



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AMBIENTAL



**PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE LA
EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAN
JACINTO EN LA CIUDAD DE MARACAY ESTADO ARAGUA**

TUTOR:

PROF. ING. VÍCTOR J, PIÑA L.

C.I.: 19.247.938

AUTOR (ES):

BR. ALFONZO G, JOSE R.

C.I.: 20.449.211

BR. RAMOS R, YULEINY

C.I.: 20.408.949

BÁRBULA, NOVIEMBRE, 2016.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AMBIENTAL



**PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE LA
EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAN
JACINTO EN LA CIUDAD DE MARACAY ESTADO ARAGUA**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE UNIVERSIDAD DE
CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

TUTOR:

PROF. ING. VÍCTOR J, PIÑA L.

C.I.: 19.247.938

AUTOR (ES):

BR. ALFONZO G, JOSE R.

C.I.: 20.449.211

BR. RAMOS R, YULEINY

C.I.: 20.408.949

BÁRBULA, NOVIEMBRE, 2016.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado como examinador para estudiar el Trabajo especial de Grado titulado: “PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAN JACINTO EN LA CIUDAD DE MARACAY ESTADO ARAGUA”, presentado por los bachilleres: Alfonzo G, Jose R., C.I.: 20.449.211 y Ramos R, Yuleiny, C.I.: 20.408.949; para optar al Título de Ingeniero Civil, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo, además estimamos que el mismo reúne los requisitos planteados. Certificado que se expide a los _____ días del mes de _____ del año 20____.

Prof. Ing. Víctor J, Piña L.
C.I.: 19.247.938
PRESIDENTE DEL JURADO

Prof. Ing. _____
C.I.: _____
MIEMBRO DEL JURADO

Prof. Ing. _____
C.I.: _____
MIEMBRO DEL JURADO

NAGUANAGUA, NOVIEMBRE, 2016.

AGRADECIMIENTOS

En la vida hay muchas cosas que podemos lograr solos, existen otras que no alcanzaríamos sin la colaboración de personas que tiendan su mano y nos ayuden a materializar nuestros sueños. Encontramos piedras que nos hacen tropezar y caer, estos golpes nos permiten madurar y seguir adelante, que con dedicación, perseverancia y fe podemos llegar al final ¡Los obstáculos son para vencerlos! Por esta razón agradecemos nuestro sueño hecho realidad.

- A DIOS TODOPODEROSO y a NUESTROS SANTOS, por iluminarnos, no dejarnos caer y darnos la fortaleza para continuar, acompañándonos en todo momento difícil y de gozo.*
- A NUESTROS PADRES, por ser fuentes inagotables de amor, apoyo, tolerancia y paciencia, que con sus consejos, oraciones y constante ayuda en todo momento son nuestro mayor estímulo. Los Amamos.*
- A nuestra ilustre UNIVERSIDAD DE CARABOBO, por abrirnos las puertas para lograr esta meta, a la Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Civil la cual ha sido nuestra segunda casa que se encargó de darnos las herramientas para el día de mañana no defraudarnos.*
- A nuestro querido y admirado tutor ING. VICTOR J, PIÑA L., que sin mezquindad transmitió sus conocimientos para alcanzar este logro, además de brindarnos su apoyo y confianza.*
- A nuestros FAMILIARES, por estar presentes en nuestras vidas y ser parte del tesoro más importante de la vida.*
- A nuestros AMIGOS la familia que se escoge, hoy logramos este triunfo con mucho esfuerzo y sacrificio, que nos sirva de aliento para seguir adelante. ¡Conquistemos el Mundo!*

A todas aquellas personas que tuvieron fe y confianza en nosotros, este triunfo es también de ustedes.

JOSE RAMON ALFONZO GOMEZ & YULEINY RAMOS RANGEL.

DEDICATORIA

- *A DIOS, por darme la fuerza, la salud y proveerme de lo necesario para la materialización de esta meta, por guiarme en todo momento, rodearme de personas que me ayudaron mucho, por su amor y por las circunstancias adversas, porque aún en ellas tú te glorificas.*
- *A mis padres Mónica Gomez y Jose Alfonzo, por ser tan maravillosos, comprensivos y ser mis amigos, por haberme brindado su estímulo, apoyo, ánimos y por creer en mi a pesar de todos los obstáculos, siempre supieron que iba alcanzar esta meta, gracias. ¡Los amo!*
- *A mis hermanos Miguel, Luis y Roxana, por motivarme en todo momento y por regalarme tantas alegrías. Los quiero mucho.*
- *A mis amigos, quienes me brindaron todo su apoyo y en todo momento estuvieron dispuestos a atender todas mis inquietudes.*
- *A mis compañeros y colegas, por acompañarme y luchar a mi lado, este logro no solo lo alcancé yo muchachos es para ustedes también.*
- *A mi compañera de tesis Yuleiny Ramos, que se mantuvo aguerrida en esta travesía, este éxito es tuyo también.*
- *A mi tutor Victor Piña, que simplemente si su apoyo y su orientación no hubiéramos podido completar esta última etapa.*
- *A todas aquellas personas quienes desinteresadamente me brindaron todo su apoyo y confiaron en mí.*

JOSE RAMON ALFONZO GOMEZ.

DEDICATORIA

Después de sortear los obstáculos, los que yo misma puse y los que aparecieron en el camino, le doy gracias a DIOS y a mis SANTOS por ayudarme a llegar al punto culminante de esta etapa de mi vida y dedicar este logro a quienes con amor y paciencia siempre me dieron su apoyo.

- A mis padres Helci y Guillermo, por siempre brindarme ese apoyo incondicional que solo es capaz de dar el amor de padres. Nunca dejaron de alentarme y siempre mantuvieron su fe en mí, los que me enseñaron a ser quien soy.*
- A mis hermanos Yelimar, Maryury, Yendy, Elvis, Ana, Edgardo y Eduardo los adoro muchísimo, siempre han sido mis compañeros incondicionales, ejemplo y lucha de seguir adelante, mis logros también son de ustedes y los de ustedes serán también míos.*
- A mis Sobrinas Maria Alejandra, Maria Jose, Marlen Gabriela, Elly Victoria y mis ahijados quienes con sus travesuras siempre me divertían y me recordaban que compartir los conocimientos enriquece mucho más a las personas.*
- A mis familiares que siempre están pendientes de mí, Hey! Por fin se va a graduar la prima jejejejeje! Salud!!!!!!*
- A mi abuela María, como olvidar las tardes de consejos y apoyo a seguir adelante con su bendición y como dices “el baquiano que es humilde, nunca le falta una mano amiga” que sabias palabras. Mis viejitos Agustina, Felix y Eustoquio son mis ángeles desde el cielo que siempre están en mi corazón.*
- Benedicto Rangel Cariasco y familia, una persona ejemplar de lucha y perseverancia, sé que te adelantaste a la partida, pero aquí está tu Ingeniero a la que le abriste las puertas de tu hogar y de tu vida, el cielo está de fiesta con esta anhelada y muy dedicada meta. Por siempre vivirás en mí.*
- A la sra. Rubiela de cariño Patty, por estar como una madre a mi lado durante tantos años, enseñándome lo que es luchar en la vida y ser grande.*

A Luis Pulido por su apoyo incondicional en este largo camino, no me alcanzan palabras para agradecer lo mucho que hiciste por mí durante estos años. ¡Ahora a comerse las maduras!.

- A mis buenos amigos y compadres que han estado a lo largo de los años y que se mantienen a pesar de la distancia Ysanel, Jose Vicente, Renier, Oscar y Angela. ¡Aquí vamos alcanzando nuestros sueños!. Hector Eduardo y Duvier Alexander, que me han tenido paciencia y me escuchan en mis días de estrés, además que en mis días caídos me dan mi buen empujón. ¡A celebrar amores!.*
- Mi compañero de tesis Jose Ramon, que ha sido mí otra mitad en esta travesía, desde el tercer semestre hemos ido y venido, henos aquí venciendo y alcanzando nuestros logros. Eternamente agradecida con usted y su familia.*
- La familia que me regalo la universidad entre clases, proyectos, trasnochos y café, ustedes saben que sin el apoyo de ustedes no sería hoy quien soy. Los quiero y deseo que sigamos cosechando buenos momentos.*
- A mis profesores un ejemplo a seguir, especialmente a Juan Carlos Jimenez que fue un apoyo incondicional en momentos difíciles de mi vida.*
- Profesor Ingeniero Victor J, Piña L. la emoción que sentimos sé que es también suya nos ha acompañado en este camino, como siempre le digo cuando sea grande quiero ser como usted. Se ha ganado mi aprecio y mi respeto.*
- A mi hermoso pueblo Calderas “Esmeralda del Llano, perla del Piedemonte”, eres mi tierra natal y a la que siempre quiero volver, sus paisajes y hermoso rio azul, ¡Caldereños al poder!*

A todas esas personas que de una u otra forma han contribuido para el logro de este Trabajo de Grado, muchas gracias por ese aporte.

YULEINY RAMOS RANGEL.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I.....	20
EL PROBLEMA.....	20
Planteamiento del Problema.....	20
Formulación del Problema.....	23
Objetivos de la Investigación.....	24
Objetivo General.....	24
Objetivos Específicos.....	24
Justificación de la Investigación.....	25
Delimitación.....	27
CAPÍTULO II.....	28
MARCO TEORICO.....	28
Antecedentes de la Investigación.....	28
Bases Teóricas.....	31
Marco Normativo Legal.....	62
CAPITULO III.....	70
MARCO METODOLÓGICO.....	70
Tipo de Investigación.....	70
Diseño de Investigación.....	71
Descripción de la Metodología.....	73
Población y Muestra.....	75
Análisis de Datos.....	80
CAPÍTULO IV.....	81
PROPUESTA.....	81
Reseña histórica de la C.A. Hidrológica del Centro.....	82
Sector en estudio.....	85

Descripción física y funcional del sistema de distribución	88
Situación Actual	90
Identificación de las Amenazas	95
Clasificación y Estimación de la Vulnerabilidad	109
Análisis de riesgo	121
Propuestas de medidas de mitigación	123
CONCLUSIONES.....	130
RECOMENDACIONES.....	133
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS	134
ANEXO A-1	138
ANEXO A-2.....	139
ANEXO A-3.....	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Materiales para tuberías de agua potable.....	39
Tabla N° 2. Cuadro para recabar datos de las condiciones físicas de la red de distribución de la urbanización San Jacinto.	77
Tabla N° 3. Componentes del Sistema Regional del Centro.....	84
Tabla N° 4. Descripción física de la red de distribución de la urbanización San Jacinto.....	88
Tabla N° 5. Amenazas a la que está expuesto el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Urbanización San Jacinto.	95
Tabla N° 6. Clasificación de la <i>AMENAZA SÍSMICA</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	98
Tabla N° 7. Clasificación de la <i>AMENAZA POR DESLIZAMIENTO</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	101
Tabla N° 8. Clasificación de la <i>AMENAZA POR INUNDACIONES</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	103
Tabla N° 9. Clasificación de la <i>AMENAZA POR SEQUÍA</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	105
Tabla N° 10. Clasificación de la <i>AMENAZA OPERATIVA</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	106
Tabla N° 11. Clasificación de la <i>AMENAZA FUNCIONAL</i> según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.	107
Tabla N° 12. Probabilidad de ocurrencia de las Amenazas Existentes.....	108
Tabla N° 13. Nivel de <i>VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA</i> en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.	110
Tabla N° 14. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica en la Urbanización San Jacinto.	111
Tabla N° 15. Nivel de <i>VULNERABILIDAD FÍSICA</i> en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.	112

Tabla N° 16. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Física en la Urbanización San Jacinto.	113
Tabla N° 17. Nivel de <i>VULNERABILIDAD SOCIAL</i> en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.	115
Tabla N° 18. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Social en la Urbanización San Jacinto.	116
Tabla N° 19. Nivel de <i>VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA</i> en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.	117
Tabla N° 20. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Cultural e Ideológica en la Urbanización San Jacinto.	118
Tabla N° 21. Resultados de Vulnerabilidades de la Urbanización San Jacinto.	119
Tabla N° 22. Vulnerabilidad Total de la Urbanización San Jacinto.	120
Tabla N° 23. Matriz de Riesgo de la Urbanización San Jacinto.	121
Tabla N° 24. <i>RIESGOS NATURALES</i> de la Urbanización San Jacinto.	122
Tabla N° 25. <i>RIESGOS HUMANOS</i> de la Urbanización San Jacinto.	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Sistema de abastecimiento de agua. Componentes Básicos..	32
Figura N° 2. Sistema genérico de Abastecimiento.	33
Figura N° 3. Esquema de un sistema de distribución de agua potable.....	37
Figura N° 4. Esquema de un sistema de distribución de agua potable por pozo.....	37
Figura N° 5. Esquema de válvula de compuerta.	43
Figura N° 6. Esquema de válvula mariposa	44
Figura N° 7. Vulnerabilidades, amenazas y riesgo en “texto claro”.	45
Figura N° 8. Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.....	51
Figura N° 9. Rango aproximado de frecuencias y áreas de impacto de diferentes amenazas naturales	52
Figura N° 10. Mapa de fallas principales.....	53
Figura N° 11. Geología de Venezuela y la tectónica de placas	54
Figura N° 12. Mapa de Zonificación Sísmica de Venezuela	55
Figura N° 13. Ondas Sísmicas.....	57
Figura N° 14. Ubicación de la válvula auxiliar.	69
Figura N° 15. Encuesta realizada a los habitantes de la Urbanización San Jacinto	78
Figura N° 16. Entrevista realizada al cuerpo técnico del departamento de distribución de la empresa C.A. HIDROCENTRO sede Aragua, para la Urbanización San Jacinto.	79
Figura N° 17. Esquema para establecer medidas de mitigación de riesgos.	81
Figura N° 18. Ubicación del Municipio Girardot (Estado Aragua)	86
Figura N° 19. Ubicación de la urbanización San Jacinto	87
Figura N° 20. Gráfico circular de la pregunta N° 1 efectuada en la encuesta.	90
Figura N° 21. Gráfico circular de la pregunta N° 2 efectuada en la encuesta.	91

Figura N° 22. Gráfico circular de la pregunta N° 2.1 efectuada en la encuesta.	92
Figura N° 23. Gráfico circular de la pregunta N° 3 efectuada en la encuesta.	93
Figura N° 24. Gráfico circular de la pregunta N° 4 efectuada en la encuesta.	94
Figura N° 25. Mapa Neotectónico	96
Figura N° 26. Mapa de Zonificación Sísmica Norma 1756_2001	97
Figura N° 27. TABLA 4.2, Zonificación Sísmica De Venezuela.	98
Figura N° 28. Ubicación del área de estudio y sus zonas eco-geográficas, estado Aragua, Venezuela.....	99
Figura N° 29. Urbanización San Jacinto.....	100
Figura N° 30. Urbanización San Jacinto distancias mínimas a las faldas de las montañas	100
Figura N° 31. Fragmento de zonificación del plan de desarrollo urbano local del municipio Girardot.....	102
Figura N° 32. Leyenda del fragmento de zonificación del plan de desarrollo urbano local del municipio Girardot.....	103
Figura N° 33. Caracterización espacial de la Sequía Meteorológica	104
Figura N° 34. Croquis de Hidrantes en la urbanización San Jacinto	114
Figura N° 35. Ubicación de las posibles perforaciones de pozos en la Urbanización San Jacinto.	125
Figura N° 36. Ubicación del estanque de almacenamiento de cota alta en la Urbanización San Jacinto	126
Figura N° 37. Fotos tomadas al estanque de almacenamiento de cota alta de la Urbanización San Jacinto.	127



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AMBIENTAL



PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA URBANIZACIÓN SAN JACINTO EN LA CIUDAD DE MARACAY ESTADO ARAGUA

Elaborado por: Br. Alfonzo G, Jose R. y Br. Ramos R, Yuleiny.

Fecha: NOVIEMBRE DE 2016.

Tutor: Prof. Ing. Victor J, Piña L.

RESUMEN

El propósito de este trabajo de investigación es plantear diversas medidas de mitigación ante la evaluación de amenazas y vulnerabilidades con la finalidad de disminuir los niveles de riesgo que presenta el sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto, municipio Girardot en el estado Aragua. Este proyecto surge de la necesidad que manifiesta la población del sector ante la deficiencia en el servicio de suministro y calidad de agua y los riesgos que corre dicho acueducto. El trabajo de investigación sigue una metodología de tipo descriptiva, diseño de campo, documental, no experimental con una población igual a la muestra definida como todos los elementos y componentes que conforman la red de distribución de agua potable, como técnica de recolección de datos se utilizó la observación directa y la encuesta, y como instrumento material de oficina, croquis y cámara fotográfica. Se realizó un análisis a través de una matriz de riesgos mostrando riesgos naturales (Sísmico y por Sequía) y riesgos humanos (Operativo y Funcional) de nivel medio y riesgos naturales por Inundaciones y Deslizamientos de nivel bajo, a partir de dichos resultados se propusieron planes que buscan reducir los mismos y mejorar las condiciones actuales del sistema de distribución existente, tales como la reposición y mantenimiento de los componentes de la red, perforación de pozos, reingeniería y reactivación del estanque de almacenamiento de cota alta y la implementación de un plan de emergencia que incluya la educación y culturización de la sociedad afectada.

PALABRAS CLAVES: Agua, Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Sistema de Distribución, Medidas de Mitigación.



BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
UNIVERSITY OF CARABOBO
FACULTY OF ENGINEERING
CIVIL ENGINEERING SCHOOL
DEPARTMENT: ENVIRONMENTAL ENGINEERING



PROPOSE OF MITIGATION MEASURES FROM THE RISK ASSESSMENT OF THE DRINKING WATER DISTRIBUTION SYSTEM'S COMPONENTS OF THE SAN JACINTO URBANIZATION IN MARACAY CITY ARAGUA STATE

Made by: Br. Alfonzo G, Jose R. y Br. Ramos R, Yuleiny.

Date: NOVEMBER 2016.

Tutor: Prof. Ing. Victor J, Piña L.

ABSTRACT

The purpose of this research is to set various mitigation actions to threats and vulnerabilities with the aim of reducing risk levels that present the distribution system of drinking water from the San Jacinto urbanization, Girardot municipality in Aragua state. This project arises from the need that manifests the population of the sector to the deficiency in water service supply and the risks to that aqueduct. The research follows a descriptive, documentary, non-experimental methodology with a population equal to the sample defined as all elements and components that make up the distribution network of drinking water, as a technique for data collection direct observation, and the survey were used and as tools pencil, paper and camera. An analysis was carried out through a risk matrix showing natural risks (Seismic and Drought) and human risks (Functional and operational) and natural risks due to Floods and Slips with low level, based on these results were proposed plans that seek to reduce them and to improve the current conditions of the existing distribution system, such as the replacement and maintenance of network components, well's drilling, reengineering and reactivation of the storage tank of high altitude and the implementation of an emergency plan that includes the education and culture of the affected society.

KEYWORDS: Water, Threat, Vulnerability, Risk, Distribution System, Mitigation Measures.

INTRODUCCIÓN

Se considera un sistema de abastecimiento de agua potable a un conjunto de componentes y equipos necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua. Al mismo se le suman los procesos de operación, administración y mantenimiento, con los firmes principios de garantizar la cantidad, continuidad, calidad y a un razonable costo, que a su vez proporcione agua en buenas condiciones de manera satisfactoria al buen desarrollo de la salud. Por consiguiente, analizando la importancia que tiene un sistema de abastecimiento para la sostenibilidad de una sociedad, y considerando la incidencia de cada uno de sus componentes en el funcionamiento integral del mismo, se parte el propósito del presente estudio sobre el subsistema de distribución de agua.

El subsistema de distribución de agua está conformado por un conjunto de tuberías y conexiones y es el principal encargado de la distribución del líquido a sus diferentes destinos comerciales, residenciales y/o industriales. Entonces, se busca que este subsistema perteneciente al de abastecimiento sea afectado lo menos posible ante una amenaza.

Una amenaza a la red de distribución es aquella de carácter natural o humano, que pueda provocar contaminación en las aguas y/o ruptura en tuberías o en algunas de sus estructuras pudiendo generar el cese del servicio ofrecido, esto es así, porque dichas amenazas toman ventaja de las vulnerabilidades del sistema.

La vulnerabilidad se puede definir como las debilidades de los componentes de un sistema frente a una amenaza, con un doble objetivo, establecer mecanismos de mitigación necesarios para corregir esas debilidades, y proponer las medidas de emergencia para dar una respuesta adecuada cuando el impacto de la amenaza se produce.

El propósito del presente estudio consiste en plantear medidas de mitigación a partir de una evaluación de riesgo ante el análisis de las amenazas y vulnerabilidades a las que se encuentran expuestos los componentes de un determinado sistema de distribución.

La urbanización San Jacinto ubicada en el municipio Girardot, en su actualidad presenta problemática con el suministro continuo de agua potable, por lo tanto, en busca del origen de la falla de continuidad del sistema, se es necesario evaluar la vulnerabilidad siendo esta, una de las más importantes del manejo de amenazas en los sistema de distribución de agua potable del sector, con el fin de tener un diagnóstico de la situación actual e identificar los riesgos a los que se encuentra sometido y así evitar posibles colapsos de tuberías o de alguno de sus componentes, ante impactos potenciales de una amenaza determinada.

Los riesgos más usuales a nivel global son de carácter operacional y funcional, que la mayoría de las veces dependen de las distintas vulnerabilidades a nivel ambiental y ecológico, físico, social, educativo, cultural e ideológico, que afectan directamente a las comunidades a las que este sistema de distribución pertenece. El grado de riesgo depende siempre del conocimiento de la situación actual del sistema y la capacidad de respuesta a dicha eventualidad.

La motivación para la selección del tema se inclina hacia la situación actual en la que se encuentra la red de distribución, que presenta problemáticas en función de la calidad y servicio del mismo, por lo que se conocerá si el sistema cumple con los principios mínimos de cantidad y continuidad.

Para conocer la problemática se describieron las diferentes fases que se desarrollaran para alcanzar los objetivos planteados en este estudio. De acuerdo al tipo de investigación se establecerá el diseño según los datos e información requeridos. Se trabajará un tipo de investigación descriptiva cuyo diseño será no experimental, documental y de campo, siendo la población igual a la muestra definida en este estudio como todos los elementos y componentes que conforman el sistema de distribución de agua potable del sector en estudio, para conocer la problemática de la red de distribución de agua potable que afecta a los habitantes, se empleará el uso de las técnicas de observación directa, encuestas y entrevista.

De este modo, el trabajo que se presenta estará estructurado en cuatro (4) capítulos, que se describen a continuación.

En el capítulo I se reflejará la situación de la problemática actual, así como las características y antecedentes del entorno de la urbanización San Jacinto. En función de las interrogantes que se plantearon para la recopilación de este estudio, se formularon los objetivos, general y específicos donde se evidenciará la necesidad de efectuar este trabajo especial de grado, debidamente justificado y delimitado hasta el área de investigación que estuvo a nuestro alcance.

Para el capítulo II se ilustrará el Marco Teórico, cuyo propósito fundamental es ubicar el problema dentro de un conjunto de conocimientos que nos permiten delimitar teóricamente los conceptos planteados. Contiene los antecedentes, citados, analizados e interpretados referentes al tema a desarrollar, así como también definición de los términos básicos de la investigación, fundamentos teóricos y fundamentos legales.

El Capítulo III contemplará el Marco Metodológico, indicando el tipo y diseño de la investigación, la descripción de la metodología y se definirá la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo IV, se indicará la situación actual del sector en estudio y se estimará el riesgo en función de las amenazas y vulnerabilidades para establecer medidas de mitigación de las mismas. En definitiva se emiten conclusiones y recomendaciones a través de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

Muñoz y Pernaletе (2014), sostienen que en una escala global, “el agua potable es uno de los recursos más importantes e indispensables para el desarrollo de una población”, es por ello, que su adecuada distribución y óptima preservación, representa un elemento de interés tanto para el desarrollo y bienestar social como para el avance económico, tomando en cuenta todos los factores que pueden afectar directamente dicho recurso.

