 3), en estos momentos presenta fugas, lo que genera consecuencias en la disminución de su capacidad de almacenamiento, además de que uno de los pozos de los cuales se bombea el agua hacia este tanque se encuentra sin bomba debido a problemas en los controles.

Asimismo, éste sector ha presentado problemas en el abastecimiento del vital líquido en forma regular por lo que esta situación nos lleva a evaluar las posibles causas de esta deficiencia en dicho sector.

Para poder evaluar si el caudal proporcionado a este sector es el adecuado se debe definir la demanda actual del consumo por parcela, así como también establecer una exacta delimitación en cuanto a cuales y cuantas son las que comprenden el referido sector.

Para ello, se cuenta con un plano general del acueducto, en donde se pueden apreciar los distintos sectores, pozos y tanques, además del punto de conexión a cada parcela. Mediante la información suministrada en dicho plano, se calculará el área de las parcelas abastecidas por el acueducto en el sector 3 para que así, en razón de lo establecido en la gaceta N°4044, estimar cual será la dotación de agua requerida en cada una de ellas.

Cabe destacar que las parcelas de la urbanización El Safari tienen limitaciones en cuanto a sus condiciones de uso y destino de los lotes, según el documento “Condiciones de Uso y Destino de los Lotes”; estas condiciones dejan muy claro que el uso de la parcela para proyectos del tipo industrial o de actividades contaminantes está prohibido, permitiendo así, solo proyectos residenciales, comercial, agrícola, recreacionales, asistenciales y educativo que se mantengan bajo la premisa de “granjas agrícolas recreacionales”.

La urbanización además cuenta con zonas verdes establecidas como zonas para el esparcimiento.

Retomando lo enunciado anteriormente se puede asegurar que en los lotes de terreno bastará con proporcionarles una dotación para edificaciones destinadas a viviendas unifamiliares que considera el área total de la parcela incluyendo el consumo de agua para uso doméstico y el correspondiente a riego de jardines y áreas verdes de la parcela o lote.

Una vez establecidos los pasos necesarios para estudiar la situación actual, se procede a la obtención de los valores necesarios del área mediante el uso del software AutoCAD obteniendo lo siguiente:

- ✓ Área total del sector 3: 1.094.758 m²=110 Ha
- ✓ Área zonas verdes: 115.677 m²
- ✓ Área vialidad: 16.370 m²
- Área total de parcelas del sector 3: 962.711 m² = 96,3 Ha
- N° parcelas sector 3: 248 parcelas
- Área promedio de parcela=3.882 m²/parcela

La dotación requerida por m² de parcela se encuentra preestablecida en la gaceta N°4.044, CAPITULO VII “DE LAS DOTACIONES DE AGUA PARA LAS EDIFICACIONES”. En la tabla N°2 “DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS A VIVIENDAS UNIFAMILIARES”. De esta tabla se obtiene que como el área promedio de parcela es 3.882 m²/parcela que es mayor a 3.000 m² entonces la dotación deberá ser:

$$\text{Dotación} = 5.000 \frac{l}{\text{día}} + 100 \frac{l}{\text{día}} * (\text{cada } 100 \text{ m}^2 \text{ de superficie adicional})$$

$$\text{Superficie adicional} = 3.882 \text{ m}^2/\text{parcela} - 3.000 \text{ m}^2 = 882 \text{ m}^2$$

$$\text{Dotación} = 5.000 \frac{l}{\text{día}} + 100 \frac{l}{\text{día}} * \left(882 \frac{\text{m}^2}{100 \text{ m}^2} \right)$$

$$\text{Dotación} = 5.882 \frac{l}{\text{día}} \text{ por parcela}$$

$Dotación\ sector\ 3 = dotación\ por\ parcela * N^{\circ}\ parcelas\ del\ sector\ 3$

$$\begin{aligned} Dotación\ requerida\ para\ el\ sector\ 3 &= \left(5.882 \frac{l}{día} * parcela \right) * (248) \\ &= 1.458.736 \frac{l}{día} \end{aligned}$$

Además de las dotaciones requeridas en las parcelas, se requiere del riego para las áreas verdes ubicadas en distintos puntos de la urbanización, para ello se obtuvo la información del sector 3, y usando lo establecido en la gaceta N°4044 en el Capítulo VII, artículo 114 de donde se consigue que:

$Dotación\ por\ Riego\ de\ Zonas\ Verdes = Áreas\ verdes * Dotación$

$$Dotación = 2 \frac{l/día}{m^2}$$

$$Dotación\ Zonas\ Verdes = 115.677\ m^2 * 2 \frac{l/día}{m^2} = 231.354\ l/día$$

Entonces

$Q_t = Q_m = Dotación\ Parcelas\ sector\ 3 + Dotación\ Zonas\ Verdes$

$$Q_m = 1.458.736 \frac{l}{día} + 231.354 \frac{l}{día} = 1.690.090 \frac{l}{día}$$

$$Q_m = 1.690.090 \frac{l}{día} * \frac{1\ día}{86400\ s} = 19,56 \frac{l}{s}$$

Calculo de la capacidad que debería tener el tanque en el sector 3

Se consideran 14 h de bombeo al tanque de 4am a 10 am y de 4pm a 10 pm.