Partiendo de la definición anterior y de la importancia que representa el vital líquido para el desarrollo humano, se es necesario vincular un grupo de elementos que permitan el mejor y mayor aprovechamiento del mismo, tal como un sistema de abastecimiento de agua que no es más que un conjunto de subsistemas que tienen como objetivo transportar el agua desde la fuente de abastecimiento hacia la comunidad.

Es importante destacar que se considera sistema de abastecimiento de agua potable a un conjunto de componentes y equipos necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua. Al mismo se le suman los procesos de operación, administración y mantenimiento, con los firmes

principios de garantizar la cantidad, continuidad, calidad y a un razonable costo, que a su vez proporcione agua en buenas condiciones de manera satisfactoria al buen desarrollo de la salud. Por consiguiente, analizando la importancia que tiene un sistema de abastecimiento para la sostenibilidad de una sociedad, se busca que el subsistema de distribución de agua perteneciente al sistema de almacenamiento, sea afectado lo menos posible ante un evento de amenaza natural que pueda provocar contaminación en las aguas y/o ruptura en tuberías o en algunas de sus estructuras pudiendo generar el cese del servicio ofrecido por el mismo.

Venezuela debido a su posición geográfica, se encuentra expuesta a fenómenos naturales, como sismos, inundaciones, deslizamientos y sequías, dichos fenómenos, además de afectar la estructura poblacional de una región, también ponen en riesgo las diferentes obras hidráulicas y sistemas de distribución de agua potable. Aunado a esto, al no existir una cultura de mantenimiento debido a factores económicos o a un desconocimiento a la prevención de amenazas, dichos sistemas se ven altamente afectados y están expuestos a sufrir más daños, entendiéndose que los mismos se vuelven vulnerables.

Existen distintas vulnerabilidades que afectan los sistemas de distribución de agua potable, entre ellas se encuentran las de tipo ambientales y ecológicos, físicos, sociales, educativos y culturales e ideológicos.

“Debe señalarse que Venezuela ha aumentado su vulnerabilidad con respecto a las afectaciones climáticas y con posibilidades de seguir aumentando, según el último estudio presentados por el Instituto de Adaptación Global (GAIN, sus siglas en inglés, 2001)” (Farías y Sáenz, 2013, P. 17).

Partiendo de la cita anterior, se observa como los efectos climáticos también requieren ser evaluados para determinar su impacto sobre el sistema en estudio y promover las estrategias necesarias que permitan afrontar las consecuencias que el mismo genera.

Por todo lo mencionado anteriormente, se puede apreciar que la ocurrencia de eventos naturales pone en riesgo el funcionamiento de los sistemas de distribución de agua potable en su parte física, organizativa y operativa, por tal motivo se busca evaluar esta situación en distintos sectores de los Estados que conforman al país, para poder disminuir los daños que puedan presentarse ante estos eventos.

Aragua, específicamente el sector San Jacinto en el municipio Girardot, presenta actualmente una problemática con el suministro continuo del agua, por lo tanto, en busca del origen de la falla de continuidad del sistema, se es necesario evaluar la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable del sector, con el fin de tener un diagnóstico de la situación actual y de evitar posibles colapsos de tuberías o de alguno de sus componentes.

Mencionados todos los aspectos que pueden afectar drásticamente el sistema de distribución de agua potable y teniendo conocimiento sobre las amenazas que puedan presentarse, se decide someter a estudio el sistema de distribución del sector San Jacinto ubicado en el municipio Girardot del estado Aragua, y en vista a la actual deficiencia de suministro de agua que presenta, es necesario priorizar la problemática a la que se encuentre expuesta dicha comunidad.

Formulación del Problema

Basándose en el planteamiento de la problemática anteriormente descrita, se propone desarrollar una evaluación de la vulnerabilidad de los componentes del sistema de agua potable del sector San Jacinto del municipio Girardot, estado Aragua. Para ello se establecen las siguientes interrogantes, como punto de referencia para el desarrollo de la investigación:

¿Cómo se puede entender la situación en la que se encuentra el sistema de distribución físicamente, y como se está viendo afectada de manera funcional?

¿De qué manera se pueden evaluar las posibles vulnerabilidades del sistema de distribución de agua potable en el sector San Jacinto municipio Girardot del estado Aragua?

¿Cuáles podrían ser los riesgos en los que se encuentra sometido el sistema de distribución del sector?

¿De qué forma se podrá presentar medidas de mitigación asociadas a la vulnerabilidad a la que esta expuestos el sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Proponer las medidas de mitigación a partir de la evaluación de riesgo de los componentes del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto en la ciudad de Maracay estado Aragua.

Objetivos Específicos

1. Estudiar la situación actual del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto.
2. Determinar el riesgo de los componentes del sistema de distribución de agua potable del sector en estudio a partir de la evaluación de los posibles efectos de amenazas.
3. Analizar los resultados obtenidos con respecto a la matriz de riesgo aplicada a los componentes del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto.
4. Establecer las medidas de mitigación a partir de la evaluación de riesgo de los componentes del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto.

Justificación de la Investigación

Se considera que uno de los motivos principales que dan origen a este estudio, radica en la cantidad de afectaciones por causa de amenazas que se vienen presentando en los sistemas de distribución de agua potable, tanto en Venezuela como en otros países, y en vista de la gran importancia del agua como recurso esencial para la vida, el cual es limitado y actualmente presenta una creciente demanda, es vital conocer como es la dinámica que gira en torno a los componentes del sistema de distribución de tan preciado recurso, particularmente en el sector San Jacinto del estado Aragua, Venezuela. El análisis precedente incita a efectuar la evaluación de la vulnerabilidad en el sistema de distribución de agua potable de la comunidad de estudio, permitiendo conocer las condiciones en las que se encuentra actualmente, y que tan propenso pueda ser a lesionarse al momento en que ocurra un evento natural, operativo o de mantenimiento.

Se puede apreciar que la evaluación de la vulnerabilidad de la red tiene un amplio campo de estudio, dando paso a futuras investigaciones, evaluaciones y proyectos en otras parroquias, municipios y estados a nivel nacional que guarden relación, tomando en cuenta el estado en el que se encuentran los diferentes componentes del sistema de distribución y con ello una futura, más amplia y mejorada mitigación de daños. También, el desarrollo de este proyecto es importante ya que permitirá reforzar todos los conocimientos adquiridos hasta la actualidad y que serán complementados con la investigación y práctica en el desarrollo del presente trabajo de grado.

Por otra parte, lograr la evaluación de riesgos del sistema de distribución de agua potable significaría para la comunidad del sector San Jacinto una mejor preparación, para solventar rápidamente los posibles problemas a los que pueden estar expuestos sus componentes. Es por ello

que partiendo de una cultura de gestión integral de riesgos relacionada con los servicios públicos y considerando la toma de medidas necesarias de forma correcta para mitigar el grado de afectación en la ocurrencia de eventos naturales o situaciones físicas u operativas, es necesario elaborar un análisis de la vulnerabilidad adecuado, de manera que se puedan programar acciones previas para reducir el efecto de las amenazas al servicio de agua potable y que dichas acciones puedan aplicarse de forma eficaz, lo que permitiría trazar soluciones rápidas y efectivas para reestablecer dichos servicios.

Delimitación

El alcance de la siguiente investigación consiste en:

- Determinar cuantitativamente la vulnerabilidad de los componentes del sistema de distribución de agua potable.
- Analizar la situación física de la red de distribución de agua potable del sector en estudio.
- Identificar las amenazas que afectan al sistema de distribución.

El área de estudio se enfoca en la urbanización San Jacinto, municipio Girardot, Maracay estado Aragua.

La información contenida en este trabajo de grado no contempla:

- Temas relacionados con la vulnerabilidad y aseguramiento de fuentes de abastecimiento.
- Obras de purificación y/o tratamiento, control de calidad y cantidad del agua.
- Obras o elementos que conforman las líneas de aducción y recolección del agua.
- La evaluación de los componentes del sistema sanitario de la comunidad, ni el funcionamiento del mismo como conjunto.

No se evaluarán los costos de los daños que sufra el sistema de distribución de agua potable, ni tampoco los efectos producidos en las redes de distribución de las zonas aledañas al sector.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Antecedentes de la Investigación

Es fundamental indagar referencias anteriores orientadas a la temática de la investigación, ya que esto sustenta una mayor validez, confianza y solidez al proyecto. Cabe destacar que estas referencias tendrán una estrecha relación con el planteamiento de este trabajo de investigación, lo que facilita una mejor comprensión del mismo.

A continuación se citarán algunos trabajos de investigación relacionados con el objeto del presente trabajo especial de grado, que bien sea por su contenido o metodología sirven como antecedentes monográficos proporcionando soporte para el desarrollo de esta investigación.

Farías S., Grecia y Sáenz N., Gabriel de J. (2013). **“PROPUESTA DE LINEAMIENTOS GENERALES PARA EI ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN VENEZUELA”** Tiene como objeto proponer lineamientos para

la evaluación de riesgos clasificando las amenazas y vulnerabilidades a los que se encuentran sometidos los sistemas de abastecimiento de agua potable en Venezuela, el mismo solo englobará daños referentes a desastres naturales de tipo meteorológico y geológico, no aquellos daños generados por el hombre ni daños sistemáticos del mismo. Esta investigación surge debido a las variaciones e impactos que pueden generar estos fenómenos sobre los sistemas de abastecimiento para garantizar la calidad, cantidad y continuidad del vital líquido. Esta investigación aportó metodología para cuantificar el valor de la vulnerabilidad.

Muñoz V., Rafael A., y Pernaleté D., Pierina (2014). **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA PARROQUIA URBANA MIGUEL PEÑA, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO”**. Dicha investigación tiene como objeto la evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable, con la finalidad de identificar las amenazas y cuantificar la vulnerabilidad de los componentes del sistema. Se empleó una metodología de campo descriptiva. Los sectores presentan vulnerabilidades medias a altas, esto sumándose a que las probabilidades de ocurrencias de las amenazas, operativas y funcional, son frecuentes a moderadas, presenta riesgo operativo alto y riesgo funcional entre media y muy alta. Aporta la base de la metodología a emplear para la evaluación de la vulnerabilidad por medio de un rango establecido en una matriz de riesgo.

Lorena Leonardo, Younes Jacob y Younes Wendy (2015). **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR NOROESTE DE LA PARROQUIA URBANA SAN JOSÉ, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO**

CARABOBO". Esta investigación se enmarcó en la evaluación de la vulnerabilidad de los componentes del sistema de distribución, conociéndose la condición en la que se encuentra e identificando las amenazas a las que se ve expuesto para generar medidas de mitigación. El tipo de investigación es de campo descriptiva no experimental, se utilizó la observación directa para el diagnóstico de la condición actual. Una vez realizado el análisis se obtuvieron valores de riesgo de alto a muy alto, apreciando así la amenaza a la funcionalidad del sistema.

Barbosa D., Jeison A. y Sánchez G., Orlani G. (2016). **"PROPUESTA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN A PARTIR DE LA ESTIMACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL SECTOR EL RINCÓN, ESTADO CARABOBO"** Ésta investigación tiene como objetivo proponer medidas de mitigación partiendo de las amenazas naturales y hechas por el hombre. Dicha investigación sigue una metodología descriptiva documental no experimental. Se estudiaron las diferentes amenazas generadas por la naturaleza y de origen humano, tomando las más distinguidas, siendo ésta la de origen humano. Analizando los resultados, la investigación generó valores de riesgo alto, logrando identificar la amenaza principal a la que se encuentra expuesto el sistema de distribución.

Bases Teóricas

A continuación se presentarán las bases teóricas que tienen como finalidad enriquecer conceptualmente la investigación y así facilitar el entendimiento de la misma al lector.

Sistema de abastecimiento de agua

Morales, Y., González, O. y Echeverría, J. (2001). Es el conjunto de componentes, equipos y métodos operativos que tiene un propósito definido. El sistema de abastecimiento de agua comprende los componentes y equipos necesarios para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua, a la cual se suman las acciones de operación, mantenimiento y administración que garanticen la cantidad, calidad, continuidad y costos adecuados.

El sistema de abastecimiento de agua se clasifica dependiendo del tipo de usuario, en urbano o rural. Los sistemas de abastecimiento rurales suelen ser sencillos y no cuentan en su mayoría con redes de distribución eficientes, sirven a poblaciones concentradas o dispersas, pudiendo estar administrados local o regionalmente, en forma autónoma o dependiente de una organización superior. Generalmente este sistema es operado por personal local. Los sistemas de abastecimiento urbano son sistemas complejos que cuentan con una serie de componentes, que van desde la fuente como espacio natural del cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Estos deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales o subterráneos.

Los sistemas pueden funcionar a gravedad, bombeo o pueden ser mixtos. En un sistema a gravedad el agua circula desde la captación hasta la

distribución aprovechando la pendiente natural del terreno. Un sistema por bombeo requiere de equipo electromecánico para el abastecimiento del agua. Un sistema mixto requiere tanto de equipo electromecánico como de la pendiente natural del terreno para que el agua circule. Estos sistemas tienen cinco componentes básicos: captación, conducción, almacenamiento-tratamiento, estación de bombeo y distribución.



Figura N° 1. Sistema de abastecimiento de agua. Componentes Básicos.
Nota: Prof. Ing. Alexander Cabrera.

Existe una serie de estructuras y dispositivos ubicados en dicha fuente destinados a facilitar la derivación de los caudales demandados por la población. Las tomas son orificios protegidos a través de los cuales, el agua entra a una tanquilla y luego a un canal o tubo que la transporta por gravedad o mediante bombeo al sitio de consumo. Estas obras deben ser estables, para que en todo tiempo puedan suministrar el caudal estipulado en el diseño.

La transportación de los caudales tomados se realizan mediante la línea de aducción o impulsión, que son tuberías usadas para transportar

los caudales desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, pasando por la planta de tratamiento y consta de una serie de dispositivos necesarios para su buen funcionamiento, tales como: ventosas, limpiezas, desarenador, tanquillas rompecarga, válvulas reductoras de presión, codos, etc.

Una vez realizado dicho proceso se transporta al estanque de almacenamiento mediante un conjunto de estructuras o dispositivos destinados a dotar el agua de la calidad necesaria para el consumo humano, con el propósito de compensar variaciones de consumo, atender situaciones de emergencias, interrupciones de servicio y prever diseños más económicos del sistema.



Figura N° 2. Sistema genérico de Abastecimiento. Nota: Consorcio de aguas, Asturias. (2006)

Captación

Moreno, I. (2006). Explica que, “la captación consiste en una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de absorber el caudal deseado y conducirlo a la línea de aducción (conducción)”. El diseño de la obra va a depender del tipo de fuente en la que se extrae el caudal de agua a procesar, siendo la captación en fuentes superficiales sin regulación, fuentes superficiales con regulación de sus caudales y fuentes subterráneas.

La captación puede ser de vertiente, de río, subterránea o de acueducto, con estructuras de tipo muro, tanque, azud, con pozos, o con derivación de un acueducto principal. Los muros, tanques o azudes están contruidos en hormigón y tienen tamaños variables. Los pozos pueden estar revestidos con tuberías de PVC o acero, con bombas sumergibles u horizontales, alimentadas por un sistema eléctrico regional o por generadores auxiliares.

Conducción

Moreno, I. (2006). Afirma que la misma, “viene constituida por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella”. Como también de acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la región, las líneas de aducción pueden considerarse de dos tipos por gravedad y por bombeo.

La longitud de la conducción es variable. Los tubos en general están enterrados, pueden ser de PVC, polietileno, asbesto, cemento o hierro, con diámetros inferiores a 10 pulgadas. Los tanques están contruidos con mampostería de ladrillo u hormigón simple debido a sus pequeñas

dimensiones. Los pasos de quebrada pueden tener estructuras sobre las que se asientan los tubos, ser colgantes o subfluviales, con longitudes variables.

Almacenamiento – Tratamiento

Moreno, I. (2006). “Una planta de tratamiento de agua potable es un conjunto de estructuras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarios que permiten obtener el agua apta para el consumo humano”.

El almacenamiento consta de uno o varios tanques de almacenamiento de tamaño variable, de hormigón armado o terrocemento, enterrados, semienterrados, superficiales o elevados con estructura metálica o de hormigón. Las plantas de tratamiento pueden tener aireadores, floculadores, sedimentadores y filtros. La desinfección puede ser manual o con dosificador. Este componente está ubicado en un área con cerramiento y puede tener una caseta donde se realiza la desinfección, que generalmente es el único tratamiento. En algunos casos la desinfección se realiza directamente en los pozos de captación.

Estaciones de bombeo

Se conoce como estaciones de bombeo a las instalaciones conformadas por bombas y demás elementos complementarios para su funcionamiento, cuya función es apoyar la distribución de agua dentro del sistema de acueducto. Como su nombre lo indica, el apoyo al sistema se logra mediante el bombeo del agua a la red de distribución en forma directa y de ésta a los usuarios y/o el bombeo a los tanques de almacenamiento que

suelen estar en cotas más altas que las correspondientes a las de las estaciones de bombeo.

Rodríguez, B. (2010). Indica que se puede definir a una bomba como “un dispositivo mecánico, cuya finalidad es proporcionar a un líquido, en este caso el agua, la energía suficiente para poder ser transportado mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota”. La transferencia de energía es del rotor al fluido, produciendo por ende, una conversión de energía cinética, en energía de presión

Distribución

Moreno, I. (2006). “Comprende un sistema de tuberías que permite la conducción del agua desde la planta de tratamiento a los sitios de consumo bien sea por bombeo o por gravedad”. En la red de distribución está considerada una serie de elementos que controlan y definen el comportamiento de la misma, permitiendo un servicio confiable adaptado a la normativa vigente en la región de diseño. En el proceso de distribución están incluidos los estanques de almacenamiento, las válvulas de regulación, sectorización y alivio, tanquillas rompecargas, hidrantes, tuberías, conexiones domiciliarias y cualquier otro elemento que desempeñe un papel importante en el funcionamiento eficiente de la red.

Consta de tubos de distribución, tanques repartidores, pasos de quebrada o río, conexiones domiciliarias con o sin medidores y puede tener sistema electromecánicos de impulsión. Los tubos pueden ser de PVC o polietileno con diámetros menores a 6 pulgadas y las conexiones domiciliarias son tubería de hierro o polietileno generalmente con diámetro de ½ pulgada. La longitud de la red de distribución es muy variable.

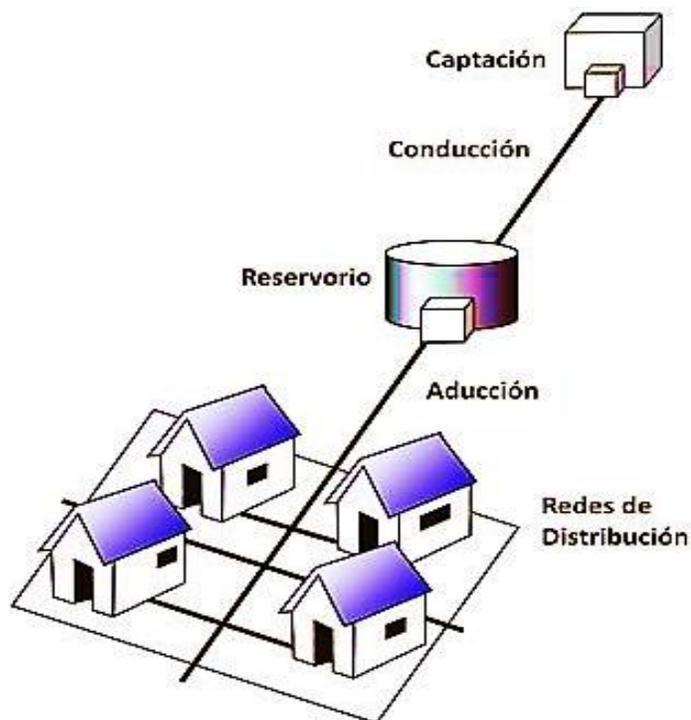


Figura N° 3. Esquema de un sistema de distribución de agua potable. Nota: Datos tomados de Fuquene (2013).

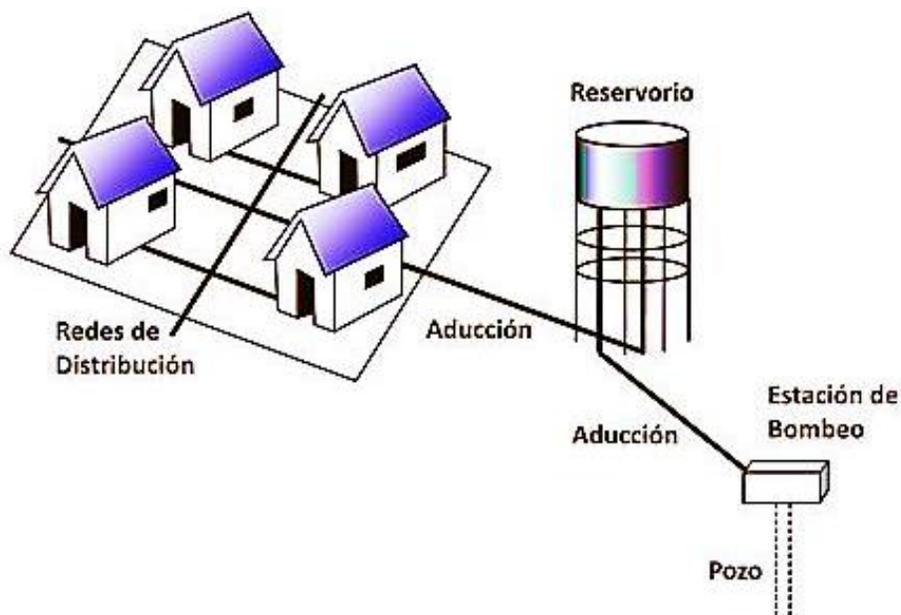


Figura N° 4. Esquema de un sistema de distribución de agua potable por pozo. Nota: Datos tomados de Fuquene (2013).

La selección del tipo de material empleado en cada uno de los componentes del sistema dependerá de las características topográficas, calidad del agua, tipo de suelo, resistencia a la corrosión y agresividad del suelo, resistencia a los esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas, características de comportamiento hidráulico, vida útil del proyecto, costo de operación, mantenimiento y su análisis económico.

En la Tabla N° 1 se muestran las ventajas y desventajas de los diferentes materiales empleados en las tuberías para el abastecimiento de agua potable en Venezuela, pues de ella se puede seleccionar según la resistencia, durabilidad y características necesarias de la tubería con el material más adecuado para los mismos, dependiendo del tipo de material que sea seleccionado para el conducto, sus características variarán en función de su utilidad, de la actividad del suelo, de la climatología y del lugar en el que se coloque, el desgaste de la misma requiere del conocimiento de los distintos tipos de conductos para evitar futuras averías, como resquebrajamientos o roturas. “Una buena elección es muy importante para el ahorro; no debemos olvidar que las tuberías forman parte del esqueleto de dichos sistemas”. (Farías G y Sáenz G. 2013)

Tabla N° 1. Materiales para tuberías de agua potable.

MATERIAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Policloruro de vinilo (PVC)	<ul style="list-style-type: none"> -Excelente resistencia a la Corrosión. - Liviana y de fácil manipuleo. - No sujeta a electrólisis. - Mínima carga por fricción. - Bajo costo dependiendo del tipo de tubería. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo puede funcionar hasta temperatura de 50°C. - Baja resistencia a la flexión. - Puede perforarse.
Poliétileno (PE)	<ul style="list-style-type: none"> -Excelente resistencia a la Corrosión. - Liviana y de fácil manipuleo. - Menor número de juntas. - No sujeta a electrólisis. - Mínima carga por fricción. - Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Solo puede funcionar hasta temperatura de 50°C. - Puede perforarse o rasgarse. - No resiste alta presión. - Se hace quebradizo con el Sol.
Hierro Galvanizado (HG)	<ul style="list-style-type: none"> - Buena resistencia a carga exterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca elasticidad. - Precio elevado - Sensible a la corrosión e incrustaciones.
Hierro Fundido (HF)	<ul style="list-style-type: none"> -Buena resistencia a carga exterior. -Muy buena resistencia a la Corrosión. -Admite presiones elevadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peso elevado. - Frágil. - Poca elasticidad. - Costo elevado.
Hierro Dúctil (HD)	<ul style="list-style-type: none"> - Buena resistencia a carga exterior. - Muy buena resistencia a la Corrosión. - Más liviana que el HF. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca elasticidad (pero mayor que el HF). - Frágil (menos que el HF). - Costo elevado.