$V\ tanque = V\ compensación\ horaria + V\ emergencia + V\ incendio$

Compensación Variación Horaria

$$V_c = 40\% * Q_m$$

$$Vc = 0,4 * 19,56 \text{ l/s} * \frac{1m^3}{1000 \text{ l}} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ dia}}$$

$$Vc = 676 \text{ m}^3$$

Compensación por incendio

Zona Residencial Unifamiliar Viviendas Aisladas=10 l/s

Se considera según norma un incendio de 4 horas de duración.

$$VI = \frac{10 \text{ l}}{\text{s}} * 4 \text{ h} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 144000 \text{ l} = 144 \text{ m}^3$$

- ✓ “Para poblaciones menores a 10000 habitantes, no es recomendable y resulta antieconómico el proyectar el sistema contra incendios; debe justificarse en los casos en que dicha protección sea necesaria.” (Abastecimiento de agua potable. CAP. IV ALMACENAMIENTO. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y tecnología).

Compensación Gasto Bombeo

$$VE = 25\% * (Qm)$$

$$VE = 0,25 * \left(19,56 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{1m^3}{1000 \text{ l}} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ dia}} \right) = 422,50 \text{ m}^3 = 423 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Requerido} = VC + VE = 676 \text{ m}^3 + 423 \text{ m}^3 = \mathbf{1099 \text{ m}^3}$$

Este volumen es superior al proporcionado por el tanque del sector 3, el cual tiene una capacidad en condiciones ideales de 900 m³, lo cual no se cumple actualmente debido al mal estado del tanque N° 3, por lo que se puede decir que el problema de abastecimiento se ve perjudicado por este hecho.

Mediante el cálculo elaborado en el tanque que abastece al sector 3 del sistema de distribución de agua potable de la urbanización El Safari se aprecia que el almacenamiento proporcionado en estos momentos, no es suficiente para el consumo actual en dicho sector, por lo cual se propone como posible solución, la inclusión de un nuevo tanque.

Este nuevo tanque proporcionará el almacenaje de agua requerido para el consumo de este sector además de que siendo incluyéndolo al sistema mediante la ejecución de una nueva sectorización ayudará a hacer la distribución de manera más eficiente.

Referente a los resultados obtenidos en la observación se definió la matriz FODA, cuyo fin es determinar las ventajas que representa realizar una reingeniería de la red de distribución de agua potable en la urbanización Safari Carabobo.

TABLA N° 6

Matriz: FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p>1. Solucionar el problema de desabastecimiento que presentan algunas parcelas de la urbanización.</p>	<p>1. Se cuenta con la gaceta oficial 4044. “Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones.</p> <p>2. Informes técnicos previamente elaborados por parte de los miembros de la</p>

	urbanización describiendo las características del sistema de abastecimiento.
DEBILIDADES	AMENAZAS
1. Voluntad por parte de los miembros de la mesa del agua para hacer cumplir las recomendaciones obtenidas mediante la elaboración del proyecto.	1. Posibles problemas de abastecimiento debido al incumplimiento de recomendaciones y sugerencias señaladas en el trabajo de investigación.

FASE II: Estudio de Factibilidad Técnica.

Tamaño del Proyecto

Capacidad del Proyecto:

El cálculo de la capacidad del tanque australiano se realizó tomando en cuenta los volúmenes de compensación por variación horaria, con lo que se consideran los picos altos y bajos que posee la demanda de agua en la urbanización a lo largo del día y el volumen de emergencia en el cual se considera cualquier reparación que se le tenga que hacer a la tubería que lleva el agua desde el pozo al tanque. Todo esto, para un almacenamiento que cumpla con un día de dotación continua y suficiente hacia todas las parcelas del sector.

Factores Condicionantes del Tamaño:

Los principales factores que determinan el tamaño de este proyecto son el área y el número de parcelas presentes en el sector que serán dotadas de agua por el tanque australiano a diseñar. Los habitantes de

este sector de la Urbanización Safari Carabobo deberán suministrar los recursos necesarios para la obtención de los materiales, equipos y personal capacitado para la construcción del mismo, según los cálculos obtenidos del presente proyecto.

En cuanto a la nueva sectorización se debe tomar en consideración la existencia de válvulas de paso que permitan independizar el área con respecto a los otros sectores, así como también la presencia de una zona disponible para la ubicación y construcción del nuevo tanque.

Proceso Global de Transformación

Insumo de la Investigación:

Se toma como insumo parte del área del sector tres de la urbanización Safari Carabobo, el cual se dividirá en un nuevo sector “cuatro” que será dotado por el nuevo tanque diseñado en este proyecto.