Nota: Farías G y Sáenz G. (2013).

Estudio de Dotaciones

El estudio de dotaciones es de primordial importancia en el diseño del acueducto, ya que a partir de él se dimensionan todas las instalaciones que conformarán el sistema de acueducto y, en forma subsecuente, también las

del sistema de cloacas. Los conceptos relativos al estudio de dotaciones más importantes son:

- Dotación: “se entiende por dotación, la cantidad de agua que se necesita suministrar en un cierto período de tiempo a cada usuario del acueducto (casa, edificio, industria, escuela, comercio, parque, entre otros), para satisfacer adecuadamente sus correspondientes necesidades”. (Rodríguez, B. 2010).
- Demanda: “volumen de agua requerido para satisfacer las necesidades razonables de los usuarios del acueducto. Generalmente se expresa en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s)”. (Rodríguez, B. 2010).
- Consumo: “volumen de agua realmente utilizado en un momento dado. Si la oferta es mayor que la demanda, ésta y el consumo serán iguales”. (Rodríguez, B. 2010).

El estudio de dotaciones que se realice para un diseño de un sistema de acueducto debe utilizar los criterios establecidos por el extinto Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, sancionados oficialmente mediante publicación en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela Número 4044 Extraordinario, de fecha 08 de Septiembre de 1988. Tales criterios establecen los consumos en base a usos de suelo, tamaños de parcela y demás especificaciones asociadas a las posibilidades de ocupación del suelo urbano y de los posteriores consumidores.

Descripción General de las Redes

Las redes se diseñan considerando la normativa ya citada y manejando los siguientes conceptos asociados a la ocupación espacial urbana:

- Densidad de población: “es la cantidad de habitantes que reside en un área determinada. Se mide en habitantes por hectárea (hab/Ha)”. (Rodríguez, B. 2010).
- Población de saturación: “es el número máximo de habitantes por hectárea que puede residir en una zona que esté regulada por algún plan de desarrollo urbano u ordenanza de zonificación”. (Rodríguez, B. 2010).
- Tasa de crecimiento poblacional: “es el valor que determina el aumento del número de habitantes de un área. Puede calcularse mediante numerosos métodos”. (Rodríguez, B. 2010).

Funcionamiento Hidráulico del Sistema

De acuerdo a Rodríguez, B. (2010). “La red de acueducto urbano es un sistema con varios componentes que forman parte de uno de mayor nivel con macro componentes”. Donde estos últimos son:

- La fuente: lugar o espacio natural desde el cual se derivan los caudales demandados por la población a ser abastecida. Deben ser básicamente permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales y subterráneas, suministrando el agua por gravedad o por bombeo. Normalmente es un embalse, reservorio o un río.
- Planta de tratamiento: es el lugar donde el agua es tratada mediante varios procesos con el objeto de potabilizarla para el consumo humano, por medio de conjunto de estructuras y/o dispositivos destinados a dotar el agua de la fuente, con la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla a través de diferentes procesos como: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, entre otros.
- Componentes de un Sistema de Distribución: la red de distribución

propiamente dicha, está constituida por tuberías, estanques de almacenamiento, válvulas, bombas y demás elementos de conexión que permitan el suministro de agua producida a los usuarios desde las plantas de tratamiento.

- Tuberías: se denomina tubería a cualquier ducto cerrado a través del cual fluye un líquido o fluido.
- Válvulas: son dispositivos que se instalan en las tuberías para la adecuada operación y mantenimiento de los respectivos sistemas de conducción.
- Bomba: es un dispositivo que tiene como finalidad proporcionar a un líquido, en este caso agua, la energía suficiente para poder ser transportado, mediante un conducto cerrado a presión, desde un punto a otro de altura mayor.
- Nodo: es todo punto en la red donde haya que instalar alguna pieza de conexión, válvulas e hidrantes, entrecruces de tuberías, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambio de pendiente, final de ramales ciegos, asignación de consumos, entre otros.

Algunos conceptos utilizados en el cálculo hidráulico del sistema se presentan a continuación:

- Curva característica de la bomba: “son curvas experimentales que suministran las casas fabricantes de bombas, en las cuales se muestran gráficamente las características del funcionamiento de una misma bomba para diferentes condiciones de uso”. (Rodríguez, B. 2010).
- Demanda de nodos: “a cada nodo se le asigna un consumo correspondiente a los usuarios más cercanos a él. Este consumo se calcula en función del área tributaria que le corresponda, de la densidad poblacional de dicha área y de la dotación asignada”. (Rodríguez, B. 2010).

- Curva de variación horaria: “es la representación gráfica de la variación del consumo de la población, en un período de tiempo que generalmente es de 24 horas, referida al consumo medio”. (Rodríguez, B. 2010).

Tipos de válvulas de paso más comunes en redes de distribución

En las redes de distribución se requiere eventualmente el cierre o interrupción del paso de agua y ello se realiza mediante el uso de válvulas siendo los tipos que a continuación se mencionan los más comúnmente utilizados.

- Válvula de compuerta: “Es una compuerta que se aloja en un compartimiento fuera de la tubería y al cerrarla la compuerta baja perpendicularmente al flujo del agua”. (Figura N° 5). (Palacios, Á. 2004)

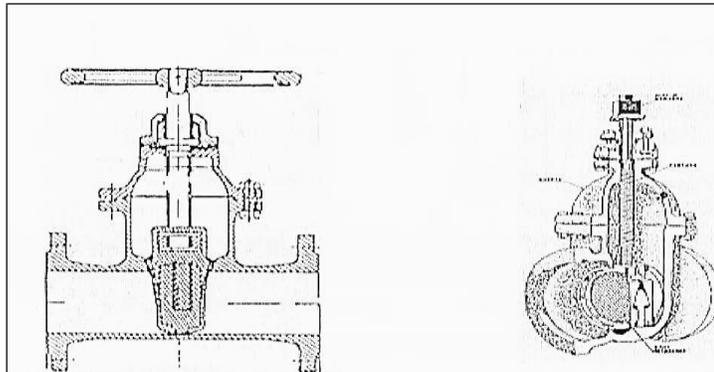


Figura N° 5. Esquema de válvula de compuerta. Nota: Palacios R, Álvaro. (2004).

- Válvula de mariposa: “Está formada por un disco de forma aerodinámica a fin de disminuir las pérdidas, que cuando la válvula está abierta se encuentra paralela al flujo y al cerrarla el disco gira alrededor de su centro hasta cierra totalmente a la tubería, impidiendo el flujo del agua”. (Figura N° 6). (Palacios, Á. 2004).

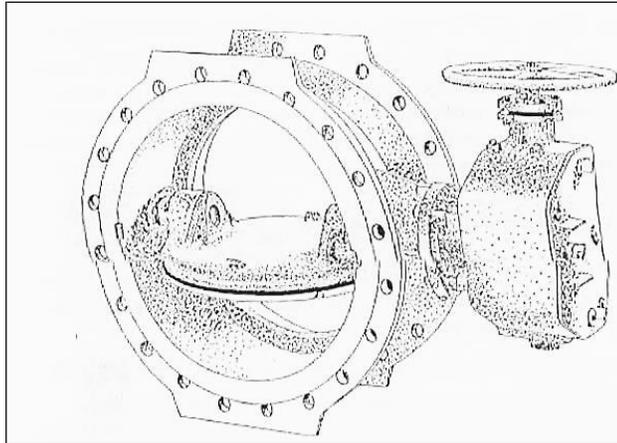


Figura N° 6. Esquema de válvula mariposa. Nota: Palacios R, Álvaro. (2004).

La función que cumplen ambos tipos de válvulas es la misma: interrumpir totalmente el flujo del agua. El criterio en relación a cuándo colocar un tipo u otro es netamente económico y de disponibilidad en el mercado, como también por la facilidad de operación.

- Válvula reductora de presión: Cuando el urbanismo se desarrolla en terrenos montañosos y en el sector hay un solo estanque desde el cual se van a alimentar varias redes de distribución del desarrollo, puede suceder que en algunos sectores se produzcan presiones superiores a las máximas permitidas (75m), siendo necesario instalar válvulas denominadas reductoras de presión (o rompe carga), las cuales pueden ser graduadas de modo tal, que la presión aguas debajo de ellas es fija, cualquiera sea el valor de la presión aguas arriba.

La presión a la cual se deberán graduar, se fija en función de que haya en todos los puntos de la red situados aguas debajo de la válvula, suficiente presión para prestar un servicio eficiente. Se trabaja dentro del rango de 20m y 75m de presión.

Estas válvulas son delicadas y requieren de un cuidadoso

mantenimiento. Con frecuencia se dañan, por ello es prudente especificar en las redes aguas debajo de ellas, tuberías que puedan resistir las presiones máximas que se producirían en caso de que fallase la válvula y los anclajes de las piezas de conexión deben diseñarse en función de dichas presiones máximas.

Una vez diagnosticado el sistema de distribución se debe conocer las diferentes amenazas a las que se encuentra expuesto para así poder realizar la evaluación de la vulnerabilidad de los elementos que lo contienen.

Amenaza

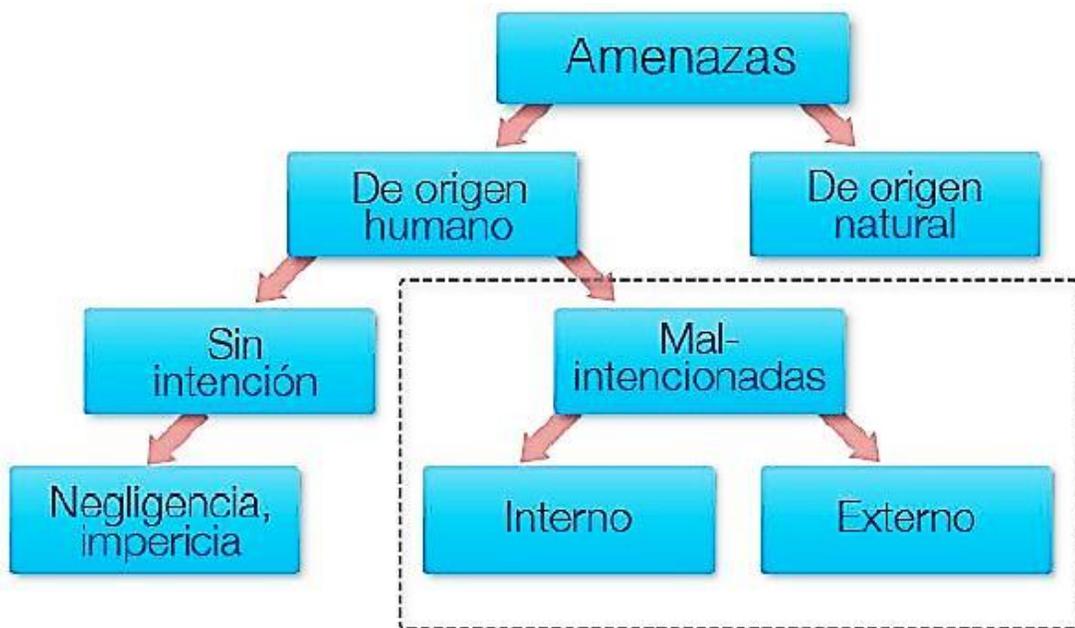


Figura N° 7. Vulnerabilidades, amenazas y riesgo en “texto claro”. Nota: Prandini, P. y Pallero, M. (2013).

De acuerdo al Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2011). “Se entiende como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno

potencialmente dañino para las personas, sus sistemas y edificaciones”. La amenaza es un factor externo de riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso natural o antrópico que se puede manifestar en un lugar específico, con una intensidad y duración determinada.

La evaluación del peligro en la zona o región en estudio es esencial para estimar la vulnerabilidad y los daños posibles de los componentes en riesgo. Los sistemas de distribución se encuentran expuestos a amenazas que pueden afectarlo directamente como lo son los fenómenos naturales, o que puedan afectarlo tanto directa como indirectamente, como por ejemplo todos los factores asociados al hombre que pueden comprometer al sistema.

Las amenazas naturales son las provenientes de fenómenos físicos originados por la naturales, como por ejemplo: inundaciones, huracanes y ciclones, sismos, deslizamientos y sequias. Por otro lado las amenazas producidas por el hombre pueden clasificarse en: las relacionadas con la operación y el mantenimiento en líneas conductores y redes de distribución (envejecimiento de la tubería y de equipos, golpe de ariete, agresividad del medio, falta de presión suficiente, exceso de presiones, poco o ningún mantenimiento, falta de piezas de repuestos o falta de existencia de equipos de repuestos) y ajenas a la operación (guerras, accidentes o contaminación química o biológica de los sistemas de abastecimiento). (Morales, González y Echeverría, 2001).

Las amenazas pueden estar interrelacionadas y sus efectos magnificados. Por ejemplo, los sismos provocan deslizamientos, los cuales a su vez ocasionan represamiento de ríos e inundaciones progresivas aguas arriba, y la rotura de los represamientos causan inundaciones turbulentas y crecidas aguas abajo.

El impacto de las amenazas naturales sobre los sistemas rurales de agua potable y sus componentes puede ser muy variado y depende

fundamentalmente de la magnitud y localización del fenómeno natural y de la vulnerabilidad del sistema y sus componentes, tanto en el aspecto físico como en el operativo, administrativo y organizativo. El impacto de las amenazas es directo en los componentes físicos del sistema e indirecto en los aspectos organizativos, administrativos y en la capacidad de operación.

Vulnerabilidad

Se puede definir como el proceso para determinar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción, de edificaciones, instalaciones y sistemas, o de grupos humanos. El análisis de vulnerabilidad es el método que permite determinar las debilidades de los componentes de un sistema frente a una amenaza, con un doble objetivo: establecer las medidas de mitigación necesarias para corregir esas debilidades, y proponer las medidas de emergencia para dar una respuesta adecuada cuando el impacto de la amenaza se produce. (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados 2011).

Matriz de Vulnerabilidad

Al referirse a una matriz de vulnerabilidad, Medina (2012) la detalla como “el conjunto de vectores organizados para eventos de intensidad creciente, cuyas probabilidades de ocurrencia en un determinado horizonte de tiempo dependen de la amenaza o peligrosidad en la región estudiada”. Por otro lado, la matriz de vulnerabilidad está definida, como la medida o grado de debilidad o sensibilidad de ser afectado por amenazas o riesgos, en función de la frecuencia y severidad de los mismos, esta predisposición será mayor o menor dependiendo de factores de índoles físicos, cultural, económico, social y estructural de la comunidad

Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

Lorena, L., Younes, J. y Younes, W. (2015). Afirman que “es la capacidad de resistencia de los elementos del medio natural y seres vivos que conforman un determinado ecosistema ante una variabilidad climática siendo capaz de absorber sin traumatismo las amenazas naturales”. El incremento de esta vulnerabilidad está relacionado con el deterioro del medio ambiente entre ellos: calidad del aire, agua, suelo, deforestación, explotación de los recursos naturales y la ruptura de la auto recuperación del sistema ecológico; se puede decir que mientras mayor es la vulnerabilidad, mayores serán los riesgos y la incapacidad de absorción de las amenazas. Por ello es necesario evaluar la vulnerabilidad ambiental y ecológica con el fin de conocer las variabilidades a las que se encuentra expuesto el lugar en que se están evaluando los sistemas de abastecimiento de agua.

Vulnerabilidad Física

Según Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). “Es aquella estructura y funciones que se encuentran propensas a sufrir daños, están relacionadas con las condiciones físicas del sistema, ubicación de la misma, características de su asentamiento, mantenimiento, entre otros, para poder asimilar los efectos de las amenazas”. La vulnerabilidad física también se encuentra en la localización del sistema sobre zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema radica en que estas amenazas a las que se encuentran propensas pueden ser predecibles o impredecibles, por lo que deben construirse siguiendo las normas vigentes con el fin de disminuir dicho factor. Para el respectivo análisis es importante señalar las variables como el estado físico del mismo, mantenimiento del componente, características geológicas y normativa existente para así estimar el riesgo.

Vulnerabilidad Social

Sobre un problema social Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Expresan acerca de la vulnerabilidad social, está referida a “un conjunto de comportamiento y manera de actuar de los entes encargados del suministro y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable que las colocan en condiciones de mayor o menor vulnerabilidad”. Estos se analizan a partir del nivel de organización, relación e integración que tienen las entidades encargadas para prevenir y responder ante situaciones de emergencia y así hacer que su capacidad sea mucho más efectiva y rápida.

Luego se elabora un cuadro de acuerdo a variables que estimen la vulnerabilidad social del ente encargado de mantener, integrar y organizar su sociedad para superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, según el nivel de vulnerabilidad existente en el lugar donde se va a realizar la estimación del riesgo.

Vulnerabilidad Educativa

Con respecto al marco teórico de la investigación, Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Señalan que la vulnerabilidad educativa se refiere a “la implementación de enseñanza y aprendizaje del comportamiento, con el fin de formar a las entidades encargadas para que sean capaces de enfrentar las amenazas sobre los sistemas de manera eficiente y rápida donde la población también se ve perjudicada”. Es por ello que prevenir y actuar adecuadamente en situaciones de desastres generaría un impacto en la sociedad y una contribución a la confianza en las organizaciones, lo que haría efectiva la participación para mitigar o reducir los efectos de una amenaza. Asimismo se deben evaluar las variables y características de

acuerdo al nivel de vulnerabilidad existente en el lugar donde se va a realizar la estimación del riesgo.

Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

Se refiere a la visión o percepción de las organizaciones sobre el modo de interpretar los fenómenos, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural y estará influenciado según su nivel de conocimiento. Es importante resaltar que se encuentran creencias como “si esto siempre ha sido así, no tiene por qué cambiar”, lo cual inhibe el cambio de aptitud o apreciación del mundo, es decir, existe el conformismo en el que no se busca una alternativa de solución ante los problemas.

Dichas concepciones contribuyen a reacciones negativas incrementando la incapacidad para contrarrestar los daños. La información de este tipo de vulnerabilidad requiere evaluar las variables según el nivel de la misma, existente en el lugar donde se va a realizar la estimación del riesgo.

Riesgo

Viene siendo la combinación entre una amenaza y la vulnerabilidad que se tenga ante dicha amenaza. El riesgo no es un elemento objetivo, sino que es construido culturalmente y varía según la subjetividad de la persona o de la comunidad. La percepción del riesgo está altamente influenciada por valores, costumbres y creencias, lo que hace que el riesgo sea percibido de distintas maneras entre las diversas comunidades y naciones.

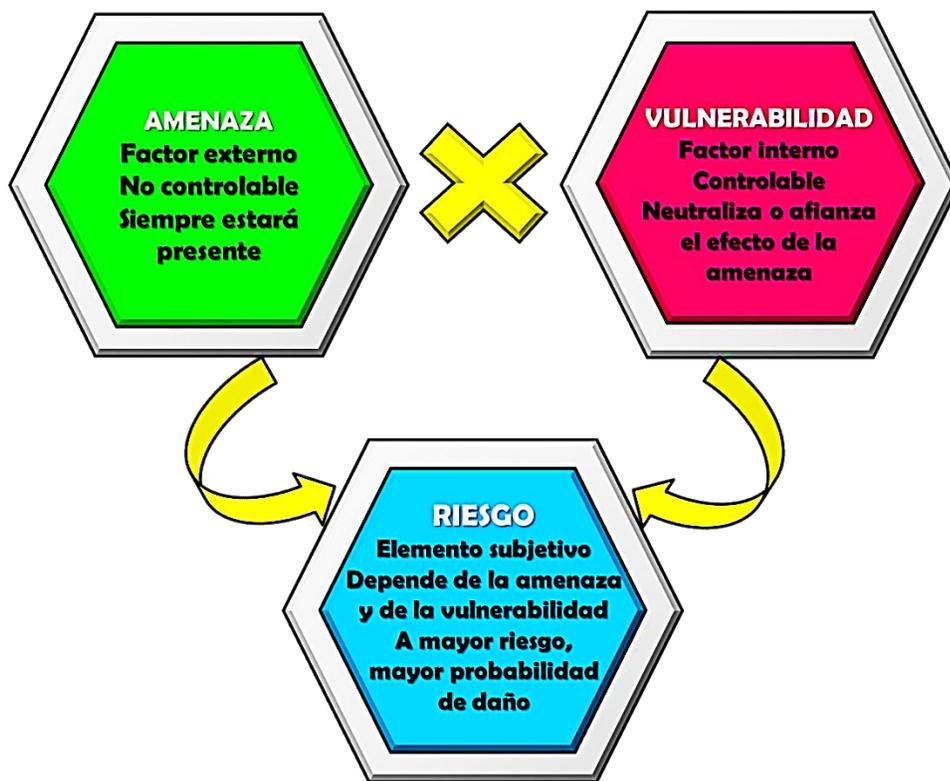


Figura N° 8. Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo. Nota: Barbosa, J y Sánchez, O. (2016).

En la Figura N° 8 se reproducen los rangos aproximados de frecuencias y áreas de impacto estimadas de un conjunto de amenazas que concurren a lo largo del trazado de un sistema de producción y transporte de agua potable, ubicado en la región norte-central de Venezuela. Con este ejemplo se destaca la incertidumbre asociada tanto a los valores de la frecuencia de los fenómenos allí presentados, como al área de impacto esperada. “Se puede observar que los fenómenos con menor frecuencia de ocurrencia, tienen un área de impacto mayor que aquellos fenómenos más recurrentes, por ejemplo, los máximos sismos de una región tienen una frecuencia muy pequeña, pero un área de impacto muy grande”. (Barbosa, J y Sánchez, O. 2016).

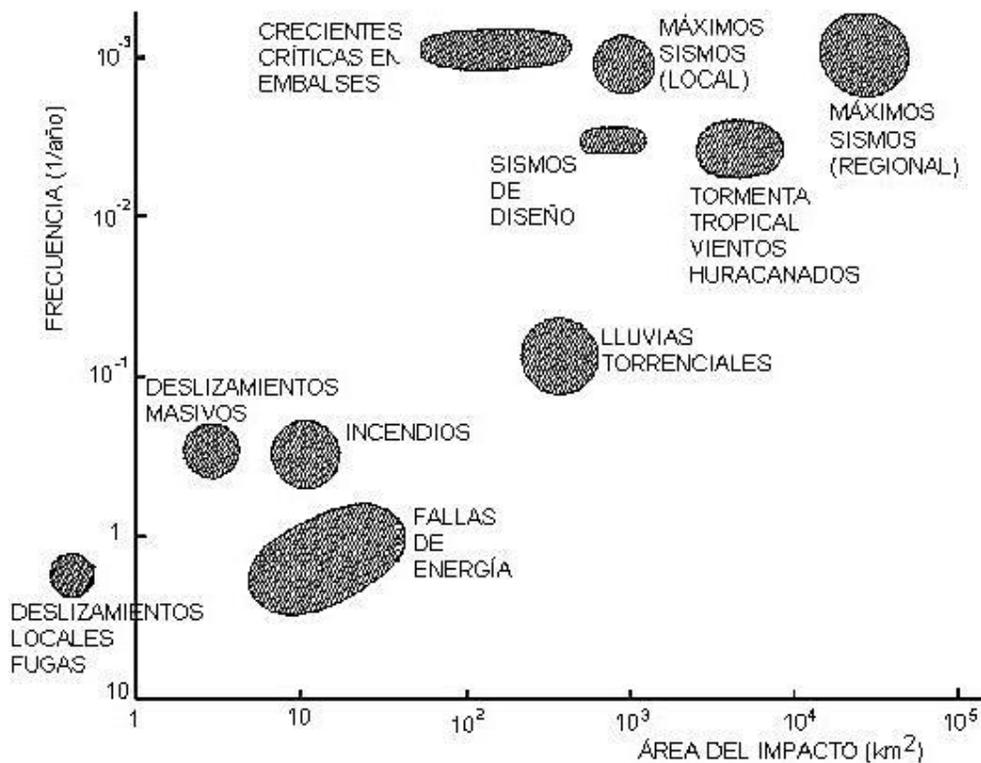


Figura N° 9. Rango aproximado de frecuencias y áreas de impacto de diferentes amenazas naturales. Nota: OPS/OMS (1997b).