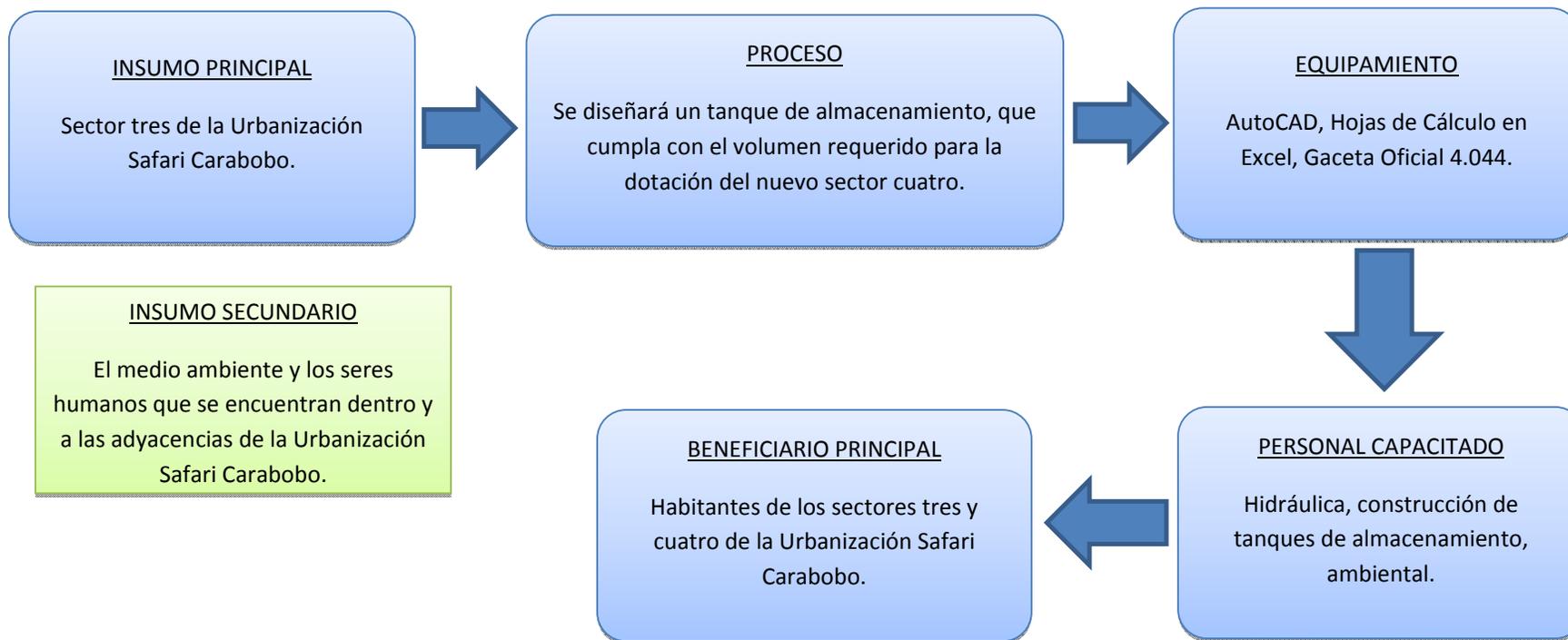
Proceso de Transformación:

Se diseñará un tanque de almacenamiento australiano, similar a los ya existentes en los otros sectores de la urbanización pero con las dimensiones que resulten de los cálculos de volumen requerido y suficiente para la dotación continua del nuevo sector cuatro.

Beneficiario de la Investigación:

En este proyecto los principales beneficiarios serán los habitantes de la urbanización Safari Carabobo, tanto los del nuevo sector cuatro que contarán con un tanque de almacenamiento propio, y más cercano a su ubicación, como también los habitantes del sector tres, ya que al abarcar un menor área este sector con la misma capacidad del tanque, se verán beneficiados con una mejor y más óptima dotación de agua hacia sus parcelas.

Flujograma del Proceso Global de Transformación



Localización del Proyecto

Macro Localización del Proyecto



FIG.3 Macrolocalización del Proyecto.

Nota: Google Earth (2012)

Micro Localización del Proyecto

Se realizó una inspección al sitio destinado a la ubicación del sector cuatro y se determinó que el mismo cuenta con espacio libre y suficiente para la ubicación del tanque australiano a construir.



FIG.4 Microlocalización del Proyecto.

Nota: Google Earth (2012)

FASE III: Diseño del Proyecto

La siguiente tabla muestra las estrategias que se utilizarán mediante la matriz FODA para el diseño del nuevo tanque y la realización de la nueva sectorización.

TABLA N°7

Matriz FODA de Estrategias a Desarrollar:

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
OPORTUNIDADES	<ol style="list-style-type: none">1. Disponibilidad de áreas verdes dispuestas en distintos puntos de la urbanización para la ubicación del nuevo tanque.2. Presencia de válvulas en la red de distribución que permitan realizar la sectorización sin ameritar un mayor trabajo.	<ol style="list-style-type: none">1. Diseñar el tanque de forma que cumpla con lo establecido en la gaceta oficial 4.044. "Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones.
AMENAZAS	<ol style="list-style-type: none">1. Ubicar el tanque en una localización de forma que las pérdidas en el sistema sean las menores posibles.	<ol style="list-style-type: none">1. Realizar un estudio de suelos para poder llevar a cabo el diseño de la fundación para el nuevo tanque de forma adecuada.

En la etapa de diagnóstico se comprobó que el sector 3 del sistema de distribución de agua potable de la urbanización El Safari presenta problemas en cuanto al almacenamiento de la cantidad apropiada de agua para la demanda del sector, por lo que la propuesta de solución a esta problemática es la inclusión de un nuevo tanque al sistema de abastecimiento de este sector para proporcionar la dotación de agua requerida en la urbanización.

De igual forma, para la inclusión de este nuevo tanque de almacenamiento al sistema de abastecimiento de agua se realizará una nueva sectorización al sistema, es decir, ahora estaría compuesto de 4 sectores, cada sector abastecido por 1 tanque. Ver figura 5.

Tomando en cuenta las características del sector 3 el cual está compuesto por una zona montañosa y otra de características más llanas, las válvulas existentes en la aducción y por la posible ubicación del nuevo tanque se procedió a realizar la nueva sectorización.