Gestión de Riesgo

Según el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2011). “Gestionar el riesgo es ante todo actuar sobre la amenaza o la vulnerabilidad o ambos componentes, analizándolos para determinar cuáles son sus causas, dinámica e interrelaciones”. El objetivo es disminuir los impactos negativos que ocasionan. La gestión de riesgo tienen tres orientaciones u objetivos: (1) Prevenir una eventual situación de riesgo, (2) Mitigar una situación de riesgo ya existente, y (3) manejo de deastres.

Riesgos Geológicos

Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Describe que “son aquellos que derivan de los eventos como: sismos o terremotos, erupciones volcánicas y estas a su vez generar tsunamis”. El principal factor que altera la geología del país son los sismos o terremotos, y está relacionado con la actividad de fallas que abarca la región andina y la costa montañosa del norte de Venezuela, pues se encuentra en el límite de las placas del Caribe y Suramérica; donde el desplazamiento relativo entre ambas placas es predominantemente transcurrente.

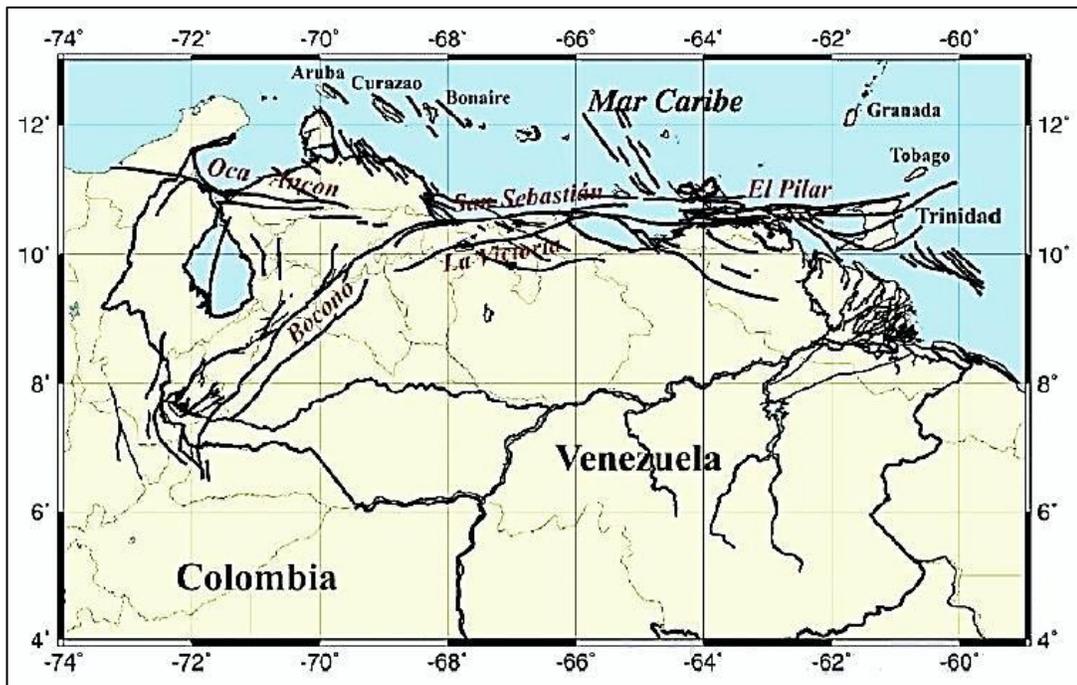


Figura N° 10. Mapa de fallas principales. Nota: Beltrán (1994).

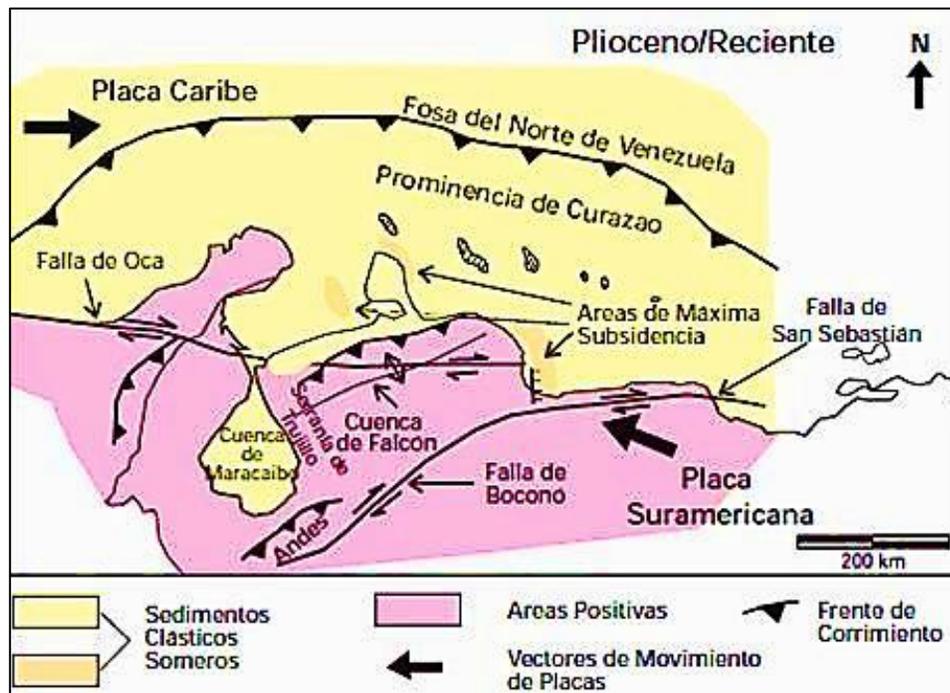


Figura N° 11. Geología de Venezuela y la tectónica de placas. Nota: S/A.

Sismos y/o Terremotos

Los movimientos de la corteza terrestre, son el principal origen de los sismos, generan deformaciones en las rocas del interior de la tierra y acumulan energía que es liberada súbitamente en forma de ondas que sacuden la superficie. “Representan una de las más serias amenazas, debido a su gran potencial destructivo, de afectación y, además, a la imposibilidad de poder pronosticar su aparición”. (Noguera, J. y Sánchez, E. 2015).

Un terremoto tiene efectos directos y secundarios. Los efectos directos son aquellos causados por el sacudimiento producido por el paso de la onda sísmica y los secundarios por las deformaciones permanentes del terreno, como: asentamientos diferenciales del suelo, deslizamientos y correntadas de lodo, licuación del suelo, avalanchas, maremotos o tsunamis.

Los principales efectos de un sismo, dependiendo de su magnitud son:

- Fallas en rocas y en subsuelo.
- Hundimiento de la superficie del terreno.
- Derrumbes, deslizamientos de tierra y avalanchas de lodo.
- Licuación o licuefacción.

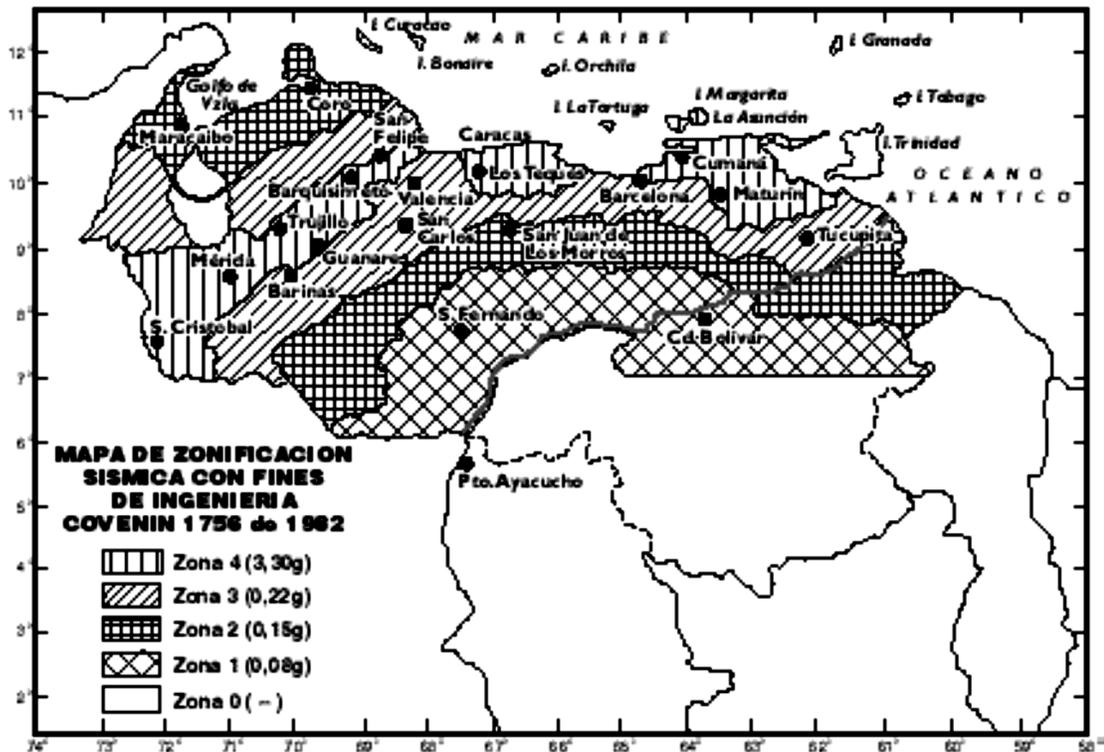


Figura N° 12. Mapa de Zonificación Sísmica de Venezuela. Nota: Norma Covenin 1756 – 1982.

Dos son los parámetros comúnmente utilizados para la caracterización del potencial destructor de un sismo en un sitio determinado: la intensidad del sacudimiento y la aceleración sísmica.

La escala de Intensidades describe los efectos o el daño provocado por un sismo en un sitio determinado, tanto en el hombre y en la naturaleza, como en las construcciones. Estos efectos varían de un lugar a otro y dependen en gran medida de la distancia hipocentral y de la respuesta

sísmica de los suelos. La Intensidad se la mide generalmente en la Escala de Mercalli Modificada que tiene grados fijos que van del I (no sentido) al XII (destrucción total), o en otras similares. Es común encontrar mapas que sintetizan las máximas intensidades históricas registradas en un país o en una región. Estos mapas deben ser entendidos como las intensidades mínimas esperadas en el área abarcada por el mapa durante un período similar al período histórico.

La aceleración sísmica en un sitio dado, en cambio, se representa como un porcentaje del valor de la aceleración de la gravedad actuando en dirección horizontal o vertical hacia arriba por efecto del paso de la onda sísmica. La aceleración se obtiene en función de las máximas magnitudes sísmicas esperadas en las fallas geológicas circundantes y la atenuación de las ondas sísmicas desde el hipocentro hasta un sitio de interés. Los mapas de peligro sísmico, calculados para una determinada zona, en general representan este peligro en función de una probabilidad de excedencia del nivel de aceleración dibujado en el mapa durante la vida útil del proyecto (ej. 10% de probabilidad que, durante los próximos 50 años la aceleración sísmica en un sitio dado exceda de 200 gals o, lo que es lo mismo, el 20% de la gravedad).

Hay varias fórmulas empíricas que describen la relación entre la intensidad y la aceleración en un sitio dado, por ejemplo Richter (1958), Trifunac (1975) y otros; de tal manera que teniendo el mapa de intensidades o de aceleración, se pueda transformar los valores de acuerdo con los propósitos que se tengan (diseño, aplicación de tablas de daños, etc.).

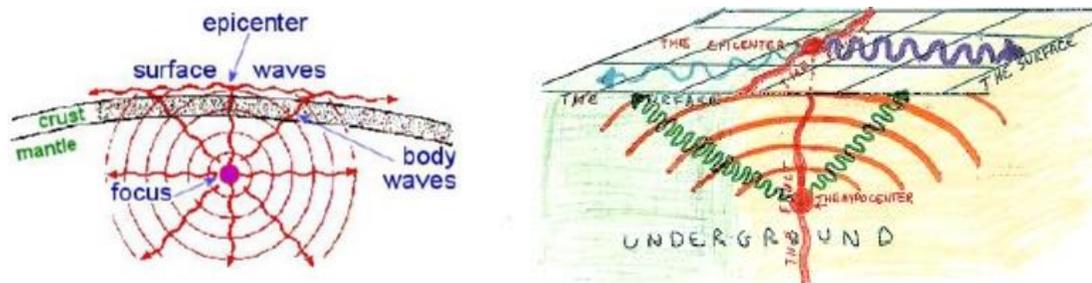


Figura N° 13. Ondas Sísmicas. Nota: Prof. Ing. Freddy Lanza (2014).

Entre las consecuencias que los sismos pueden tener sobre los sistemas de agua potable, Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Describen:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de las tuberías de conducción y distribución, daños en las uniones, entre tuberías o con tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- Modificación de la calidad del agua cruda por deslizamientos en áreas de topografía montañosa.
- Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio de sitio de salidas de aguas de manantiales y/o cambio a nivel de capa freática.
- Daños por inundación costa adentro por impacto de tsunamis.
- Introducción de agua marina en acuíferos costeros.

Deslizamientos

Los deslizamientos se producen como resultado de cambios súbitos o graduales en la composición, estructura, hidrología o vegetación en un terreno en declive o pendiente. En muchos casos están íntimamente ligados a amenazas primarias, como el caso de un terremoto, o por saturación de aguas producto de un huracán o lluvias intensas. Así mismo, en zonas urbanas se asocian a la acción del hombre, como por ejemplo la dotación del servicio de agua potable en comunidades ubicadas en zonas de pendientes y suelos inestables, que puede provocar un deslizamiento como consecuencia del exceso de humedad debido a fugas en los sistemas. “El caso es crítico cuando se suministra agua potable sin dotar, al mismo tiempo, de los respectivos servicios de alcantarillado”. (Noguera, J. y Sánchez, E. 2015).

Los tipos de movimientos más comunes son: caída de rocas, deslizamientos de tierra rotacionales o traslacionales, flujos de lodo o escombros, y reptación de laderas, siendo los primeros extremadamente rápidos (movimientos probables mayores a 5 m/s) y de tamaño variado; los segundos pueden ser extremadamente rápidos a extremadamente lentos (velocidades entre 5 m/s a menos de 16 mm/año) profundos o superficiales; los terceros generalmente rápidos a muy rápidos (velocidades entre 1.8 m/hora a 5 m/s) y; los últimos, extremadamente lentos (menos que 16 mm/año) y superficiales.

Los efectos que son de prever como consecuencia de deslizamientos en zonas donde se encuentran ubicados los componentes de los sistemas de agua potable son:

- Cambios en las características físico/químicas del agua cruda que dificultan su tratamiento.
- Destrucción total o parcial de todas las obras en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de

deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.

- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.
- Colateralmente a impactos indirectos como la suspensión del servicio eléctrico, corte de caminos y comunicaciones.

Riesgos Hidrológicos

Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Explica la clasificación de las cuales derivan las inundaciones y sequías. El impacto de la amenaza por inundaciones pueden ser de tipo fluvial y pluvial, además de costera, de este modo se generan consecuencias y efectos sobre los sistemas como: destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas, azolve y colmatación de componentes por el arrastre de sedimentos, pérdida de captación por el cambio de cause del río, rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y ríos, roturas de tuberías de distribución y conexiones, contaminación del agua en cuencas, daños a equipos de bombeo, entre otros.

Inundaciones

Las inundaciones se presentan como resultado de lluvia excesiva o del crecimiento anormal del nivel del mar, así como por la rotura de presas y diques. El impacto de la amenaza por inundaciones podrá ser caracterizado por el área de influencia y los niveles máximos de inundaciones y crecidas. Estos datos se encuentran en mapas de inundaciones de ríos o zonas costeras, a escala local, donde se ubican los límites del área inundable. En los anuarios hidrometeorológicos y en los informes técnicos de proyectos

especiales (hidroeléctricos, de irrigación, etc.) puede encontrarse información adicional para evaluar el fenómeno.

Cada vez es más frecuente observar inundaciones ocasionadas por la intervención del hombre, como consecuencia de la degradación del medio ambiente, la deforestación y el inadecuado uso de la tierra. Por otra parte, existen inundaciones propias de las condiciones de las cuencas debido a su geomorfología, climatología, entre otros. (Noguera, J. y Sánchez, E. 2015).

Cuando el componente está en el cauce de un río con crecidas continuas, de fuerte velocidad (>1 m/s) o de larga duración, su destrucción puede ser total (factor de daño puede ser 100%); si está en la llanura de inundación el impacto puede ser parcial por contaminación, erosión, enterramiento o impacto de materiales arrastrados y el factor de daño es incierto.

Noguera, J. y Sánchez, E. (2015). Afirman que los principales efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas de distribución de agua son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos.
- Rotura de tuberías de distribución y conexiones en las áreas costeras debido al embate de marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Daño de equipos de bombeo cercanos a cauces.
- Suspensión de la energía eléctrica, corte de camino y comunicaciones.

- Introducción de agua marina en los acuíferos continentales, lo que implica la disminución de agua subterránea o su contaminación.

Sequías

Son periodos secos prologados en ciclos climáticos naturales, originados por un conjunto complejo de elementos hidrometeorológicos que actúan en el suelo y en la atmosfera. La sequía no se inicia necesariamente cuando deja de llover, puesto que en ese caso podría disponerse de agua almacenada en presas o en el subsuelo para mantener el balance hídrico durante algún tiempo. (Noguera, J. y Sánchez, E. 2015).

El impacto de la amenaza por sequías podrá ser caracterizado por el área de influencia, los períodos de sequía y los niveles de precipitación y disminución del nivel del agua subterránea. Esta información se encuentra generalmente en registros hidrometeorológicos, mapas de condiciones hidrogeológicas y en pocos casos en mapas de amenaza. Una información sintetizada puede ser muy difícil tener en este tema. Períodos de sequía continuos y de larga duración pueden reducir considerablemente el caudal de captación y determinar un factor de daño del sistema del 100% (cambio de sistema). Períodos de sequía cíclicos y de corta duración influyen en la continuidad y cantidad del servicio de manera incierta.

Los efectos posibles de la sequía en los sistemas de distribución de agua potable de son:

- Pérdida o disminución del caudal del agua superficial y/o subterránea.
- Disminución de los niveles de agua en la zona de captación.
- Necesidad de suministro de agua mediante camiones cisternas, con la consiguiente pérdida de calidad y aumento de costos.

- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Abandono del sistema.

Indicadores de Riesgos

De acuerdo a Mendoza, F. (2011). “Los indicadores permiten obtener información mensurable acerca de las características de un fenómeno en observación y la evolución del mismo”. Su construcción, permite hacer la comprensión de sistemas y fenómenos complejos de manera más simple, reduciendo la cantidad de características a observar y ser medidas en unas que sean realmente significativas, lo que se traduce en aquellas que contienen información realmente útil para el entendimiento del fenómeno en estudio.

Marco Normativo Legal

Las bases legales se refieren a toda aquella normativa, decretos, leyes y reglamentos en los que está sustentada la investigación, es por esto que se pueden decir que es todo el marco legal sobre el cual se fundamenta la investigación para un buen desarrollo.

Resulta claro que la cantidad de desastres que se han presentado en nuestro país y en muchos países del mundo, afecta de manera directa a la población, por consiguiente se ha creado muchos planes que estudien la causa de estos problemas.

En Venezuela existen normativas basadas en los sistemas de distribución de agua como lo es la gaceta 4103. Según el ministerio de sanidad, asistencia social y del desarrollo urbano, se cita los siguientes

artículos que adquieren suma importancia a la hora de la colocación de un sistema de distribución de agua potable, los cuales indican:

CAPÍTULO I

Disposiciones Generales

Artículo 3. A3: Aprobación de las fuentes de abastecimientos. En el caso de abastecimiento propio se incluirá documentación demostrativa de la aprobación otorgada por la autoridad competente a dicha fuente en relación a la conformidad del uso, propuesto y a la cantidad de agua requerida.

En el caso de incorporación a un servicio existente de acueductos, se agregara la autorización escrita por la autoridad sanitaria competente del servicio del acueducto al cual se incorpora el desarrollo urbanístico de que se trata, y mediante la cual se garantiza el suministro de agua, en la cantidad requerida. En dicho documento se indicaran, además del volumen de agua comprometido, el sitio de incorporación, las cotas de terreno, el diámetro de la tubería y las presiones disponibles en dicho punto.

Artículo 7: En los documentos de ventas de cada parcela, deberá especificarse el uso al cual está destinada, la dotación de agua que le corresponda y los medios de disposición para las aguas servidas y de lluvia, todo de acuerdo con el proyecto, así como también las servidumbres establecidas si las hubiere.

Artículo 8: Una vez concluida la ejecución de todas las obras sanitarias, el propietario del desarrollo urbanístico deberá presentar ante la autoridad sanitaria competente, dos (2) copias de planos completos de las obras, tal como quedaron ejecutadas.

CAPÍTULO V

De los estanques de almacenamiento de agua potable

Artículo 60: Los terrenos donde se ubiquen los estanques de almacenamiento de agua potable, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estar libre de fuentes reales o potenciales de degradación o contaminación y poseer características tales que sea posible ejecutar en ellas una efectiva protección.
- b) Ser debidamente drenados, completamente hacia afuera, para impedir su inundación por agua superficiales o la acumulación de aguas de escurrimientos superficial en sus alrededores.
- c) Ser accesibles por vía de carretera cuyo ancho no será menos de seis (6) metros.
- d) Estar protegidos contra el libre acceso de personas extrañas y de la entrada de animales, mediante cerca en todo su perímetro, ejecutada con malla metálica, o similar; y dotada de puerta de acceso, de cuatro (4) metros de ancho como mínimo.

Artículo 61: Los estanques se construirán en general, sobre el terreno, debiendo procurarse que el fondo de los mismos se ubique por encima del nivel freático máximo posible; cuando la topografía del terreno no permita la construcción de este tipo de estanques podrán construirse estanques de almacenamientos de agua potable elevados; de concreto o metálico.

Artículo 73: Las vías de acceso y los terrenos donde se ubiquen los tanques deberán dotarse de iluminación exterior.

Artículo 76: Los tanques de almacenamiento de agua potable, deberán ser inspeccionados regularmente, al menos una vez cada seis (6) meses, para comprobar su adecuado estado de funcionamiento y operación.

La limpieza y desinfección de los estanques se practicara de acuerdo con las normas que al respecto establezca la autoridad sanitaria competente y en todo caso, en defecto de ellas, de acuerdo al resultado de las inspecciones que se practiquen.

En atención a lo expuesto se busca señalar la importancia que tiene al momento de la creación de un urbanismo, si se hace fiel cumplimiento de lo establecido en las leyes, los daños pueden disminuirse en gran cantidad.

Ahora bien, es importante señalar que cada uno de estos criterios tomados para la distribución de agua potable, debe realizarse sin ningún daño al ambiente, como lo expresa el artículo 127 de La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, donde indica que:

Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente, en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y los monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica.

Por otra parte los sistemas de distribución que no son alimentados desde una fuente de abastecimiento de agua potable pueden servirse desde pozos perforados existentes en zonas aledañas, los cuales deben seguir la normativa exigida en Gaceta Oficial de La Republica de Venezuela N° 36.298 de fecha de 24 de septiembre de 1.997, Vigente, denominada: Normas Sanitarias para la Ubicación, Construcción, Protección, Operación, y Mantenimiento de Pozos Perforados Destinados al Abastecimiento de Agua Potable.