La ubicación del nuevo tanque será en una zona verde de la urbanización, y la válvula que separará al actual sector 3 del nuevo sector 4 es la V-3-1-4, este nuevo tanque será abastecido por el pozo 5, el cual se encuentra muy cercano a la ubicación del nuevo tanque.

Para poder realizar el cálculo del nuevo tanque, se debe conocer la cantidad de parcelas que conforman el nuevo sector 4 para así poder calcular cual es la dotación que demanda el mismo.

Se procedió a la obtención de los valores necesarios del área del sector 4 mediante el uso del software AutoCAD obteniendo lo siguiente:

- ✓ Área total del sector 4: 427.265 m²
- ✓ Área zonas verdes: 57.983 m²
- ✓ Área vialidad: 12.000 m²
- Área total de parcelas del sector 4: 357.282 m²
- N° parcelas sector 4: 105
- Área promedio de parcela=3.403 m²/parcela

La dotación requerida por m² de parcela se encuentra preestablecida en la Gaceta Oficial N°4.044, CAPITULO VII “DE LAS DOTACIONES DE AGUA PARA LAS EDIFICACIONES”. TABLA 7.

De esta tabla se obtiene que ya que el área promedio de parcela es de 3.403 m²/parcela y que es mayor a 3.000 m² entonces la dotación deberá ser:

$$\text{Dotación} = 5.000 \frac{l}{\text{día}} + 100 \frac{l}{\text{día}} * (\text{cada } 100 \text{ m}^2 \text{ de superficie adicional})$$

$$\text{Superficie adicional} = 3.403 \text{ m}^2/\text{parcela} - 3.000 \text{ m}^2 = 403 \text{ m}^2$$

$$\text{Dotación} = 5.000 \frac{l}{\text{día}} + 100 \frac{l}{\text{día}} * \left(403 \frac{\text{m}^2}{100 \text{ m}^2}\right)$$

$$\text{Dotación} = 5.400 \frac{l}{\text{día}}$$

$$\text{Dotación sector 3} = \text{dotación por parcela} * \text{N}^\circ \text{ parcelas del sector 3}$$

$$\begin{aligned} \text{Dotación requerida para el sector 3} &= \left(5.400 \frac{l}{\text{día}} * \text{parcela}\right) * (105) \\ &= 567.000 \frac{l}{\text{día}} \end{aligned}$$

Además de las dotaciones requeridas en las parcelas, se requiere del riego para las zonas verdes pertenecientes al sector 4 y aplicando lo establecido en la gaceta N°4.044 en el Capítulo VII, artículo 114 se obtiene que:

$$\text{Dotación por Riego de Zonas Verdes} = \text{Áreas verdes} * \text{Dotación}$$

$$\text{Dotación} = 2 \frac{l/\text{día}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Dotación Zonas Verdes} = 57.983 \text{ m}^2 * 2 \frac{l/\text{día}}{\text{m}^2} = 115.966 \text{ l/día}$$

$$\text{Entonces } Q_t = Q_m = \text{Dotación sector 3} + \text{Dotación Zonas Verdes}$$

$$Q_m = 567.000 \frac{l}{\text{día}} + 115.966 \frac{l}{\text{día}} = 682.966 \frac{l}{\text{día}}$$

$$Q_m = 682.966 \frac{l}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ s}} = 7,91 \frac{l}{\text{s}}$$

Calculo de la capacidad que debería tener el tanque en el sector 4

Se consideran 14 h de bombeo al tanque de 4am a 10 am y de 4pm a 10 pm.

$$V_{\text{tanque}} = V_{\text{compensación horaria}} + V_{\text{emergencia}} + V_{\text{incendio}}$$

Compensación Variación Horaria

$$V_c = 40\% * Q_m$$

$$V_c = 0,4 * 7,91 \text{ l/s} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}}$$

$$V_c = 273,36 \text{ m}^3 = 274 \text{ m}^3$$

Compensación por incendio

Zona Residencial Unifamiliar Viviendas Aisladas=10 l/s

Se considera según norma un incendio de 4 horas de duración.

$$V_I = \frac{10 \text{ l}}{\text{s}} * 4 \text{ h} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 144000 \text{ l} = 144 \text{ m}^3$$

- ✓ “Para poblaciones menores a 10000 habitantes, no es recomendable y resulta antieconómico el proyectar el sistema contra incendios; debe justificarse en los casos en que dicha protección sea necesaria.” (Abastecimiento de agua potable. CAP. IV ALMACENAMIENTO. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias y tecnología).

Compensación Gasto Bombeo

$$V_E = 25\% * (Q_m)$$

$$V_E = 0,25 * \left(7,91 \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} * \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ día}} \right) = 170,86 \text{ m}^3 = 171 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{volumen requerido}} = V_C + V_E = 274 \text{ m}^3 + 171 \text{ m}^3 = 445 \text{ m}^3$$

Dimensionado del Tanque

$$V = \pi * r^2 * h$$

Asumiendo altura de 3m

$$\pi * r^2 * 3m = 445m^3 \quad r = \sqrt{\frac{445m^3}{3m * \pi}} = 6,87m \quad D = 14 m$$

Para que el dimensionado sea más sencillo se utilizan medidas comerciales de tanques australianos, con lo que se hace más fácil la obtención de los materiales. Usando el catalogo del fabricante de tanques de tipo australianos C. A. ARMCO VENEZOLANA:

TABLA N°8

CATALOGO DE MEDIDAS COMERCIALES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TIPO AUSTRALIANO

Diámetro Metros (m)	01 Anillo Altura Total 0.88 m	2 Anillos Altura Total 1.75 m	3 Anillos Altura Total 2.63 m	4 Anillos Altura Total 3.50 m	5 Anillos Altura Total 4.38 m	6 Anillos Altura Total 5.26 m
2.73	5,132	10,264	15,395	20,527	25,659	30,791
3.64	9,123	18,246	27,369	36,493	45,616	54,739
4.55	14,255	28,510	42,765	57,020	71,275	85,530
5.46	20,527	41,054	61,581	82,108	102,636	123,163
6.37	27,940	55,879	83,819	111,759	139,698	167,638
7.28	36,493	72,985	109,478	145,971	182,463	218,956
8.19	46,186	92,372	138,558	184,744	230,930	277,116
9.10	57,020	114,039	171,059	228,079	285,099	342,118
10.01	68,994	137,988	206,982	275,976	344,969	413,963
10.92	82,108	164,217	246,325	328,434	410,542	492,651
11.83	96,363	192,727	289,090	385,453	481,817	578,180
12.75	111,759	223,517	335,276	447,035	558,794	670,552
13.66	128,294	256,589	384,883	513,178	641,472	769,767
14.57	145,971	291,941	437,912	583,882	729,853	875,823
15.48	164,787	329,574	494,361	659,148	823,935	988,722
16.39	184,744	369,488	554,232	738,976	923,720	1,108,464

Fuente: ARMCO de Venezuela.

Se escoge el tanque con capacidad de 447,035 m³, que está conformado por 4 anillos cuya altura total es de 3,50 m y el diámetro es de 12.75 m.

Para el caso de las fundaciones del tanque se debe realizar un estudio de suelo en el sitio a instalarlo para así obtener las características del suelo y las recomendaciones sobre el sistema de fundación idóneo. Asimismo, para poder seleccionar la potencia de las bombas a utilizar se deberá realizar un estudio topográfico donde se obtendrán las alturas de los diferentes puntos de la red, datos necesarios para la obtención de las presiones requeridas en el sistema a instalar.