CAPITULO III

Del control y funcionamiento de los pozos perforados

Artículo 16: Mientras el pozo se encuentre en servicio, su propietario o el encargado de su explotación, quedará obligado a mantener sus instalaciones satisfactorias de operación de acuerdo con lo establecido en las presentes Normas.

CAPITULO IV

Delos sitios para la ubicación de pozos perforados destinados al abastecimiento de agua potable

Artículo 22: Las distancias mínimas a mantener entre el sitio de la 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 tratamiento de aguas servidas: 30 metros.

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

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.

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 23: Los sitios en los alrededores del pozo perforado deberán estar cercados, con malla metálica de 1.80 metros de altura como mínimo, dotada de puerta de acceso de 4 metros de ancho, con la protección conveniente para que se mantenga cerrada para impedir el libre acceso de personas y animales. Dentro del área cercada no se permitirá construcción de obra alguna que no sea caseta del pozo u

otras instalaciones de abastecimiento de agua. Los terrenos, así delimitados, deberán tener fácil acceso por vía terrestre para permitir el mantenimiento, operación y reparaciones.

Artículo 24: No se permitirá la perforación de nuevos pozos en sitios donde la interferencia de conos de depresión afecte la producción de pozos autorizados y en explotación. La autoridad sanitaria competente, podrá permitir la perforación de pozos nuevos cercanos a pozos existentes autorizados y en explotación, cuando el interesado presente la documentación comprobatoria de que no se presentará interferencia, consistente en los respectivos estudios y pruebas de campo realizados por un profesional de la Ingeniería.

Se resaltan estos artículos debido a que los sectores estudiados cuentan con la presencia de pozos perforados y es muy importante que los mismos cumplan con lo establecido en la ley, indicando que si a futuro se planea la construcción de nuevos pozos se inspecciones que efectivamente puedan ubicarse en áreas cercanas a los existentes cumpliendo cada criterio para su elaboración.

Cabe considerar que la zona estudiada cuenta con la presencia de hidrantes por tal motivo se extrae de la Norma Venezolana de Hidrantes COVENIN 1294:2001 (2da Revisión) lo siguiente:

Ubicación e Instalación

5.9.1: Los hidrantes deben ubicarse, independientemente del tipo de ocupación de la zona, uno en cada esquina y/o cada 100 m. (328 pies). La distribución debe hacerse en forma alternada por cada lado de la calle.

5.9.2: La distancia mínima horizontal entre el vértice de una esquina y el eje del hidrante debe ser de 5 m. (16,4 pies).

5.9.3: La separación entre el borde de la acera y el eje vertical del hidrante debe estar comprendida entre 50 y 70 cm (19,6 y 27,5 pulg).

Mantenimiento

5.10.1: El mantenimiento debe realizarse al menos una (1) vez al año y al hacerlo se procederá de la siguiente manera:

5.10.1.1 Se localiza la válvula auxiliar, y se comprueba que el mecanismo que la acciona trabaja correctamente. La válvula auxiliar debe estar abierta y permanecer así durante y después del mantenimiento.

5.10.1.2 Se remueve la tapa de la boca de agua de 6,35 cm (2½ pulg) y se sustituye por una tapa provista de un manómetro de presión.

5.10.1.3 Usando la llave adecuada se abre el hidrante, girando la tuerca superior en el sentido que indica la flecha, poco a poco, hasta que quede completamente abierta.

5.10.1.4 Se toma nota de la presión de agua que se refleja en el manómetro, se revisa el cuerpo superior, se observa si hay filtraciones por las bocas de agua, emplomaduras defectuosas por la parte superior, empacaduras, juntas, roscas maltratadas, partes rajadas, etc.

5.10.1.5 Se toma nota de cualquier deficiencia encontrada y se cierra el hidrante.

5.10.1.6 Se remueve la tapa de la segunda boca de agua de 6,35 cm (2½ pulg) dejando el manómetro colocado en la primera, se abre la válvula principal del hidrante poco a poco, hasta que esté completamente abierta y se toma nota de la presión residual, cerrándose la válvula. El agua que brota al abrir la válvula, en principio estará oscura debido al tiempo en que estuvo estancada, luego se aclarará, no se debe esperar a que el agua salga completamente clara, pues el óxido del interior del hidrante posiblemente lo impedirá.

5.10.1.7 Se comprueba si la zapata de la válvula de operación cierra completamente, se observa por la boca de agua si el nivel del agua dentro del cuerpo superior sube y si se puede escuchar ruido por el paso del agua a través de la zapata hacia arriba, en tal caso la zapata debe ser cambiada.

5.10.1.8 Se cierra la válvula auxiliar, se abre el hidrante y se comprueba si la válvula permite el flujo del agua hacia el hidrante o si hay filtraciones.

5.10.2 Las partes defectuosas que no inutilicen el hidrante deben ser pintadas de color negro, hasta que sean reparadas o cambiadas.

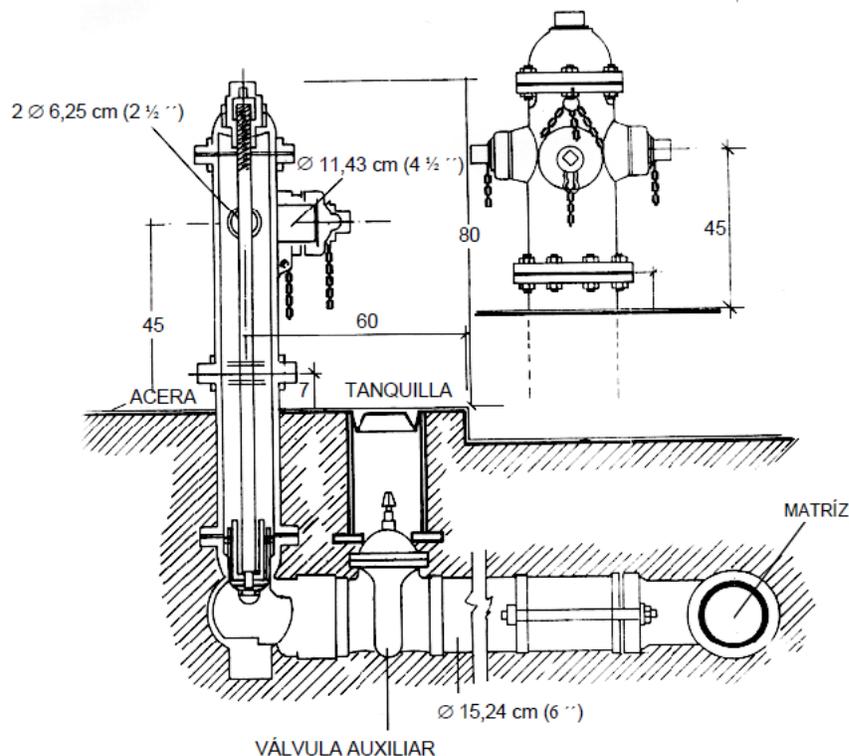


Figura N° 14. Ubicación de la válvula auxiliar. Nota: Norma Venezolana de Hidrantes (2001).

En efecto los elementos de un sistema de abastecimiento tienen que contar con los artículos antes mencionados, por tal motivo se hace énfasis en la importancia que tiene la ubicación y mantenimiento de los hidrantes, que se garantice el funcionamiento adecuado al momento de una emergencia.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

Arias (2006). Afirmó que “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado.” (P.19).

En otro orden de ideas el presente trabajo de grado muestra las condiciones del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto en la ciudad de Maracay estado Aragua, esto con el fin de analizar cuan vulnerable es a las distintas amenazas para así generar medidas de mitigación.

Tipo de Investigación

Hernández (2003). Indicó que, el tipo de investigación, independientemente del objeto al que se aplique, tiene como objetivo solucionar problemas. Además, describe el tipo de investigación como una

especie de brújula en la que no se produce automáticamente el saber, pero que evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos.

Salinas (s.f.), aseveró, que La Investigación Descriptiva es aquella que se refiere “a la descripción de algún objeto, sujeto, fenómeno, etc. en total o parte del mismo, es decir, que en este tipo de investigación se parte del supuesto que la descripción que se va a realizar no ha sido hecha anteriormente.” (P. 11).

En tal sentido, este trabajo especial de grado vendrá orientado a una Investigación Descriptiva. Se realizará una evaluación y análisis de las características, en las que se expresan y mencionan las condiciones actuales del sistema de distribución de agua potable en la urbanización San Jacinto perteneciente al estado Aragua, específicamente refiriéndose a la infraestructura y operatividad del mismo, por medio de observación directa y en conjunto con la información suministrada por los entes encargados de la zona; con el fin de evaluar la vulnerabilidad del sistema de distribución y sus amenazas, para así finalmente, generar una serie de propuestas como medidas de mitigación ante los riesgos que corre el sistema.

Diseño de Investigación

Sabino (1992). Afirma, “El diseño de investigación, tiene por objeto proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo”. (P. 62)

Por otra parte, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2004). Se entiende por Investigación De Campo, al análisis sistemático de problemas en la realidad, cuyo propósito puede ser describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, usando métodos característicos o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo.

La misma casa de estudio detalla que se entiende por Investigación Documental, al estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, de trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos.

Para realizar una investigación descriptiva de cualquier naturaleza hay que realizar la búsqueda documental sobre los antecedentes del tema, es decir, obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos, historial o información previa sobre el tema para evitar repeticiones. Como se puede observar, la investigación descriptiva incluye a la investigación documental.

Hernández, Fernández y Baptista (2010) se refieren a la Investigación No Experimental, como una investigación sistemática y empírica, en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención directa y dichas relaciones se observan en su contexto natural.

De acuerdo a Tamayo (2003), describe que un Tipo de Diseño de Campo Ex Post Facto o No Experimental es aquel en el cual, “el experimento se realiza después de los hechos y el investigador no controla ni regula las condiciones de las prueba. Se toman como experimentales situaciones reales y se trabaja sobre ellas como si estuvieran bajo nuestro control.” (P. 52).

Este capítulo tiene como finalidad describir las diferentes fases que se desarrollaran para alcanzar los objetivos planteados en esta investigación. Visto de esta forma y partiendo de lo anteriormente conceptualizado por los autores citados, de acuerdo al tipo de investigación se establece el modelo de diseño según los datos e información requeridos, para dicho trabajo el mismo estará orientado a uno De Campo, Documental, No Experimental.

Descripción de la Metodología

Para desarrollar la investigación se deberán seguir ciertos pasos que logren responder la justificación del problema, después de haber establecido los objetivos general y específicos se presentan los lineamientos a seguir:

- Ubicación geográfica de la zona.
- Caracterización y Delimitación de la zona en estudio.
- Recorrido de la zona para tomar la información necesaria que permita determinar la vulnerabilidad de los sistemas de distribución.
- Investigar los antecedentes de proyectos que realicen el mismo estudio en diferentes zonas.

- Descripción de la zona, del sistema y funcionamiento mediante información disponible suministrada por la Hidrológica del Centro (C.A. HIDROCENTRO) como el trazado de la red, materiales de las tuberías, sus componentes, y recopilación de datos físicos .
- Identificación y caracterización de las amenazas a las que se encuentra expuesto el sistema, basándose en los estudios de los registros de la zona.
- Identificación de las vulnerabilidades existentes en la red de distribución.
- Identificación de los componentes más vulnerables del sistema de distribución de la urbanización San Jacinto.
- Valorar los indicadores, para determinar cuantitativamente el riesgo existente y así poder establecer un nivel de vulnerabilidad en la urbanización.
- Determinación de matrices de riesgo de los sistemas de distribución de agua potable.
- Evaluación y determinación del riesgo de los componentes del sistema de distribución mediante los valores obtenidos en las matrices de vulnerabilidad.
- Discusión y análisis de los resultados.
- Determinación de medidas de mitigación mediante elementos como amenazas, estructuras, equipos, organización y operación.
- Desarrollar estrategias de prevención que puedan aplicarse ante cualquier eventualidad.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

Población y Muestra

Tamayo (2003). Describió, “población es la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. (P. 176).

“La muestra como su nombre indica es una parte que representa de la mejor manera la mayoría o todas las características del todo (la unidad de estudio, la población o el universo)”. (Salinas, P. s.f., P. 59).

Jiménez (1998). En otro orden de ideas indicó, “la población objeto de estudio es aquélla sobre la cual se pretende que recaigan los resultados o conclusiones de la investigación; y la muestra es la parte de esta población que se observa directamente”. (P. 206).

En base a lo anteriormente citado, para lograr los objetivos de esta investigación y lo anteriormente expuesto, la población es igual a la muestra y será definida en este estudio como, todos los elementos y componentes que conforman el sistema de distribución de agua potable que abastece la urbanización San Jacinto en la Ciudad de Maracay del estado Aragua.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Arias (1997) indica que el “Método o técnica que consiste en obtener información acerca de un grupo de individuos. Puede ser oral (entrevista) o escrita (cuestionario)” (p.47).

Dentro de esta perspectiva, Hernández y otros (1994), señalan que “es esencial en los diseños de investigación por encuestas en donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población, estas variables se midan con instrumentos de medición”. (P. 214).

Así mismo Sabino (1986) explica que “Un instrumento de recolección de datos, es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Dentro del instrumento pueden distinguirse dos aspectos diferentes, una forma y un contenido”. (P.129).

Para el presente trabajo de investigación se usarán las técnicas de observación directa, encuestas y entrevista, y como instrumentos un croquis de la urbanización y la red de distribución, cámara fotográfica y materiales de oficina.

Observación Directa

Rodríguez (2005) afirmó que “la observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación.” (P.98).

Tabla N° 2. Cuadro para recabar datos de las condiciones físicas de la red de distribución de la urbanización San Jacinto.

Descripción física de la red de distribución						
Sector	Componente	Tipo	Cantidad	Material	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Urbanización San Jacinto	Tubería					
	Válvula					
	Hidrante					

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

La técnica de observación directa se empleará a lo largo de toda la red en estudio y de sus componentes visibles y de fácil acceso. Además se asentarán los datos referentes al estado físico de la red en la tabla N° 2.

La Encuesta

Por otro lado, Yuni y Urbano (2006) definen a la encuesta como “la técnica de obtención de datos mediante la interrogación a sujetos que aportan información relativa al área de la realidad a estudiar.” (P.65).

	<h1><u>ENCUESTA:</u></h1>	
<p>¿Considera usted que el servicio de suministro de agua potable es continuo?</p>		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<p>De no ser continuo, ¿Con que frecuencia recibe el servicio?</p>		
_____ Duración del servicio: _____		
<p>¿El agua es de buena Calidad?</p>		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<p>¿Se ha visto afectado por algún plan de razonamiento de agua?</p>		
Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		

Figura N° 15. Encuesta realizada a los habitantes de la Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

La figura N° 15 ilustra la encuesta que se efectuará a los habitantes de la urbanización San Jacinto, en un día aleatorio a la semana y a distintas horas del mismo.

La Entrevista

Por último, según Sabino (1992) la entrevista “consiste en una interacción entre dos personas, una de las cuales (el investigador) formula determinadas preguntas relativas al tema en investigación, mientras la otra (el investigado) proporciona verbalmente o por escrito la información que le es solicitada.” (P.108).



ENTREVISTA:



1. ¿La empresa C.A. HIDROCENTRO sede Aragua, trabaja en conjunto con La Gobernación del Estado y la Alcaldía del municipio Girardot?
2. ¿Con que regularidad se efectúa el mantenimiento a la red de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto?
3. ¿Cuál es la situación actual del sistema?
4. ¿El agua es sometida a algún tratamiento previo de potabilización?
5. ¿Cuáles son las características de las tuberías y componentes del sistema de distribución?
6. ¿Cuál es el periodo de diseño de dicho sistema?
7. ¿Cuánto tiempo tiene en funcionamiento la red?

Figura N° 16. Entrevista realizada al cuerpo técnico del departamento de distribución de la empresa C.A. HIDROCENTRO sede Aragua, para la Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. (2016).

La entrevista al cuerpo técnico se ejecutará en un día laboral de la semana en horario de oficina y de acuerdo a su disponibilidad de tiempo.

Análisis de Datos

Según lo define el autor Tamayo (2003) “una vez recopilados los datos por los instrumentos diseñados para este fin, es necesario procesarlos, es decir, elaborarlos matemáticamente, ya que la cuantificación y su tratamiento estadístico nos permitirán llegar a conclusiones...” (p. 187).

A partir de los datos a obtener de las encuestas, se proyectarán gráficos circulares que organicen y simplifiquen la información recabada por dicho instrumento. Además, en función de las respuestas que se obtendrán en la entrevista a efectuar al cuerpo técnico de la C.A. HIDROCENTRO, se establecerán las características y condiciones actuales del sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto.

Finalmente luego de establecer los distintos tipos de amenazas y conociendo la vulnerabilidad total a partir de las diferentes vulnerabilidades que tienen la red de distribución, se estimará el riesgo para cada amenaza a través de una matriz de riesgo que se desarrollará en función de los mismos, y con esto, proponer una serie de planes como medidas de mitigación.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

En busca de satisfacer los objetivos planteados en este trabajo especial de grado, fue necesario un estudio de los fenómenos naturales que se pueden presentar en Venezuela y que pueden representar un peligro para los principales componentes del sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización San Jacinto, Municipio Girardot, Estado Aragua.



Figura N° 17. Esquema para establecer medidas de mitigación de riesgos.

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Reseña histórica de la C.A. Hidrológica del Centro

El 02 de septiembre de 1987 el Congreso Nacional aprobó el decreto de creación de la Empresa de Aguas Regional del Centro EMPREDARSA que tendría a su cargo la operación y administración de las obras contempladas en el proyecto del Sistema Regional del Centro. Este nuevo concepto organizacional respondía a la decisión del gobierno nacional de descentralizar las actividades del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), mediante la creación de unidades de prestación de servicios manejadas con criterio empresarial.

El 28 de Diciembre de 1990 se modifica la razón social de la empresa, denominándose C.A. HIDROLÓGICA DEL CENTRO, HIDROCENTRO, con la finalidad de operar los sistemas de abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas en las poblaciones de los estados Aragua, Carabobo y Cojedes. Actualmente su estrategia está orientada hacia la rehabilitación de todas sus instalaciones, la descentralización regionalización autonomía, autofinanciamiento y reducir el agua no contabilizada.

La Empresa C.A. HIDROLOGICA DEL CENTRO, Hidrocentro tendrá por objeto la administración, operación, mantenimiento ampliación y reconstrucción de los sistemas de distribución de agua potable y de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales en los estados Aragua, Carabobo y Cojedes. Igualmente, podrá ejecutar todo tipo de actividades conexas, relacionadas con el cumplimiento de su objeto social.

Los principales sistemas de producción están distribuidos a lo largo de todo el ámbito geográfico, que comprende los Estados Aragua, Carabobo y Cojedes. Estos se distribuyen de la siguiente manera:

- Estado Aragua
- Sistema Regional del Centro II
- Sistema Aislado Camatagua
- Sistema Aislado Colonia Tovar
- Sistema Aislado Las Delicias - El Castaño
- Sistema Aislado Ocumare de La Costa
- Sistema Aislado El Consejo
- Estado Carabobo
- Sistema Regional del Centro I
- Sistema Regional del Centro II
- Sistema Aislado Bejuma, Miranda y Montalban
- Sistema Urama - Morón - Puerto Cabello
- Sistema Aislado Cambur - Miquija - Goaigoaza - Patanemo
- Estado Cojedes
- Sistema Compartido San Carlos - Tinaco
- Sistema de Acueductos Rurales Tinaco
- Sistema de Acueductos Rurales San Carlos
- Sistema de Acueducto Tinaquillo

El sistema de abastecimiento Regional del Centro II suministra agua al Estado Aragua mediante dos conexiones con el antiguo Sistema Regional del Centro I, la primera en el sector Los Guayos frente al Centro Comercial Palmi II y la segunda en el sector Peaje de Palo Negro. Así mismo, abastece poblaciones del estado Carabobo tales como Guigue, Yuma, Magdaleno, Boquerón, Central Tacarigua, Los Guayos, Guacara, San Joaquín y zonas circunvecinas.

Su fuente de abastecimiento es el Embalse Pao - Las Balsas, ubicado en las Galeras del Pao, Municipio El Pao de San Juan Bautista, en el Estado Cojedes. El agua captada del Embalse Pao - Las Balsas, se envía por

gravedad a la Estación de Bombeo Primaria, la cual bombea hacia la E/B N°1 Principal y de allí a la E/B N°2 Principal. Finalmente el agua es bombeada a la P/T Baldó Soules para su tratamiento.

Componentes del Sistema Regional del Centro, descrito en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Componentes del Sistema Regional del Centro.

Embalses	Capacidad de Almacenamiento
Pao - Las Balsas	403.000.000 m3.
Planta de Potabilización	Capacidad de Producción (actual)
Baldó Soules	5.600 lts./Seg.

Nota: <https://www.hidrocentro.gob.ve/hc/sispro/informacionGeneral/>

También cuenta con las siguientes instalaciones:

- Cinco Estaciones de Bombeo: Primaria, N°1 Principal, N°2 Principal, Guacara, San Joaquín de Guere.
- Nueve Estanques: Compensación E/B N°1, Compensación E/B N°2, P/P Baldó Soules, San Diego, Guacara, San Joaquín de Guere, Caña de Azúcar, Independencia, La Victoria.
- Aducciones con diámetros que van desde 24" hasta 84" con 252.66 kms. de longitud.

Sector en estudio

El Municipio Girardot está ubicado en la parte Centro Norte del Estado Aragua, tiene una extensión de 311, 57 Km². lo que representa el 4,32% del territorio regional y sus límites son: al Norte por el Mar Caribe, desde Punta Mosquito, con coordenadas N: 1.161.700 - E: 648.700.

De allí continúa en sentido Este hasta llegar al punto denominado Punta de Guayamuré, Coordenadas N: 163.400 - E: 656.700. Al Sur con el Lago de Valencia desde la desembocadura del Caño Colorado 0 Tucupido, coordenadas N: 1.128.100 - E: 625.800, de allí continúa en línea recta en dirección Oeste hasta llegar al sitio denominado Portachuelo de La Cabrera, coordenadas N: 1. 134.300 - E: 646.400. Por el Este con los Municipios Santiago Mariño y Francisco Linares Alcántara desde Punta de Guayamuré coordenadas No. 1.163.400 - E: 656.700 ascendiendo hacia el sur, hasta llegar a la desembocadura en el Lago de Valencia, coordenadas N: 1.128.400 - E: 652.800.

Y por el Oeste con el Estado Carabobo desde el Portachuelo de La Cabrera, siguiendo al sitio donde comienzan los límites con el municipio Mario Briceño Iragorry, coordenadas No. 1.137.000 - E: 647.800 de allí en sentido Noroeste hasta llegar a Punta Mosquito coordenadas N: 1.161.700 - E: 648.700.

Posee una temperatura media entre 18° - 29° °C, una población de 407.109 habitantes (según Censo 2011) y una densidad poblacional de 1398,55 hab/km².

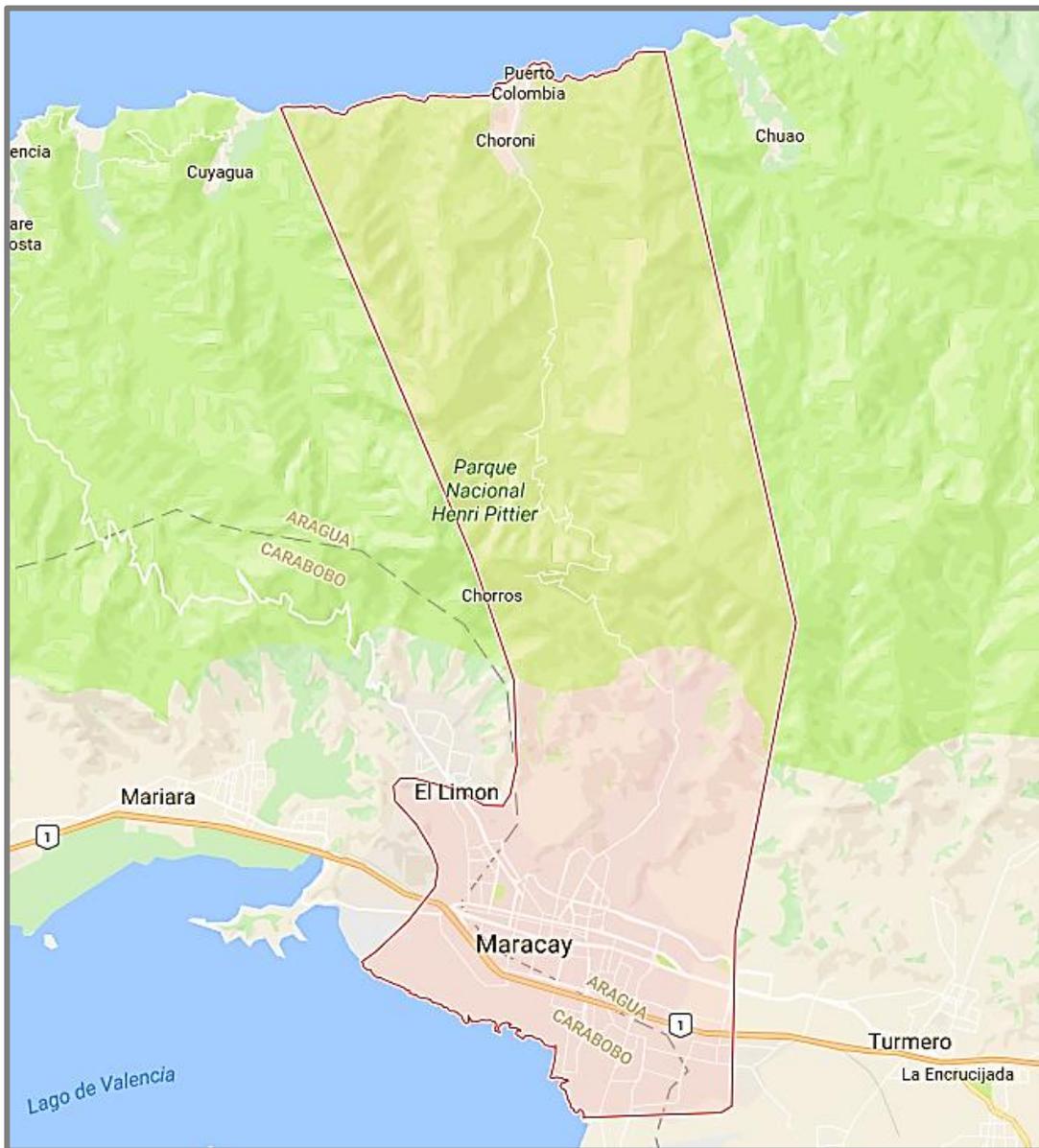


Figura N° 18. Ubicación del Municipio Girardot (Estado Aragua). Nota: Google Maps. (2016).

Precisando, la urbanización de San Jacinto limita al Norte con la urbanización Montaña Fresca, al Oeste con la avenida Maracay, al Este con el barrio La Herrereña y al Sur con la avenida Bolívar.

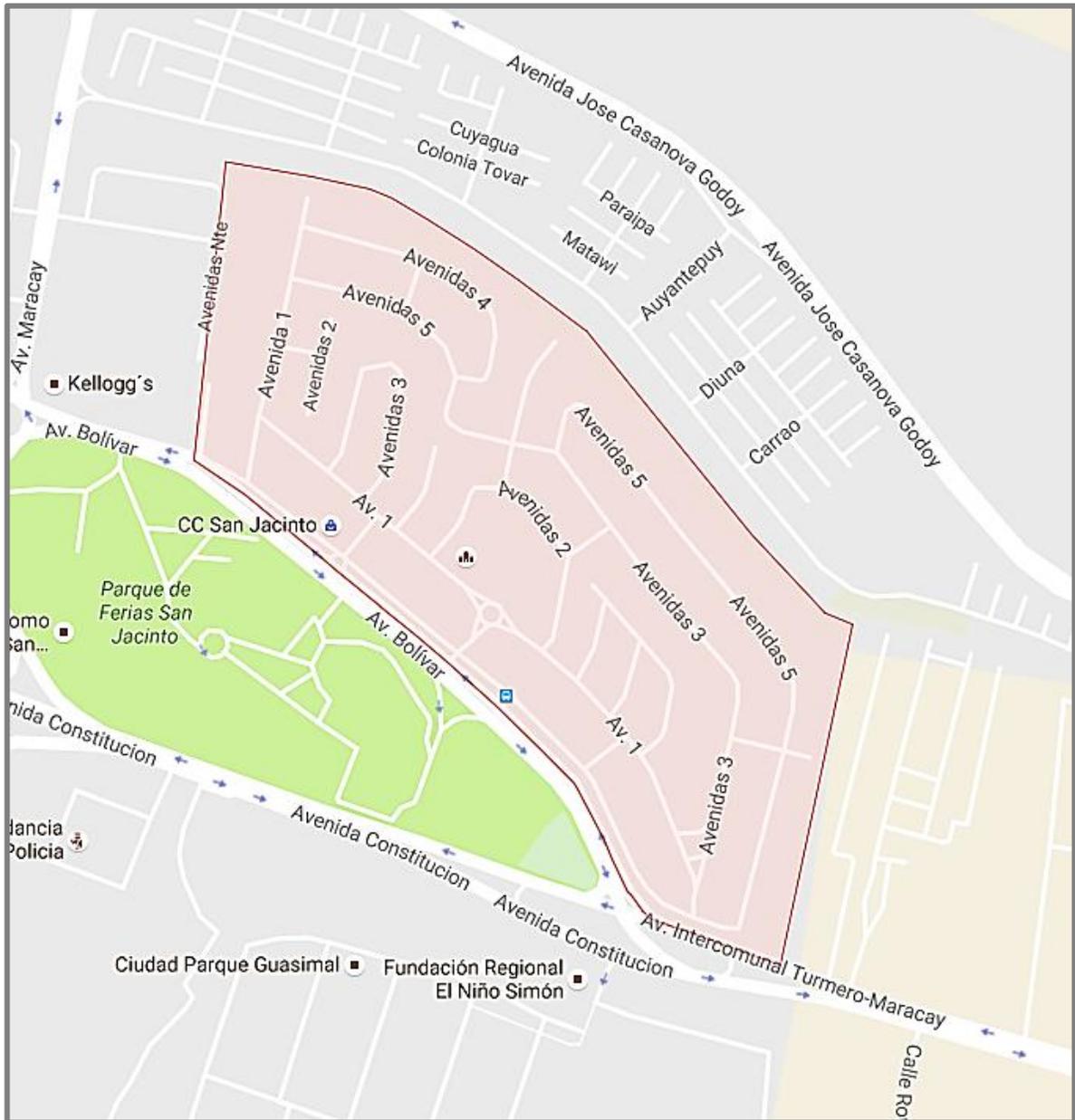


Figura N° 19. Ubicación de la urbanización San Jacinto. Nota: Google Maps. (2016).

Descripción física y funcional del sistema de distribución

Las condiciones del sistema de distribución de agua potable de la urbanización de San Jacinto se pueden comprobar mediante la observación directa en campo de los componentes existentes, y a través de información recopilada como planos de diseño del sistema en estudio.

La descripción del sistema se realizará mediante un cuadro que simplifica el sistema (Véase Tabla N° 3). Una vez elaborado el análisis, se determinará el estado en que se encuentra el sistema de distribución y sus componentes.

De este análisis se puede discernir el estado actual de cada uno de los componentes del sistema para de esta forma evidenciar las fortalezas o deficiencias presentes en la red de abastecimiento.

Tabla N° 4. Descripción física de la red de distribución de la urbanización San Jacinto.

Descripción física de la red de distribución						
Sector	Componente	Tipo	Cantidad	Material	Longitud (m)	Diámetro (mm)
Urbanización San Jacinto	Tubería	-	-	HF	3348.7	100
	Válvula	-	4	HF	-	100
	Hidrante	Poste	3	HF	-	-
		Pared	28	HF	-	-

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Se pudo constatar que el material de las tuberías en su totalidad es de Hierro Fundido (HF) y el tiempo de funcionamiento del sistema de

distribución (según información aportada por el cuerpo técnico (2016) encargado del departamento de distribución de HIDROCENTRO en el estado) tiene aproximadamente 50 años de servicio o más, por lo que se puede considerar que esta cercana a cumplir con su período de diseño, partiendo de la vida útil teórica para una tubería de este tipo de material, que es de 50 años, tomando en cuenta que si no se realiza el debido mantenimiento a dicho sistema podría ocasionar futuros problemas a nivel de funcionamiento, lo que generaría un servicio escaso de agua potable y la población se vería afectada.

La red de distribución de agua potable en dicho sector cuenta con un diseño de malla abierta, la cual es abastecida del preciado líquido por 3 fuentes, la estación de bombeo del hospital militar, la estación de bombeo del parque de ferias de San Jacinto y principalmente por el Sistema Regional del Centro II.

El urbanismo en total cuenta con 3 hidrantes de poste y 28 de pared, estos últimos ubicados en parcelas de viviendas multifamiliares (edificios en su mayoría), sólo los de poste se encuentran en estado de deterioro y sin verificación de su funcionamiento. También se conocen 4 válvulas ubicadas a lo largo del tramo de la avenida 1, entre la avenida norte y la avenida 2. Se desconoce si existen más válvulas en la red ya que no se tiene un plano actualizado del sistema y se han realizado trabajos de repavimentación en todo el urbanismo ocultando así los posibles dispositivos.

Cabe destacar que todas las parcelas cuentan con sus respectivas tomas domiciliarias, con esto, se puede inferir que toda la red de distribución cuenta con sus ramales secundarios aparentemente completos.

Situación Actual

Para conocer desde el punto de vista funcional la problemática de la red de distribución de agua potable que afecta a los habitantes de la urbanización San Jacinto, se empleó el uso de encuestas al sector de estudio, esto permitió conocer ciertos aspectos importantes a evaluar a futuro para las posibles propuestas de mitigación. Las encuestas fueron realizadas en un día a distintas horas, esto con el fin de llegar a la mayor diversidad de encuestados, para garantizar un punto de vista más global y completo de los puntos a tratar.

Los datos obtenidos en las encuestas serán presentados a continuación en forma de gráfico circular, con el objeto de simplificar la interpretación de los resultados.

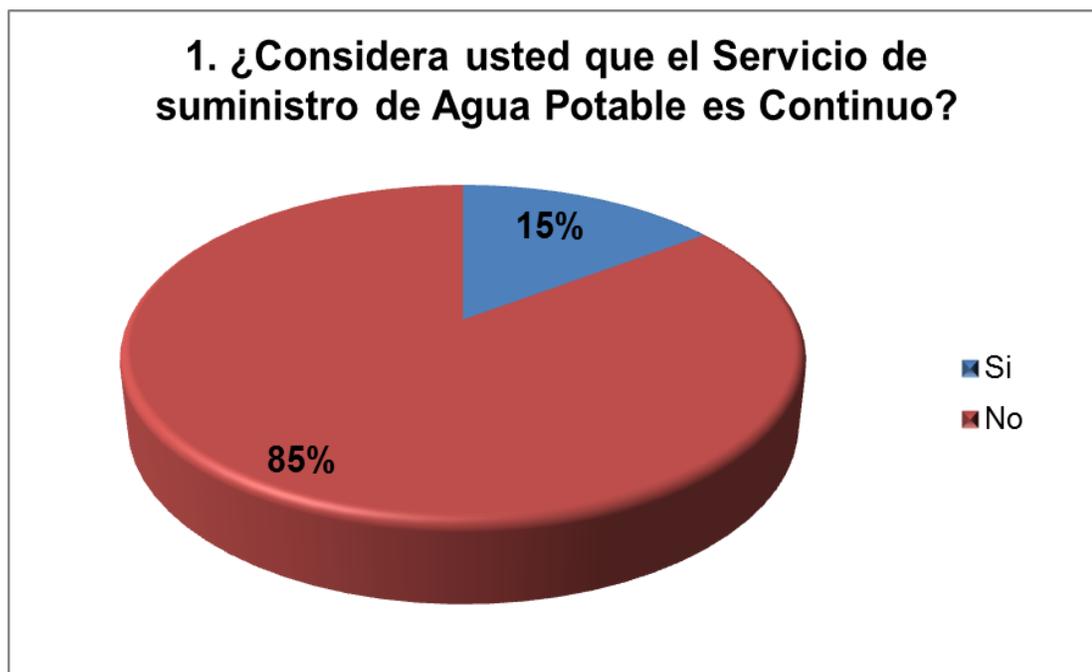


Figura N° 20. Gráfico circular de la pregunta N° 1 efectuada en la encuesta.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Esta gráfica pone de manifiesto la clara falla que presenta la continuidad del servicio de suministro de agua en el urbanismo en estudio, ya que el 85% de los encuestados responden negativamente a la pregunta planteada.



Figura N° 21. Gráfico circular de la pregunta N° 2 efectuada en la encuesta.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 22. Gráfico circular de la pregunta N° 2.1 efectuada en la encuesta.
 Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Los gráficos circulares 2 y 2.1, de acuerdo con las personas que niegan la continuidad del servicio, establecen las distintas variaciones que presenta la duración del suministro cuando éste funciona, el 53% de los encuestados dicen que el agua solo llega durante la mañana y la noche el 41% alega que dura aproximadamente 3 horas.

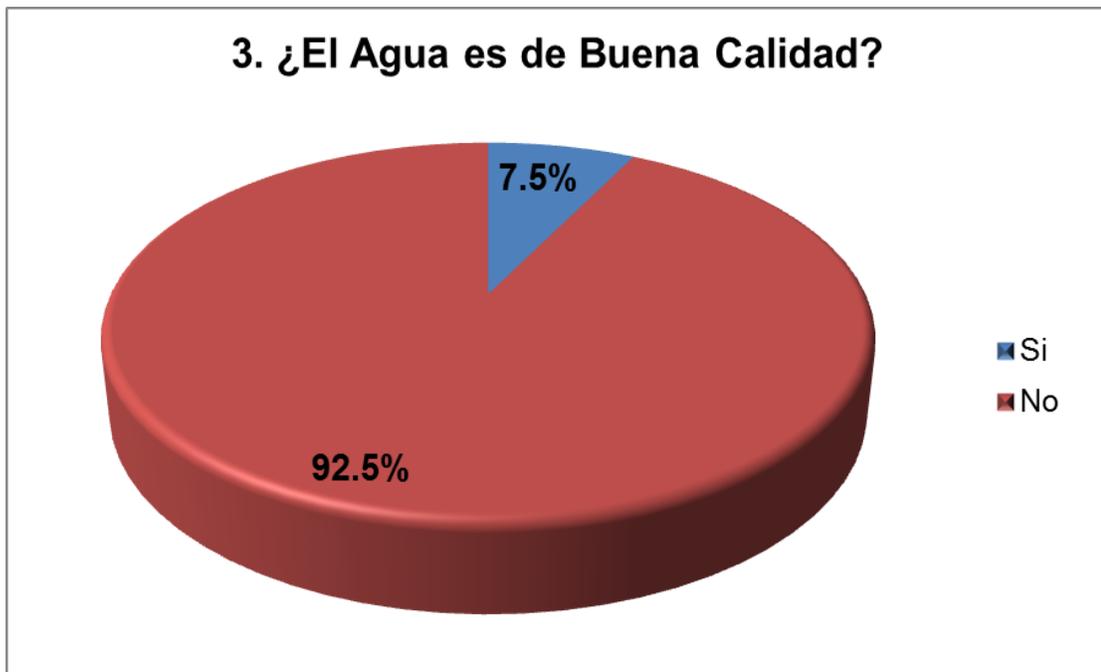


Figura N° 23. Gráfico circular de la pregunta N° 3 efectuada en la encuesta.
 Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

En el presente gráfico se puede apreciar el marcado descontento que tienen los habitantes de San Jacinto con la calidad del agua, ya que el 92.5% dice que el agua no es buena, acotando que la mayoría sin necesidad de preguntarlo manifiestan que el líquido llega con olor fétido.

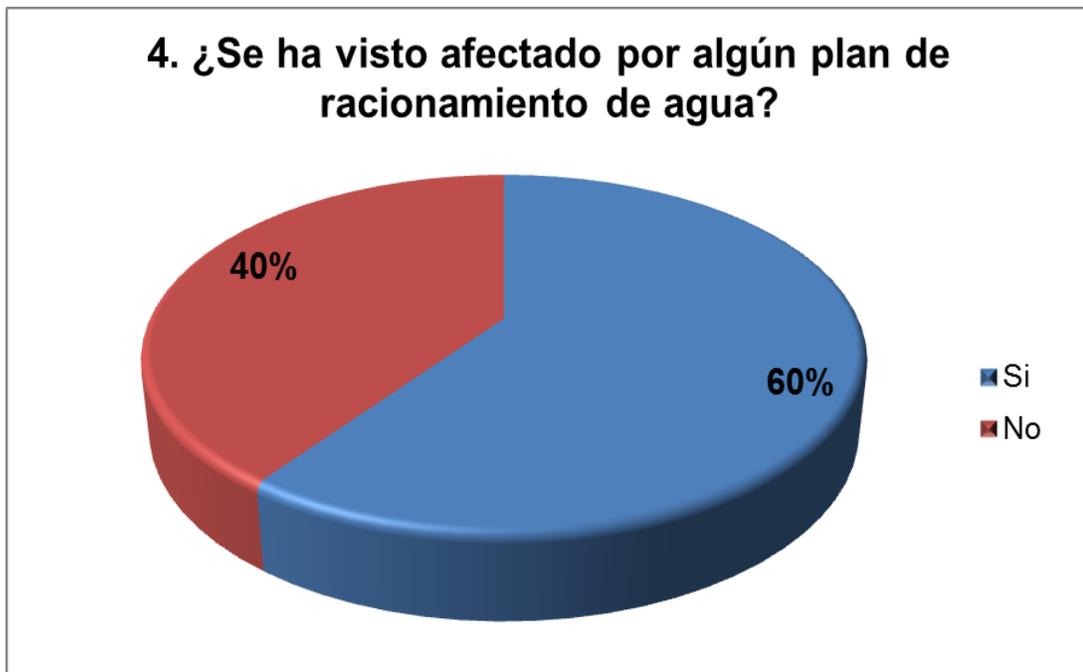


Figura N° 24. Gráfico circular de la pregunta N° 4 efectuada en la encuesta.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Finalmente el gráfico 4 pone en evidencia el plan de racionamiento que ha sufrido el sector por mucho tiempo ya que más de la mitad de los encuestados (60%) dice que si se han visto afectados por dicho plan, 40% restante no se ve afectado por el racionamiento ya que estas personas con la finalidad de evitar este plan, construyeron un tanque subterráneo en sus viviendas.

Identificación de las Amenazas

De acuerdo a lo descrito en el capítulo II, los sistemas de abastecimiento de agua potable presentan varios agentes de tipo natural, tecnológico y social que pueden alterar el funcionamiento adecuado del mismo y sus componentes; la selección de las posibles amenazas se realizó de acuerdo a la zona de estudio y se identifican según su tipo en la Tabla N° 4.

Tabla N° 5. Amenazas a la que está expuesto el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Urbanización San Jacinto.

AMENAZAS A LA QUE ESTÁ EXPUESTO EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
Naturales	Sismo
	Deslizamiento
	Inundaciones
	Sequías
Humanas	Operativa
	Funcional

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).



Figura N° 26. Mapa de Zonificación Sísmica Norma 1756_2001. Nota:
http://www.funvisis.gob.ve/archivos/mapas/norma1756_2001.png

De acuerdo a la Norma Venezolana Edificaciones Sismorresistentes. Parte 1: Articulado Covenin 1756-1:2001. Y al mapa de Zonificación Sísmica de FUNVISIS, el municipio Girardot se ubica en un territorio que manifiesta una elevada peligrosidad sísmica (ZONA 5), esto se debe a la fuerte influencia que tiene el sistema de fallas de la Victoria en la región.

ARAGUA	Zona 5: Municipios: Tovar, Santiago Mariño, Mario Briceño Iragorry, Girardot, Francisco Linares Alcántara.
	Zona 4: Municipios: Santos Michelena, Bolívar, Sucre, Rivas, Zamora, San Sebastián, San Casimiro, Libertador, José Angel Lamás, José Rafael Revenga.
	Zona 3: Municipios: Camatagua, Urdaneta.

Figura N° 27. TABLA 4.2, Zonificación Sísmica De Venezuela. Nota: Norma Venezolana Edificaciones Sismorresistentes. Parte 1: Articulado Covenin 1756-1:2001.

La urbanización San Jacinto al ubicarse en zonificación sísmica 5, presenta un riesgo por amenaza sísmica alto, lo que conlleva a aproximar una alta probabilidad de ocurrencia, resultado expresado en la tabla N° 5.

Tabla N° 6. Clasificación de la AMENAZA SÍSMICA según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input checked="" type="checkbox"/>
Media	2 <input type="checkbox"/>
Baja	1 <input type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016)

Amenaza por Deslizamiento

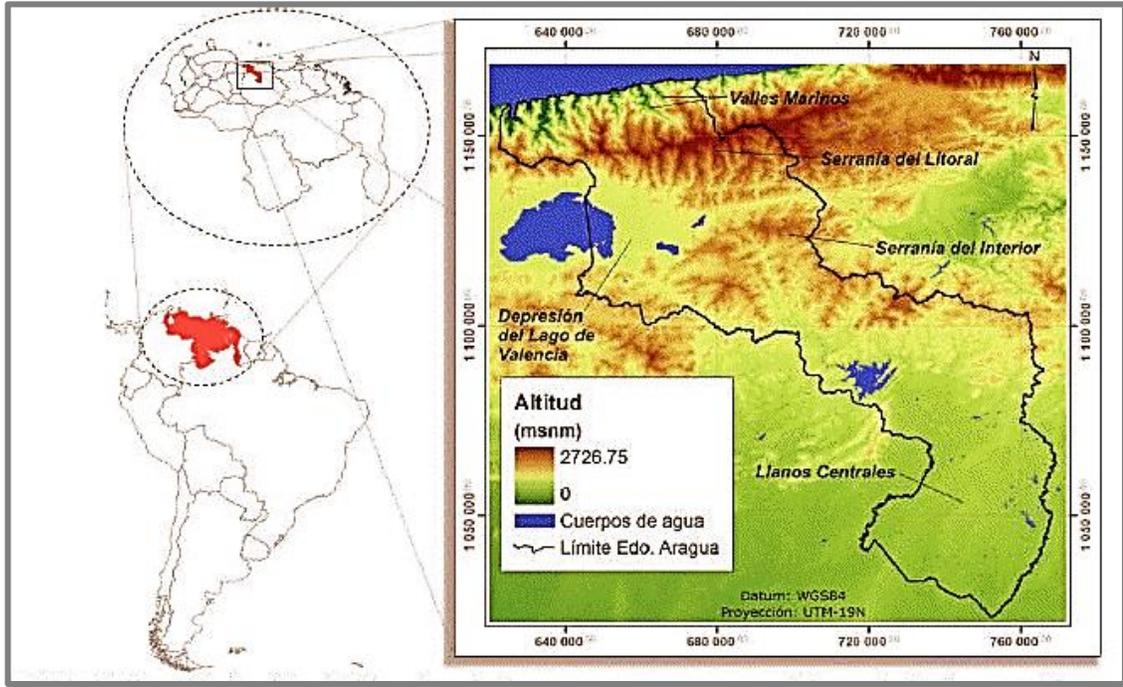


Figura N° 28. Ubicación del área de estudio y sus zonas eco-geográficas, estado Aragua, Venezuela. Nota:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400010



Figura N° 29. Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. Imagen Google Maps (2016).