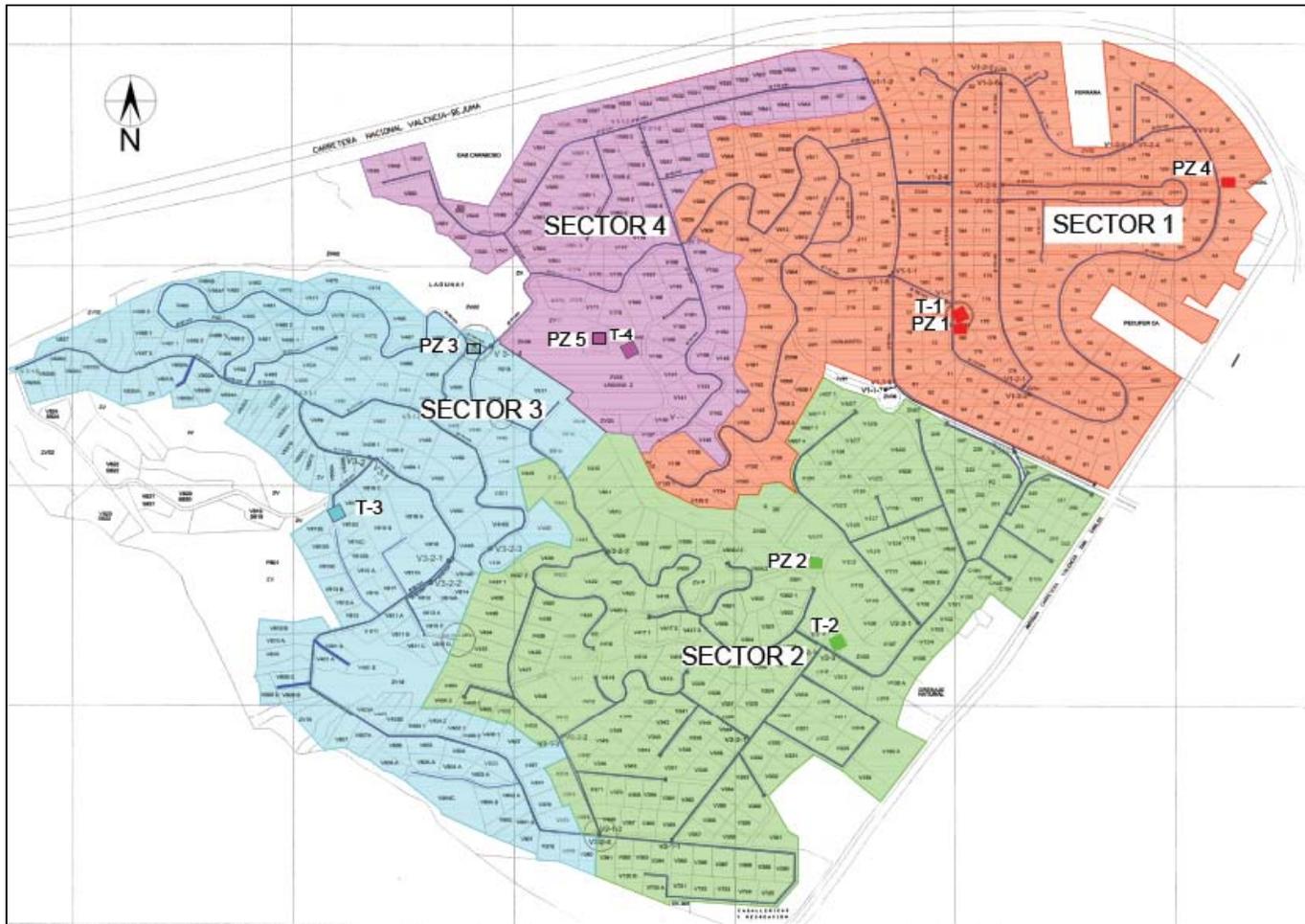


FIG. 5 Nueva Sectorización de la Red de Distribución de Agua

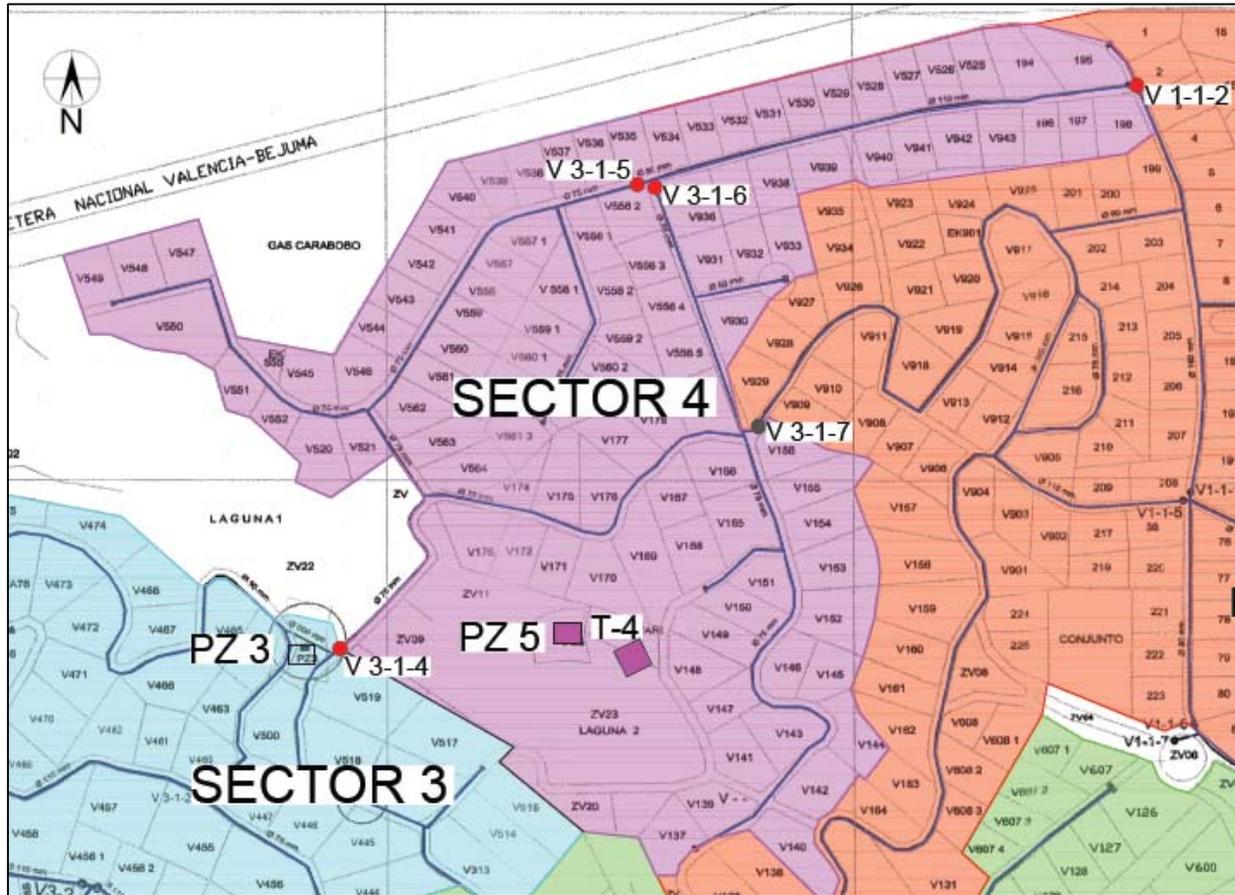
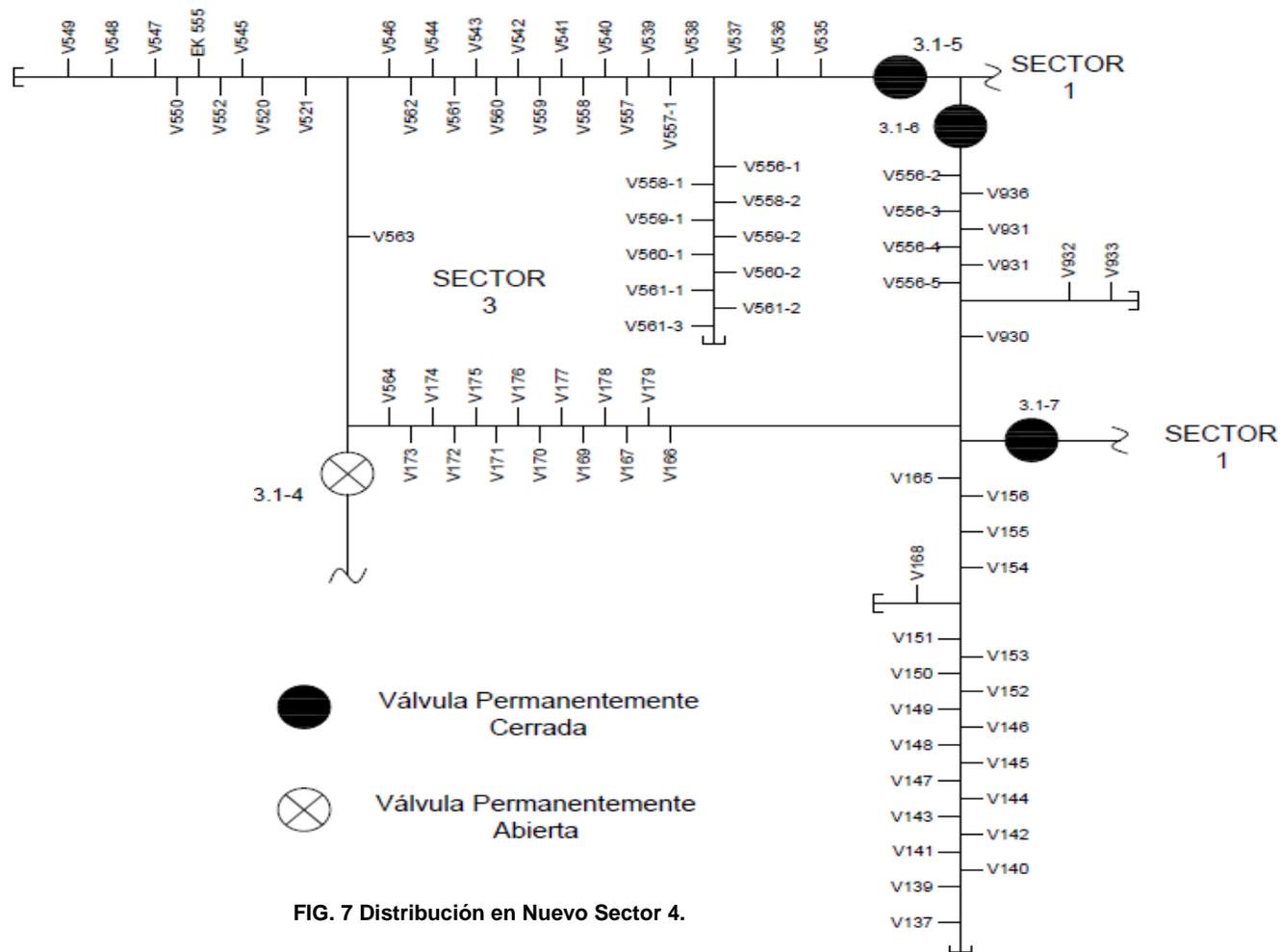