Figura N° 30. Urbanización San Jacinto distancias mínimas a las faldas de las montañas. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. Imagen Google Maps (2016).

La Urbanización San Jacinto al encontrarse retirada aproximadamente 1,3 Km y 1,6 Km de la falda de la montaña más próximas al sector, además, históricamente presenta baja probabilidad de deslizamiento en el lugar donde está ubicado los sistemas de distribución de agua potable y sus componentes. Por lo antes expuesto se presenta en la tabla N° 6 el nivel de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por deslizamiento.

Tabla N° 7. Clasificación de la *AMENAZA POR DESLIZAMIENTO* según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR DESLIZAMIENTO	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input type="checkbox"/>
Media	2 <input type="checkbox"/>
Baja	1 <input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

ZONAS DE REGLAMENTACION ESPECIAL ZRE-ESVH ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL PARA EDIFICACIONES Y SITIOS DE VALOR HISTORICO ZRE-BC ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL DEL BARRIO EL CARMEN ZRE-CSP ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL PARA CENTROS DE EQUIPAMIENTOS Z-NDP ZONA DE NUEVO DESARROLLO PROGRAMADO ZONAS CON RESTRICCIONES DE USO ZRU-1 ZONA DE FRAGILIDAD ECOLOGICA ZRU-2 ZONA DE PROTECCION Y SEGURIDAD ZRU-3 ZONA DE RIESGO DE INUNDACION ARPCLV AREA REGLAMENTADA POR EL PLAN DE LA CUENCA DEL LAGO DE VALENCIA	ZONAS DE EQUIPAMIENTOS INTERMEDIOS EI-AG ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO ADMINISTRATIVO GUBERNAMENTAL EI-E ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO EDUCACIONAL EI-MA ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO MEDICO ASISTENCIAL EI-RD ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO RECREACIONAL - DEPORTIVO EI-SCR ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO SOCIO-CULTURAL Y RELIGIOSO EI-SDE ZONA DE EQUIPAMIENTO INTERMEDIO PARA SEGURIDAD Y DEFENSA ZONAS DE EQUIPAMIENTOS LOCALES EL-E ZONA DE EQUIPAMIENTO LOCAL EDUCACIONAL EL-MA ZONA DE EQUIPAMIENTO LOCAL MEDICO ASISTENCIAL EL-RD ZONA DE EQUIPAMIENTO LOCAL RECREACIONAL - DEPORTIVO EL-SCR ZONA DE EQUIPAMIENTO LOCAL SOCIO-CULTURAL Y RELIGIOSO
--	---

Figura N° 32. Leyenda del fragmento de zonificación del plan de desarrollo urbano local del municipio Girardot. Nota: Alcaldía Municipio Girardot (2016).

La urbanización San Jacinto se beneficia ante la ausencia de inundaciones debido a que el sector no presenta zonas de planicie inundable en su perímetro, esto de acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano Local del municipio Girardot, que en su zonificación establece la reglamentación de usos y restricciones de los espacios del municipio, aunado a esto, la alcaldía facilitó un plano que ilustra el desarrollo urbano local y su zonificación, evidenciando que el sector en el que se ubica la urbanización San Jacinto no manifiesta zonas con riesgo de inundación (ZRU-3 de acuerdo al PDUL de la municipalidad). Por lo antes expuesto se presenta en la tabla N° 7 el nivel de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por inundaciones.

Tabla N° 8. Clasificación de la *AMENAZA POR INUNDACIONES* según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACIONES	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input type="checkbox"/>
Media	2 <input type="checkbox"/>
Baja	1 <input checked="" type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Amenaza por Sequía

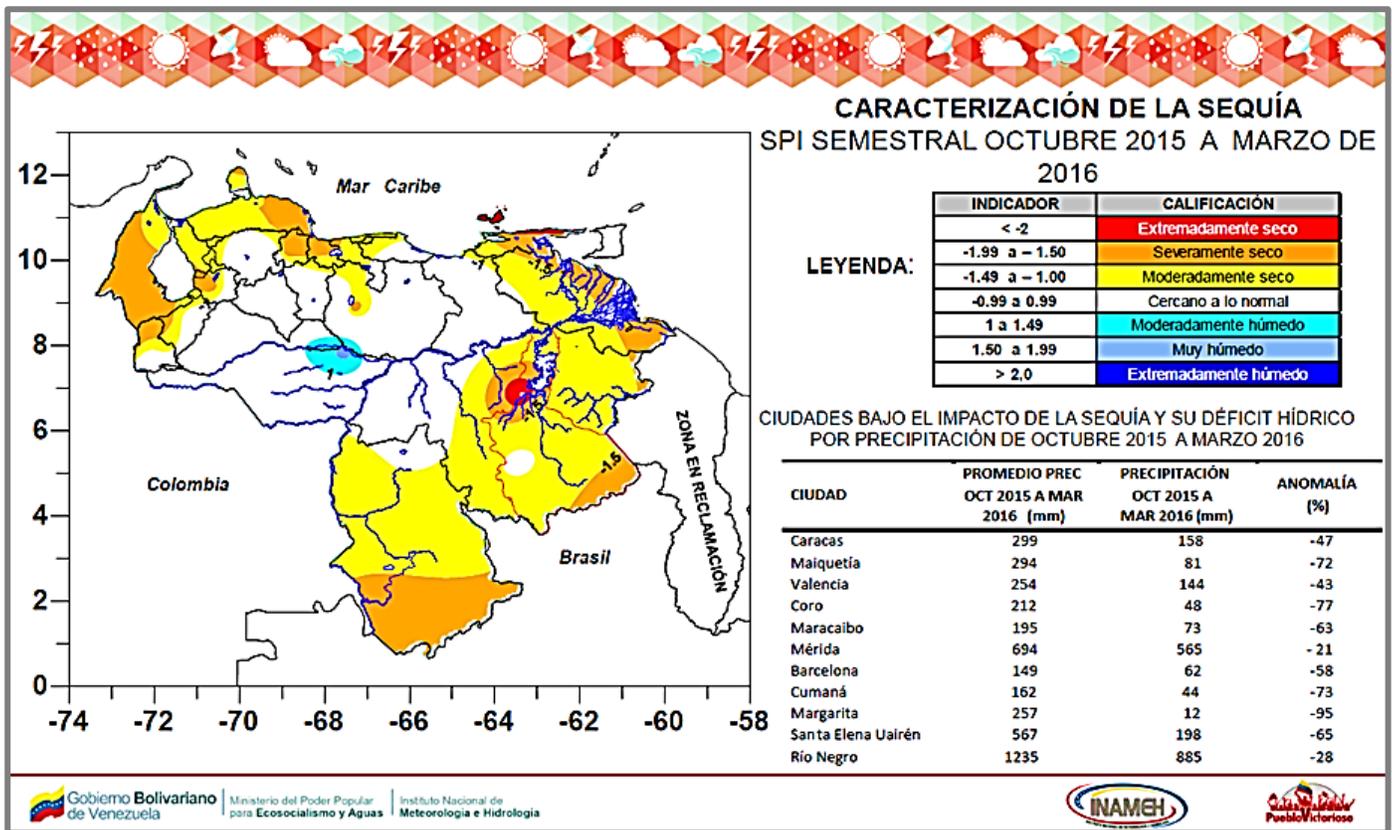


Figura N° 33. Caracterización espacial de la Sequía Meteorológica.

Nota: <http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/Caracterizacion%20Espacial%20de%20la%20Sequia%20Meteorologica.pdf>

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), establece que la sequía ocurre cuando las precipitaciones son inferiores al promedio histórico registrado en un lugar o región determinada y dependerá de la duración y la superficie que abarque, En los últimos cuarenta años, recordando 1972-74, 1982-83, 1997-98, 2002-2003, 2009-2010 y ahora 2013-2016, se ha constituido en una amenaza climática afectando grandes porciones del territorio nacional generando a la población y su Estado.

La Sequía que se inició a mediados de 2013 sobre el territorio nacional, ha permanecido durante 2014, 2015 y lo que va de 2016, variando en intensidad, magnitud, cobertura espacial y duración, las causas han sido diversas, entre ellas. En agosto de 2015, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) decretó la presencia del Fenómeno El Niño, catalogado de intensidad fuerte, provocando sequías sobre grandes sectores de Venezuela, las cuales se han hecho sentir a lo largo de la temporada lluviosa mayo a octubre de 2015 y lo que fue de la temporada seca de noviembre 2015 hasta marzo de 2016, que ha sido más seca de lo habitual, con mayor incidencia de incendios forestales, calima, enfermedades vectores e incrementos de la temperatura del aire.

Si este tipo de eventos meteorológicos se presentan con mayor frecuencia pueden representar una amenaza de nivel medio a alto, sin embargo para la fecha el clima manifiesta un aumento en las precipitaciones por lo que el nivel de probabilidad de ocurrencia de la amenaza por sequía durante el periodo de ejecución del presente trabajo es bajo, pero ante lo expuesto en los históricos del INAMEH se puede definir como medio. Por lo antes expuesto se presenta en la tabla N° 8 el nivel de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza por sequía.

Tabla N° 9. Clasificación de la *AMENAZA POR SEQUÍA* según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA POR SEQUÍA	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input type="checkbox"/>
Media	2 <input checked="" type="checkbox"/>
Baja	1 <input type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Amenaza Operativa

Al comparar la vida útil de todos los componentes presentes en el sistema con el tiempo de vida transcurrido y operatividad de la red, se puede discernir que el sistema de distribución de agua potable puede sufrir en la actualidad fallas tanto por la antigüedad de los elementos que lo conforman como por el escaso o nulo mantenimiento preventivo de los mismos, esto de acuerdo con lo descrito en la entrevista realizada al cuerpo técnico de la C.A. Hidrocentro donde los funcionarios expresaron que a esta red de distribución no se le realiza el tratamiento oportuno sino uno correctivo, lo que indica que la vida útil del sistema se reduce aún más ante la ausencia del mantenimiento requerido.

Todo esto se traduce en una disminución de la eficiencia. En el caso de las tuberías al ser en su mayoría de hierro fundido se pueden presentar fracturas y grietas, lo que se deriva directamente en pérdida de la cantidad de agua que pudiese ser surtida a la población. Por lo antes expuesto se presenta en la tabla N° 9 el nivel de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza operativa.

Tabla N° 10. Clasificación de la *AMENAZA OPERATIVA* según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA OPERATIVA	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input checked="" type="checkbox"/>
Media	2 <input type="checkbox"/>
Baja	1 <input type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Amenaza Funcional

La amenaza funcional es una variable dependiente de la amenaza operativa, ya que el buen funcionamiento deriva de la operatividad óptima del sistema de distribución, esto debido a que si la red opera eficientemente la amenaza funcional está ausente. Un ejemplo claro de esto puede ser la rotura de una tubería o una falla en una de las estaciones de bombeo; de presentarse una o ambas de estas el servicio carecerá de eficiencia en su funcionamiento.

Tabla N° 11. Clasificación de la *AMENAZA FUNCIONAL* según su probabilidad de ocurrencia en la Urbanización San Jacinto.

CLASIFICACIÓN DE LA AMENAZA FUNCIONAL	
Probabilidad de Ocurrencia	Nivel
Muy Alta	4 <input type="checkbox"/>
Alta	3 <input checked="" type="checkbox"/>
Media	2 <input type="checkbox"/>
Baja	1 <input type="checkbox"/>

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Resumen de las probabilidades de ocurrencia de las Amenazas Naturales y Humanas

A continuación, la siguiente tabla resume los valores de las probabilidades de ocurrencia que tienen las amenazas que inciden en el sistema de distribución de agua potable en estudio.

Tabla N° 12. Probabilidad de ocurrencia de las Amenazas Existentes.

AMENAZA		Probabilidad de Ocurrencia			
		Baja	Media	Alta	Muy Alta
		1	2	3	4
Naturales	Sismo			X	
	Deslizamiento	X			
	Inundaciones	X			
	Sequía		X		
Humanas	Operativa			X	
	Funcional			X	

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Clasificación y Estimación de la Vulnerabilidad

Para efectuar el análisis de las vulnerabilidades, se tomaron en cuenta cuatro (4) consideraciones que de acuerdo con la metodología planteada son: ambientales y ecológicas, físicas, sociales y cultural e ideológicas, para la urbanización en estudio.

Las vulnerabilidades que puede presentar el sistema de abastecimiento y los componentes que lo conforman, se determinarán de manera cuantitativa a través de los mecanismos que se ilustrarán en este segmento. La vulnerabilidad total que posee dicho sistema, se obtiene de aplicar la siguiente ecuación tras determinar las distintas vulnerabilidades involucradas.

$$\text{Vulnerabilidad Total} = \frac{\sum \text{Total de Vulnerabilidad por Variable}}{\text{Cantidad de Variables}} \quad \text{[Ecuación N° 1]}$$

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013)

Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

En la siguiente tabla se identifican las variables y sus características de acuerdo al nivel de vulnerabilidad en el que se encuentre.

Tabla N° 13. Nivel de *VULNERABILIDAD AMBIENTAL Y ECOLÓGICA* en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura promedios normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al normal	Niveles de temperatura promedio superior al normal	Niveles de temperatura promedio inestables
Composición y Calidad del aire y agua	Sin ningún grado de contaminación	Con niveles moderados de contaminación	Alto grado de contaminación	Niveles inaceptables de contaminación
Estados de Conservación	Conservación de los recursos naturales	Nivel moderado de explotación de los recursos naturales	Alto nivel de explotación de los recursos naturales	Explotación indiscriminada de los recursos naturales
Condiciones Ecológicas	No se practica la deforestación y contaminación	Ligero nivel de contaminación	Incremento del nivel de contaminación	Deforestación y contaminación

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).

Tabla N° 14. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica en la Urbanización San Jacinto.

Variable	Componentes	
	Red de Distribución	Total de Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica por Variable
Condiciones Atmosféricas	2	$VAE = \frac{2}{1} = 2$
Composición y Calidad del aire y agua	2	$VAE = \frac{2}{1} = 2$
Estados de Conservación	1	$VAE = \frac{1}{1} = 1$
Condiciones Ecológicas	1	$VAE = \frac{1}{1} = 1$
Valor promedio de la Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica		$VAE = 1.5 \approx 2$

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Haciendo uso de la ecuación N°1 en cada una de las de las variables involucradas en la vulnerabilidad de acuerdo con la tabla N° 13, se determinó que la zona en estudio manifiesta un nivel MEDIO de vulnerabilidad ambiental y ecológica, esto se debe a que las condiciones atmosféricas en los últimos meses han sido un poco superiores al promedio (18°-29°C) aproximadamente cinco grados centígrados (5°C) por encima, y las propiedades del aire y el agua del sector presentan niveles de bajos a moderados en contaminación posiblemente por tratarse de una zona urbana con mucha presencia vehicular y por el olor fétido que manifiesta el líquido según lo indica la encuesta efectuada. A través de la observación directa se evidencia la conservación de los recursos naturales y que no existe una marcada deforestación y contaminación.

Vulnerabilidad Física

En la siguiente tabla se identifican las variables y sus características de acuerdo al nivel de vulnerabilidad en el que se encuentre.

Tabla N° 15. Nivel de *VULNERABILIDAD FÍSICA* en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Estado físico del componente	Buen estado	Mal estado, percepción visible de daños sin averías	Estado regular, percepción visible de daños con averías	Pésimo estado del componente y accesorios
Mantenimiento del componente	Siempre	A veces	Eventual	Nunca
Leyes existentes	Leyes estrictamente cumplidas	Leyes medianamente cumplidas	Leyes sin cumplimiento	Sin leyes

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).

Tabla N° 16. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Física en la Urbanización San Jacinto.

Variable	Componentes			Total de Vulnerabilidad Física por Variable
	Tuberías	Válvulas	Hidrantes	
Estado físico del componente	2	2	2	$VF = \frac{2 + 2 + 2}{3} = 2$
Mantenimiento del componente	3	3	3	$VF = \frac{3 + 3 + 3}{3} = 3$
Leyes existentes	2	2	2	$VF = \frac{2 + 2 + 2}{3} = 2$
Valor promedio de la Vulnerabilidad Física				VF = 2.33 ≈ 2

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Partiendo de lo antes expuesto, para obtener los resultados se tomaron en cuenta los valores de la matriz presentada en la Tabla N° 15. Indicando un nivel de vulnerabilidad física MEDIO. Esto se debe al mal estado en el que pueden observarse algunos de los componentes sin presentar necesariamente daños y averías, también el evidente escaso mantenimiento que recibe la red de distribución de San Jacinto y sus componentes de acuerdo con lo descrito por el cuerpo técnico de la C.A. Hidrocentro. Así mismo se puede apreciar la falta de cumplimiento con la gaceta 4.103 en su capítulo III, artículos del 39 al 43 ya que algunas de las válvulas existentes no satisfacen lo establecido en estos artículos acotando el desconocimiento de la existencia de más válvulas en el sistema y que las existente no guardan la distancia mínima requerida. Los hidrantes, sólo los de poste se encuentran en estado de deterioro y sin verificación de su funcionamiento, y según la misma gaceta 4.103, capítulo III, artículos 49 y

51, estos componentes no cumplen con las distancias de separación máxima normativa.

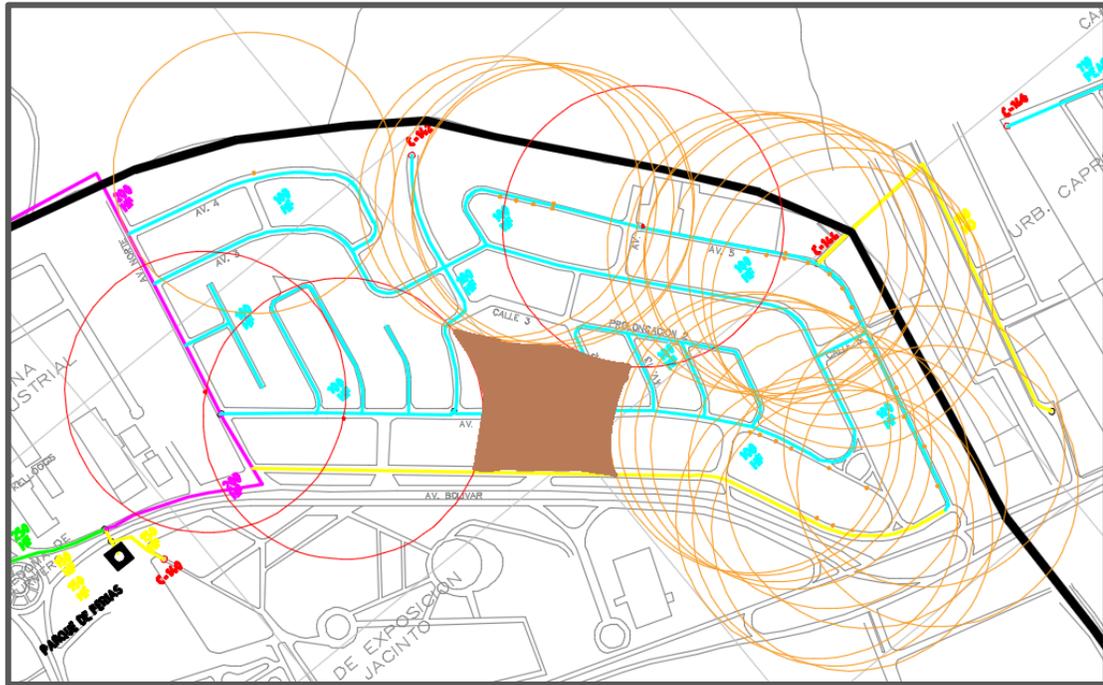


Figura N° 34. Croquis de Hidrantes en la urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. (2016).

La figura N° 34, es un croquis hecho a partir de la observación directa del sector, luego de recorrerlo se ilustra una pequeña región de la urbanización desprovista de hidrantes dejándola desprotegida, lo que incumple con lo establecido por la Norma 4.103.

Vulnerabilidad Social

En la siguiente tabla se identifican las variables y sus características de acuerdo al nivel de vulnerabilidad en el que se encuentre.

Tabla N° 17. Nivel de *VULNERABILIDAD SOCIAL* en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Nivel de organización institucional	Instituciones totalmente organizadas	Instituciones organizadas	Instituciones escasamente organizadas	Instituciones no organizadas
Grado de relación entre las instituciones	Fuerte relación	Medianamente relacionados	Débil relación	Ninguna relación
Tipo de integración entre las instituciones	Integración total	Integración parcial	Baja integración	No existe integración

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).

Tabla N° 18. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Social en la Urbanización San Jacinto.

Variable	Componentes	
	Red de Distribución	Total de Vulnerabilidad Social por Variable
Nivel de organización institucional	2	$VS = \frac{2}{1} = 2$
Grado de relación entre las instituciones	2	$VS = \frac{2}{1} = 2$
Tipo de integración entre las instituciones	3	$VS = \frac{3}{1} = 3$
Valor promedio de la Vulnerabilidad Social		VS = 2.33 ≈ 2

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

De la misma manera, se determinaron los resultados a partir de los valores de la matriz presentada en la Tabla N° 17, observando que el nivel de vulnerabilidad social es MEDIO, y es que a pesar que cada uno de los entes que deben velar por el buen estado y funcionamiento del sistema están medianamente organizados, el contacto y las interrelaciones entre ellos son escasos, además las distintas oficinas regionales de un mismo organismos manifiestan una baja integración, de acuerdo a lo observado y corroborado por el cuerpo técnico de la C.A. Hidrocentro en el estado Aragua.

Vulnerabilidad Educativa

Debido a la ausencia inmediata de instituciones educativas en la zona, no se consideró el estudio de esta vulnerabilidad, puesto que la misma involucra la concientización y planificación de los planteles educativos en la enseñanza y prevención de mitigación mediante programas de capacitación

que tengan como fin disminuir la vulnerabilidad del sector, así como una correcta respuesta ante una eventual situación de desastre.

Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

En la siguiente tabla se identifican las variables y sus características de acuerdo al nivel de vulnerabilidad en el que se encuentre.

Tabla N° 19. Nivel de *VULNERABILIDAD CULTURAL E IDEOLÓGICA* en la Urbanización San Jacinto, según la variable de estudio.

Variable	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Conocimiento total de las instituciones sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de las instituciones tienen conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres	Escaso conocimiento de las instituciones sobre las causas y consecuencias de los desastres	Desconocimiento total de las instituciones sobre las causas y consecuencias de los desastres
Actitud frente a la ocurrencia de las amenazas	Actitud altamente precavida	Actitud parcialmente precavida	Actitud escasamente precavida	No existe actitud precavida

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).

Tabla N° 20. Matriz de Identificación de la Vulnerabilidad Cultural e Ideológica en la Urbanización San Jacinto.

Variable	Componentes	
	Red de Distribución	Total de Vulnerabilidad Cultural e Ideológica por Variable
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	1	$VCI = \frac{1}{1} = 1$
Actitud frente a la ocurrencia de las amenazas	3	$VCI = \frac{3}{1} = 3$
Valor promedio de la Vulnerabilidad Cultural e Ideológica		VCI = 2

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Finalmente aplicando la misma metodología en las variables involucradas en este tipo de vulnerabilidad según la tabla N° 19, se obtuvo un nivel de vulnerabilidad cultural e ideológica MEDIO, debido a que aun teniendo el conocimiento de la posible ocurrencia de un desastre de carácter natural, los organismos competentes y la comunidad no muestran señales de mantener una actitud precavida ante las eventuales amenazas presentes.

Resumen de vulnerabilidades de la Urbanización San Jacinto

Tabla N° 21. Resultados de Vulnerabilidades de la Urbanización San Jacinto.

Vulnerabilidad	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Ambiental y Ecológica		X		
Física		X		
Social		X		
Cultural e Ideológica		X		

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Para definir la vulnerabilidad total, se calculó en función de cada tipo de las vulnerabilidades antes descritas usando la Ecuación N° 2, donde, la vulnerabilidad física es la más notable en comparación con las demás variables debido a la importancia inherente que tiene, ya que afecta la operatividad y funcionalidad del sistema; de la misma forma se definen las vulnerabilidades restantes con un promedio de las mismas en la Ecuación N° 3.

$$VT = \frac{VF+VR}{2} \quad \text{[Ecuación N° 2]}$$

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013)

$$VR = \frac{VAE+VS+VCI}{3} \quad \text{[Ecuación N° 3]}$$

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013)

Dónde:

VT= Vulnerabilidad Total.

VF= Vulnerabilidad Física.

VR= Vulnerabilidades Restantes.

VAE= Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.

VS= Vulnerabilidad Social.

VCI= Vulnerabilidad Cultural e ideológica.

Vulnerabilidad Total de la Urbanización San Jacinto

Tabla N° 22. Vulnerabilidad Total de la Urbanización San Jacinto.

Sector	Nivel de Vulnerabilidad			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1	2	3	4
Urbanización San Jacinto		X		

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Por último al aplicar las expresiones matemáticas que definen que tan vulnerable en total es el sistema abastecimiento y los componentes que lo conforman, en la tabla N° 22 se expresa el nivel de VULNERABILIDAD TOTAL de la urbanización San Jacinto, dando como resultado; MEDIO.

Análisis de riesgo

Al evaluar las amenazas bien sea de origen natural o humano, de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y la magnitud de las consecuencias que las mismas generan al sistema de distribución, en conjunto con la evaluación cuantitativa de las diferentes vulnerabilidades, configuran un riesgo, es decir, siendo el riesgo una función dependiente de las variables amenaza y vulnerabilidad.

Con los resultados arrojados de vulnerabilidad y amenazas se determinaron los valores de riesgos para cada amenaza anteriormente expuesta, haciendo uso de la matriz de riesgo mostrada a continuación:

Tabla N° 23. Matriz de Riesgo de la Urbanización San Jacinto.

AMENAZA MUY ALTA	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO	RIESGO MUY ALTO
AMENAZA ALTA	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
AMENAZA MEDIA	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
AMENAZA BAJA	RIESGO BAJO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO
	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA

- $0 < \text{RIESGO BAJO} \leq 1$
- $1 < \text{RIESGO MEDIO} \leq 2$
- $2 < \text{RIESGO ALTO} \leq 3$
- $3 < \text{RIESGO MUY ALTO} \leq 4$

Nota: Farías S. y Sáez N. (2013).

Riesgos Naturales de la Urbanización San Jacinto

Tabla N° 24. RIESGOS NATURALES de la Urbanización San Jacinto.

Sector	Amenaza	Nivel de Riesgo			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		1	2	3	4
Urbanización San Jacinto	Sismo		X		
	Deslizamiento	X			
	Inundaciones	X			
	Sequias		X		

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Riesgos Humanos de la Urbanización San Jacinto

Tabla N° 25. RIESGOS HUMANOS de la Urbanización San Jacinto.

Sector	Amenaza	Nivel de Riesgo			
		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		1	2	3	4
Urbanización San Jacinto	Operativo		X		
	Funcional		X		

Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

Nivel de riesgo medio ante la amenaza sísmica, la amenaza por sequía, la amenaza operativa y la amenaza funcional. Nivel de riesgo bajo ante la amenaza por deslizamientos, y la amenaza por inundaciones.

Propuestas de medidas de mitigación

Propuesta N° 1. Reposición y mantenimiento preventivo de los componentes de la red existente.

Mediante la observación directa y visita en campo, se puede apreciar que la gran mayoría de los elementos superficiales de la red como lo son las válvulas e hidrantes, poseen un marcado deterioro y falta de mantenimiento, el mismo genera fallas en el funcionamiento y la eficacia del sistema y, particularmente en el caso de los hidrantes, esto representa un riesgo importante a la hora de atacar una situación de emergencia (incendio) en la urbanización San Jacinto.

Motivado a esto, es necesario que los entes encargados presenten una estructura organizativa que tenga como finalidad un plan de mantenimiento preventivo de los distintos componentes y tuberías del sistema, basándose en el tiempo de vida útil teórico de dichos elementos ya que posiblemente los mismos, hechos de hierro fundido hayan culminado su período de vida útil, así como una revisión periódica del suministro en búsqueda de posibles fallas, evitando así el deterioro de la red y garantizando la calidad del servicio en el sector.

De esta forma podemos resaltar dos (2) puntos importantes a seguir a la hora de generar un plan de mantenimiento en componentes y tuberías.

- 1) A nivel operacional, con el objeto de optimizar al máximo la vida de las instalaciones, lo que equivale a aumentar su durabilidad, resulta conveniente tener presente durante la gestión rutinaria:
 - Minimizar las variaciones de presión, evitando rápidas aperturas o cierres de válvulas.

- Efectuar un puntual seguimiento de los aparatos instalados en la red, para monitorear su funcionamiento. Con ello se consigue detectar una avería o incidencia en el momento de producirse, este trabajo puede simplificarse mucho si se recupera la tecnología de monitoreo digital, que de acuerdo con lo descrito por el cuerpo técnico encargado del departamento de distribución de Hidrocentro en el estado Aragua, este mecanismo funcionaba con anterioridad cuando estaba en manos de INOS (Instituto Nacional de Obras Sanitarias) en un cien por ciento (100%), y que actualmente a duras penas funciona en un veinte por ciento (20%).
- 2)** A nivel de mantenimiento, en la supervisión periódica y rutinaria de las instalaciones, resulta fundamental tener presente:
- Localización perfecta de todas las válvulas para proceder, de inmediato, a aislar la tubería en donde se produce el incidente.
 - Tener las válvulas en óptimas condiciones en todo momento, ya que el conocimiento de su ubicación no garantiza el que puedan ser maniobradas de inmediato por cuanto pueden estar aisladas.
 - Al objeto de garantizar un tiempo de respuesta mínimo, debe estar capacitada y operativa en todo momento una brigada de mantenimiento.
 - Considerar un inventario de piezas de repuestos tuberías, válvulas, hidrantes, entre otros.

Propuesta N° 2. Perforación de pozos en distintos puntos del urbanismo.

Esta propuesta, sugerida por el cuerpo técnico de la C.A. Hidrocentro plantea la perforación de tres (3) pozos ubicados dentro de la urbanización San Jacinto. Este plan que de ejecutarse, a largo plazo puede acabar con las interrupciones que manifiesta el servicio desde hace ya bastante tiempo, esto

es así, ya que los pozos abastecerían la totalidad del urbanismo eximiéndolo así del sistema regional del centro que atraviesa la avenida Bolívar, de esta manera se satisface la necesidad del sector y a su vez, se le proporciona holgura al sistema de acueductos Hidrocentro.



Figura N° 35. Ubicación de las posibles perforaciones de pozos en la Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. Imagen Google Maps (2016).

Los pozos se ubican en las zonas indicadas en la figura N° 32, que según el ingeniero serán un pozo de red alta, un pozo de red media y un pozo de red baja que suministrarán el agua a la urbanización.

Propuesta N° 3. Reingeniería y reactivación del estanque de almacenamiento de cota alta.

Dentro de la urbanización, existe un estanque de almacenamiento de cota alta que se encuentra actualmente fuera de servicio, el estanque no presenta mucha altura (aproximadamente 16 m) y sus dimensiones son muy

bajas para el sector que se supone debe abastecer (de 8x8x6 m aproximadamente), aunado a esto se puede observar el deterioro en el mismo por lo que posiblemente tenga muchos años fuera de funcionamiento. Se propone como medida de mitigación a las amenazas funcional y operacional, la reingeniería del estanque de almacenamiento el cual maneja a su vez un conjunto de variables imprescindibles a estudiar para el correcto desarrollo de dicho proyecto.



Figura N° 36. Ubicación del estanque de almacenamiento de cota alta en la Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 37. Fotos tomadas al estanque de almacenamiento de cota alta de la Urbanización San Jacinto. Nota: Alfonso, J. y Ramos, Y. (2016).

La rehabilitación del estanque implicaría entre sus funciones almacenar el agua y compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día al momento de presentarse los continuos racionamientos que aquejan a los habitantes del urbanismo, esta medida vislumbra efectividad solo en estos momentos de ausencia del suministro del vital líquido por parte del acueducto de la región.

Dicho estanque, considerado para una red debe tener una capacidad útil, como mínimo igual a un cuarenta por ciento (40%) del gasto medio diario (dotación) como reserva para compensación del consumo y una reserva para incendio (4 horas), de acuerdo con lo establecido por el artículo 75 de la Gaceta Oficial N° 4.103 Extraordinaria de la República de Venezuela, Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos.

Para poder diseñar las partes del sistema complementario de almacenamiento, se debe realizar primero una serie de estudios para obtener los valores estimados de los datos definidos a continuación:

- Caudal.
- Consumo.
- Demanda.
- Dotación.
- Levantamientos Topográficos.

De esta manera se lograría solventar al menos parcialmente el problema que tiene la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable en el sector durante los eventuales racionamientos.

Propuesta N° 4. Desarrollar un plan de emergencia por parte de las organizaciones competentes y la comunidad.

Es de vital importancia que los órganos con la responsabilidad y cumplimiento del suministro y servicio del agua potable en Venezuela, tengan una fuerte y consolidada relación entre ellos, ya que esto podría lograr un mayor y mejor nivel de confianza por parte de los habitantes de la comunidad, generando de esta manera beneficios para ambos. Otro aspecto de importancia, es el cumplimiento de las Gacetas Oficiales 4.103 y 4.044 de la República de Venezuela.

Contrario a lo antes expuesto, en los resultados obtenidos del análisis de vulnerabilidad social de la urbanización San Jacinto, se observó que el nivel de interrelación e integración entre las instituciones encargadas es bajo, puesto que no existe la comunicación necesaria entre las mismas a la hora de una eventual ocurrencia.

En este sentido se plantea el desarrollo de un Plan de Emergencia que contenga lo necesario para informar, movilizar y actuar ante los posibles desastres. Deben estar involucrados desde el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Agua, la gobernación del estado Aragua y la alcaldía del municipio Girardot hasta Hidrocentro, la mesa técnica de agua, el consejo comunal de la urbanización y todo aquel organismo que tenga enlace con los sistemas de acueductos. El mismo deberá ser práctico para que su ejecución sea fácil, esto se logra por medio del conocimiento del mismo que tenga el personal que interviene en este proceso, mediante actividades de capacitación y simulacros. El plan debe comprender un conjunto de aspectos importantes, algunos de estos son:

- Información sobre la red de distribución, componentes y funcionamiento.
- Descripción de la amenaza al cual está dirigido.
- Plan de capacitación para el personal.
- Plan de comunicación, seguridad y transporte.
- Investigación y evaluación de daños.
- Coordinación entre las instituciones involucradas.

CONCLUSIONES

A partir de la observación directa se pudo evaluar cada uno de los componentes del sistema de distribución, el cual consta de tres (3) hidrantes de poste, estos visualmente no parecen haber cumplido con su periodo de utilidad, pero se encuentran en condiciones precarias y en algunos casos hasta vandalizados; en la mayoría de las parcelas de uso residencial para viviendas multifamiliares se evidenciaron veintiocho (28) hidrantes de pared (siamesas). Por otra parte, solo se pudieron ver cuatro (4) válvulas a lo largo del tramo de la avenida 1, entre la avenida norte y la avenida 2, una (1) de estas sin tapa protectora dejándola expuesta a la intemperie, mientras que las demás están funcionales. Es importante resaltar que todas las parcelas cuentan con sus respectivas tomas domiciliarias.

De la encuesta aplicada a los habitantes del urbanismo se pudo confirmar que el sistema de distribución no cumple con los firmes principios de garantizar la cantidad, continuidad y calidad del servicio de abastecimiento del vital líquido.

A través de la entrevista realizada al cuerpo técnico de C.A. HIDROCENTRO, se pudo discernir que la red de distribución cuenta con una cantidad de componentes que en su mayoría se encuentran en mal estado y notable deterioro, esto se debe principalmente a que el sistema tiene ya un largo tiempo de haber sido construido, por lo que su periodo de vida útil está alcanzando su punto crítico; además existe una falta significativa de componentes que controlen la presión y la sectorización a la hora de realizar los mantenimientos, como lo son las válvulas e incluso se ha perdido la automatización de los mismos, haciendo más difícil el aislamiento de algún tramo de la red en el que estos elementos se perdieran de vista por el reasfaltado. Aunado a esto, la falta de mantenimiento preventivo al sistema y

sus componentes incrementa considerablemente el deterioro en las tuberías e incluso puede afectar y disminuir la calidad de vida de los materiales.

Se determinaron y clasificaron los riesgos a los que se encuentra expuesto el sistema de distribución a partir de las amenazas y vulnerabilidades presentes en el mismo, conociendo las vulnerabilidades inherentes al sistema estudiado desde el punto de vista ambiental y ecológico, físico, social, cultural e ideológico, y obteniéndose los riesgos de tipo naturales y humanos, siendo los riesgos de carácter natural aquellos dados por las amenazas sísmica, deslizamientos, inundaciones y sequía, y los de carácter humanos los riesgos por amenazas operativa y funcional.

A partir de los resultados obtenidos del análisis de amenazas y vulnerabilidades, y haciendo uso de la matriz de riesgos, se determina que el sector en estudio presenta riesgos naturales por deslizamientos e inundaciones de nivel bajo, mientras que para riesgo sísmico y por sequía, al igual que los riesgos humanos operativo y funcional presentan nivel medio puesto que su efecto negativo en la red es más tangible y de mayor probabilidad de ocurrencia que los demás. Queriendo decir que la red de distribución esta propensa a daños frecuentes generando interrupciones durante el suministro de agua potable, incluso después de finalizado el plan de racionamiento al que se ha visto sometido el urbanismo por mucho tiempo. Por otro lado, los riesgos naturales por Inundaciones y Deslizamientos señalaron un nivel bajo de probabilidad de ocurrencia.

Por último, las medidas de mitigación a partir de la evaluación de las variables señaladas anteriormente, fueron establecidas satisfactoriamente con el objetivo de ayudar a la comunidad de la urbanización San Jacinto. Se plantearon cuatro propuestas en las cuales existe diversidad en el tiempo de ejecución, algunas de acción inmediata, como la reposición y mantenimiento de los componentes del sistema de distribución y, la elaboración y ejecución

de un plan de emergencia que contenga lo necesario para informar, movilizar y actuar ante los posibles desastres; otras de estudios más profundos como el rediseño y rehabilitación del estanque de almacenamiento de cota alta ya existente y la perforación de pozos que se encarguen de abastecer el sector, esta última sugerida por el cuerpo técnico de la C.A HIDROCENTRO.

Todas estas propuestas que buscan de alguna manera mitigar los riesgos que presenta el sistema de distribución de agua potable de la urbanización San Jacinto, solo serán viables si existe una muy buena fluidez comunicacional entre los organismos competentes y los residentes principalmente afectados, y si los gobiernos de turno dan el uso respectivo al presupuesto destinado al suministro de agua potable del país, queriendo decir, que solo contando con los recursos necesarios y con la disposición de los entes se pueden materializar estas propuestas.

RECOMENDACIONES

- Hacer entrega de los resultados de esta investigación a los entes encargados del mantenimiento del sistema y así puedan realizar un estudio de las propuestas planteadas, con la finalidad de conocer su factibilidad y posteriormente efectuar los detalles de las mitigaciones aplicables al conocer su tiempo de desarrollo y ponerlas en práctica.
- Realizar este mismo análisis en sectores aledaños para así tener una idea más global del estado en que se encuentra el sistema de distribución de agua del municipio Girardot.
- Efectuar convenios de estudio y colaboración entre la Universidad de Carabobo y la empresa HIDROVEN y sus respectivas filiales para así facilitar la realización de estudios y proyectos que puedan mejorar el sistema de acueductos del país.
- Proponer el desarrollo de una base de datos que contemple la vulnerabilidad por sectores, considerando así sus principales problemas y debilidades a atacar en el futuro.
- Incentivar el estudio de la vulnerabilidad como metodología principal de mitigación de riesgos y control de catástrofes, orientada a los organismos con la capacidad de aplicarlos y a las comunidades afectadas en conjunto.
- Aplicar este tipo de investigación en torno a la evaluación de riesgos en sistemas de recolección de aguas residuales y pluviales, de manera que se extienda este estudio a otras estructuras de operación hídrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aular, Mariela. (2013). ***Instructivo para la transcripción de los proyectos de investigación 2013 en revisión.*** Naganagua, Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Barbosa D., Jeison A., & Sánchez G., Orlani G. (2016). ***Propuesta de medidas de mitigación a partir de la estimación de vulnerabilidad de los componentes del sistema de distribución de agua potable del sector El Rincón, estado Carabobo.*** Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.
- Costero H, Rodolfo R., & Sayago M, Eisy J. (2016). ***Propuesta de medidas de mitigación a partir de la evaluación de vulnerabilidad de los componentes del sistema de distribución de agua potable de las urbanizaciones El Remanso y Montaserino del Municipio San Diego, Estado Carabobo.*** Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.
- Farías S, Grecia C., & Sáenz N., Gabriel de J. (2013). ***Propuesta de lineamientos generales para el análisis de riesgo y vulnerabilidad de sistemas de abastecimientos de agua potable en Venezuela.*** Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.
- Jiménez, Jose. (1997). ***Métodos de Investigación.*** México: Editorial Mc Graw Hill.
- Jiménez P, Rosa. (1998). ***Metodología de la Investigación. Elementos Básicos para la Investigación Clínica.*** La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas.
- Lorena Leonardo & Younes Jacoub & Younes Wendy. (2015). ***Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable del sector noroeste de la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.*** Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.

- Hernández S, Roberto., & Fernández C, Carlos., & Baptista L, Pilar. (2010). ***Metodología de la Investigación (5ª ed.)***. México, D.F.: Mc GRAW HILL.
- Morales M, Yanet, & González D, Orestes & Echeverría, Jose A. (2001). ***Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable***. Ciudad de La Habana, Cuba: INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXII, N° 4.
- Moreno, Iván. (2006). ***Diseño de la Red de Distribución de Agua Potable de las Comunidades del Tigrito, Mataruca y El Pardillal, Municipio Guaicaipuro, Estado Miranda***. Sertenejas, Venezuela: Informe de Pasantía larga no publicada. Universidad Simón Bolívar.
- Muñoz V, Rafael A., & Pernalet D, Pierina. (2014). ***Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable en la parroquia urbana Miguel Peña, municipio Valencia, estado Carabobo. (Caso de Estudio: Sectores Urb. El Palotal, Barrio Cañaverl, Urb. Fundación Mendoza y Urb. Los Caobos)***. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.
- Noguera R, Jesús A., & Sánchez P, Elimar M. (2015). ***Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable de la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo (Urb Las Chimeneas, Urb La Trigaleña, Trigal Sur, Trigal Centro, Trigal Norte)***. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.
- Palacios R, Álvaro. (2004). ***Acueductos, Drenajes y Cloacas***. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Rodríguez U, Bernardo A. (2010). ***Reingeniería de la Estación de Bombeo "Calvario El Hatillo" y su Red de Distribución***. Sertenejas, Venezuela: Informe de Pasantía no publicada. Universidad Simón Bolívar.
- Rodríguez M, Ernesto A. (2005). ***Metodología de la investigación. (5ª ed.)***. Tabasco, México: Universidad Ciudad de Juárez autónoma de Tabasco.

Rondón P, Ernesto R., & Sarmiento Solmary I. (2015). ***Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de distribución de agua potable en el municipio Naguanagua, estado Carabobo (Caso de estudio: sector Centro-Oeste)***. Tesis de pregrado no publicada, Universidad de Carabobo. Bárbula, Carabobo.

Tamayo y T, Mario. (2003) ***El Proceso de la Investigación Científica. Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación (4ª ed.)***. Balderas 95, México D.F.: LIMUSA S.A de C.V.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2004). ***Manual para la elaboración de Trabajos de Especialización, Trabajos de Grado de Maestrías y Tesis Doctorales***. Caracas, Venezuela: FEDUPEL

Sabino, Carlos. (1992). ***El Proceso de Investigación (3ª ed.)***. Caracas: Panapo.

Salinas, Pedro J. (s.f.). ***Metodología de la Investigación Científica***. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.

Yuni, Jose & Urbano, Claudio. (2006). ***Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación. Volumen 2. (2ª ed.)***. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Abarca, Oscar. & Bernabé P, Miguel A. (2010). ***Estimación de la capacidad de uso de las tierras del estado Aragua, Venezuela, mediante regresión logística multinomial***. Editorial Agronomía Tropical. Disponible: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400010. [Consulta: 2016, Octubre 19]

C.A. Hidrológica del Centro (HIDROCENTRO). (2016). [Página Web en Línea]. Disponible: <https://www.hidrocentro.gob.ve/hc/> [Consulta: 2016, Septiembre 25]

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). (2016). [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.funvisis.gob.ve/> [Consulta: 2016, Septiembre 27]

Instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMEH). (2016). [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.inameh.gob.ve/web/> [Consulta: 2016, Septiembre 28]

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2011). **Guía Técnica para la Reducción de la Vulnerabilidad en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (2ª ed.).** [Documento en Línea]. Disponible: <https://sinavarro.files.wordpress.com/2008/08/guia-tecnica-para-la-reduccion-de-la-vulnerabilidad-de-los-sistemas-de-agua-potable-y-alcantarillado-sanitario.pdf> [Consulta: 2016, Agosto 16]

COVENIN 1294:2001. (1997). **Norma venezolana Hidrantes (2da revisión).** Caracas, Venezuela: FONDONORMA.

COVENIN 1756-1 (2001). **Norma venezolana edificaciones sismorresistentes. Parte 1: Articulado (1ª revisión).** Caracas, Venezuela: FONDONORMA.

Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos. (Decreto No. 448). (1989, Mayo 6). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 4103 (Extraordinario), Junio 2, 1989.

Normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones. (Decreto No. 480). (1988, Julio 7). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 4.044 (Extraordinario), Septiembre 8, 1988.

Fuentes Vivas:

Ing. Ander Acosta, Entrevista personal, Octubre 26, 2016.

Cuerpo técnico de la C.A. HIDROCENTRO, Entrevista personal, Septiembre y Octubre, 2016.

ANEXO A-1



Figura N° 38. Hidrante de poste Avenida Norte. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 39. Hidrante de poste Avenida 5. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 40. Hidrante de poste Avenida 1. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



ANEXO A-2



Figura N° 41. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Res. Solymas".
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 42. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Res. Carla". Nota:
Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 43. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Res. Vanessa II".
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 44. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Res. Vanessa".
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 45. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Pirámide Palace”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 46. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Las Aves”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 47. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Marymar”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 48. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Agua Clara”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 49. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Enymar”.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 50. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Doña Aura”.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 51. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Ceiba”.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 52. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “La Ciotarrera”.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 53. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Res. Algarroba".
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 54. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Conjunto Residencial Greco". Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 55. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Ámbar I". Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 56. Hidrante de pared tipo siamesa edificio "Ámbar I". Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 57. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Apamate”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 58. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Mónaco”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 59. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Aries”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 60. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “La Trinidad”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 62. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Flamboyan”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 63. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. AG”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 64. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Daniella”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 65. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Samán”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 66. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Dulce”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 67. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Don Jose”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 68. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Tao”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 69. Hidrante de pared tipo siamesa edificio “Res. Cedro”. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

ANEXO A-3



Figura N° 70. Válvula avenida 1 cruce con avenida norte.
Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 71. Válvula avenida norte. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 72. Válvula avenida 1 cruce con avenida 3. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 73. Válvula avenida 1 cruce con avenida 2. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).

ANEXO A-4



Figura N° 74. Hidrante de poste Avenida 1. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 75. Hidrante de poste Avenida 5. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 76. Hidrante de poste Avenida Norte. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 77. Estanque de almacenamiento de cota alta en la avenida 14. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 78. Hidrante de pared tipo siamesa. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 79. Medición del estanque elevado en la avenida 14. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 80. Pozo profundo en la avenida 2. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).



Figura N° 81. Pozo profundo en la avenida 2. Nota: Alfonzo, J. y Ramos, Y. (2016).