FIG. 6 Nuevo Sector 4 Propuesto.



Las válvulas necesarias para independizar el nuevo sector cuatro de los sectores uno y tres ya existen, lo que facilita el proceso. Para lograrlo se debe cerrar la válvula V3-1-4, en este punto se adicionaría la dotación del tanque de almacenamiento, se cerrará también la válvula V1-1-2 que está continua al sector 1, la V3-1-6 permanecerá cerrada, mientras que la V3-1-5 se debe abrir para completar la distribución del sector, y la V3-1-7 debe permanecer cerrada también. En caso de alguna eventualidad cualquiera de estas válvulas se puede abrir para así surtir al sector 4 con alguno de los tanques de almacenamiento de los otros sectores.

CONCLUSIONES

Una vez cumplidos los objetivos de la investigación mediante el desarrollo de las fases de estudio diagnóstico, estudio de factibilidad técnica y diseño del proyecto, se concluye:

1. El sistema de distribución de agua potable de la Urbanización Safari Carabobo está en proceso de deterioro por falta de mantenimiento.
2. La capacidad de almacenamiento de agua potable es deficiente.
3. La recuperación del sistema de abastecimiento de agua potable es factible tanto técnica como económicamente.
4. Se requiere de un nuevo tanque de almacenamiento de agua potable con capacidad de 447 m³, para cumplir con las demandas del sistema.
5. Se debe redistribuir el suministro con la nueva red sectorizada, acorde con la capacidad de los tanques de almacenamiento.

RECOMENDACIONES

De lo observado en la red de distribución de agua de la urbanización y los datos obtenidos de los estudios realizados, se recomienda:

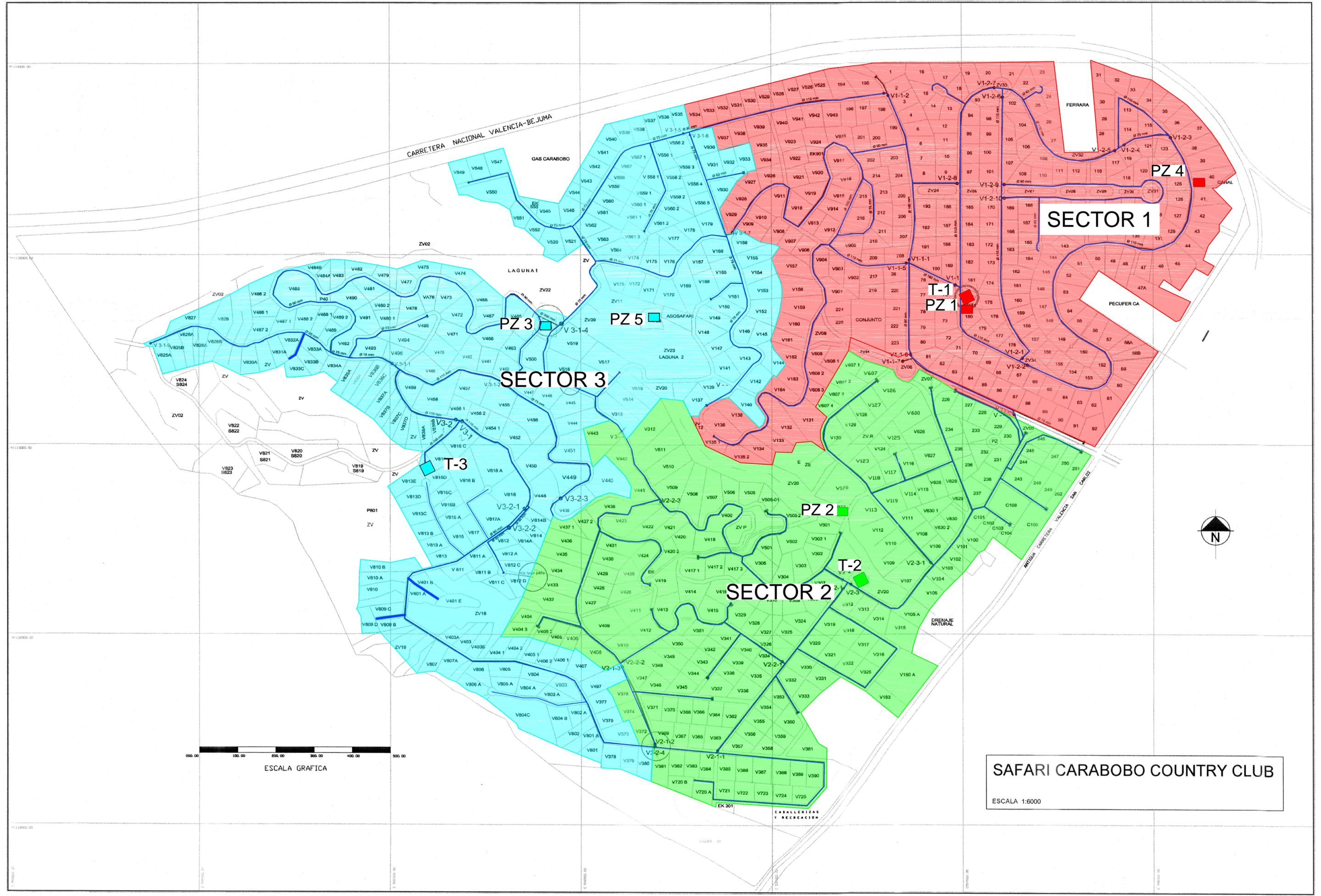
- Recuperar los equipos del sistema que se encuentran en una situación de grave deterioro.
- Diseñar un plan de mantenimiento periódico para evitar así fallas en el sistema.
- Capacitar al personal para ejecutar el plan de mantenimiento de forma adecuada.
- Automatizar los horarios de distribución a los distintos sectores de la urbanización.
- Instalar medidores de agua en cada una de las parcelas del urbanismo, a fin de establecer rangos de consumo y lograr el cobro de los excesos de utilización de agua que se produzcan, los que permitirá racionalizar el consumo y obtener recursos para el mantenimiento de los equipos.
- Realizar el estudio de suelos de la zona propuesta para la ubicación del nuevo tanque, para así poder diseñar la fundación del mismo.
- Realizar además un estudio topográfico para la obtención de las diferencias de alturas existentes en el sector, y desarrollar el estudio de presiones de la red en el sector para obtener así la potencia de las bombas requeridas.

BIBLIOGRAFIA

- Arnoldo Gómez, (2011). Metodología del Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Civil. Universidad de Carabobo.
- Álvaro Palacios Ruiz, (2008). Acueductos, Cloacas y Drenajes “Criterios para el Diseño Hidráulico de Instalaciones Sanitarias en Desarrollos Urbanos”. Segunda Edición. Caracas, Universidad Católica Andrés Bello.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela. Caracas, septiembre de 1998. N° 36.395.
- Arocha Simón, (1977), “Abastecimiento de Agua” Edición Vega S.R.L.
- González, A y Márquez, N. (2004). Diagnóstico y Diseño de las Redes de Distribución de Agua Potable y Aguas Servidas en el Sector Los Magallanes, Municipio San Diego. Trabajo no publicado. Universidad de Carabobo.
- Aguiar, M y Montesinos, V. (2007). *Análisis y Optimización de la Red de Distribución de Agua Potable de la Urbanización la Esmeralda (Municipio San Diego Edo. Carabobo)*. Trabajo no publicado. Universidad de Carabobo.
- Betancourt, A, de Biela, C y Pacheco, J, L. (2004). *Problemas del Acueducto. Resumen de Actividades y Propuesta de Soluciones*. Trabajo no publicado.

FUENTES ELECTRONICAS

- www.armco.com



SAFARI CARABOBO COUNTRY CLUB
 ESCALA 1:6000

