



## **UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

### **PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: 0241-8714240 (Master) Fax: 0241-8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO  
VALENCIA, EDO. CARABOBO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor(es):** Salcedo R. Roberto C.

C.I.: 25.335.904

Guarino M. Vito E.

C.I.: 25.110.020

**Tutor:** Ing. José Manuel Sánchez

San Diego, enero de 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero José Manuel Sánchez, titular de la cédula de identidad V-12.040.726, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Roberto Salcedo y Vito Guarino; titulares de la cédula de identidad V-25.335.904 y V-25.110.02 respectivamente, titulado **“PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

---

Ing. José Manuel Sánchez.

C.I.: 12.040.726



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-I-004-2018-IICR

Valencia, 31 de Octubre de 2018.

Ciudadanos:  
Roberto Salcedo  
C.I:25.335.904  
Vito Guarino  
C.I:25.110.020  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO." Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. José Manuel Sánchez, C.I:12.040.726 y la Ing. Alicia Pizzella, C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente.



Prof. Zulay Salcedo  
Decana de la Facultad de Ingeniería

c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/tr

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por estar siempre conmigo y darme la sabiduría y la tranquilidad para tomar las mejores decisiones que me permitieron seguir adelante y ser perseverante en el cumplimiento de lo que me propuse en este trabajo de grado.

Agradezco a mis queridos profesores de la Universidad José Antonio Páez, desde el primer semestre hasta el último de hoy en día, quienes ejercen una labor muy noble, como lo es enseñar a otros, pues me dieron sus mejores conocimientos y experiencias que me han permitido crecer y formarme como alguien integro, responsable y con ética; logrado alcanzar la meta de ser Ingeniero Industrial.

A mi amigo y compañero de tesis Vito Guarino, a quien quiero y estimo como un hermano, y que, a pesar de mis exigencias, siempre se mantuvo constante en el apoyo a este trabajo de grado. Gracias.

Muy especialmente a mi tutor, profesor y padrino de promoción, el Ing. Jose Manuel Sanchez, por su guía, orientación, su apoyo al momento de realizar este trabajo de investigación, y sus conocimientos, pues a pesar de tener una agenda tan ocupada, invirtió su tiempo y atención en mí, muchas gracias.

Agradezco a mis jurados de trabajo de grado, las Prof. Nelly Niño y Gina De Marco, quienes más que evaluadoras, fueron ejemplos de admiración y excelencia en las materias imparten; pues son profesionales amables y responsables, que se esfuerzan en dar la mejor educación para los estudiantes de la carrera.

Quiero agradecer enormemente, a todas las personas que aportaron un granito de arena para poder alcanzar esta meta, por sus buenos sentimientos y sus más sinceros deseos de apoyarme hasta en el más pequeño detalle. Estas personas fueron: Maikel Pernaletе, Ender Oñate, Stephany Reveron, Angela Claros, Kerlis Mariangelis, Angel Abarca, Crismary Rivas, Diana Zurita, Yolimar Herrera, Yuscarly Hernandez, Milagros Thielen, Marina Berrios, Karen Leon, Laura Fandiño, Jose Scovino, Jennifer Granados y Verónica Elvira; mis compañeros de promoción, mis amigos del liceo, el grupo de pasantes, los familiares de Vito Guarino, mis compañeros del dojo y mis queridos vecinos de la Martin Tovar.

*Salcedo, Roberto*

A Dios, por su amor, bendiciones y por darme la oportunidad de lograr una de las metas más importantes en mi vida, por darme salud cada día de mi vida, por llenarme de sabiduría y entendimiento a lo largo de mis estudios.

A mis padres, por todo lo que han hecho por mi durante toda mi vida, por su amor, humildad, por su ejemplo de fortaleza y paciencia; juntos hicimos que este logro se hiciera realidad, gracias a los dos por guiarme a ser lo que soy hoy.

A mi Amigo y compañero de tesis Roberto, a quien quiero y aprecio, y que a pesar de las discusiones permanecemos siempre juntos en todo momento, apoyándonos y ayudándonos.

A mis profesores, por enseñarme todo lo que se, por ser mis amigos y ayudarme en cada dificultad.

A nuestro tutor José Sánchez, quien nos aportó sus conocimientos, gracias por su enseñanza, consejos, paciencia y por su tiempo.

*Guarino, Vito*

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado a Dios todopoderoso, " Porque tanto amó Dios al mundo que dio a su Hijo unigénito, para que todo el que cree en él no se pierda, sino que tenga vida eterna" Juan 3:16. Mi Señor, que mis acciones persigan tu agrado, por ser quien me dio la vida, la sabiduría y la salud para seguir siempre adelante sin decaer sin importar cuan difíciles sean las dificultades, pues siempre me levanto y sigo adelante, gracias a tu divina presencia. Tú sabes de todas las adversidades por las que he tenido que pasar; pero nunca me has abandonado y dejado de prestarme la fuerza para perseverar y llegar hasta el final de mis metas.

A mi eterna madre Ana María Velasquez y a mi abuela Carmen Chanco Estella, por ser los pilares fundamentales de mi vida, pues me dieron la oportunidad de vivir y crecer en un hogar con amor verdadero, afecto y tranquilidad, pero además fueron motivadoras excepcionales para iniciar este gran viaje de convertirme en un profesional. No me alcanzara la vida para compensarles todo lo que hicieron por mí, las amare eternamente.

Se lo dedico a mis padres Roberto Salcedo y Deysi Ruiz, por darme la vida y siempre darme su amor y brindarme su apoyo incondicional; por sus sabios consejos y valores impartidos, por siempre estar allí para mí cuando más los necesito, por tener fe ciega en mis capacidades y ser ejemplos de trabajo, perseverancia y lucha constante. Los amo infinitamente.

A mi tía Patricia Salcedo, quien ha sido además una madre y hermana a pesar de las discusiones, quien me comprende y me consiente muchas veces. Por ser un motivo de admiración, disciplina y responsabilidad y espero poder recompensarte por todo lo bueno que me has dado.

A todos mis familiares, mi abuelo, mis hermanos y a mis amistades más cercanas, por todo el apoyo que me brindaron, por sus consejos brindados y ejemplo de amor, comprensión, apoyo y unión en todo momento, por enorgullecerse de mí ante cada logro alcanzado y por ser mis incondicionales conmigo.

*Salcedo, Roberto*

A Dios, que me dio la fuerza necesaria para seguir adelante y llevar a cabo todas mis metas, siendo mi guía a lo largo de mi carrera.

A la Universidad José Antonio Páez, por darnos la oportunidad de una formación profesional.

A mis padres, Carmine Guarino y Giacinta Masellis, quienes me dieron la educación necesaria para ser lo que soy hoy día, por siempre estar en los momentos más difíciles, sus palabras me llenaron de fuerzas para seguir adelante y cumplir mi meta.

A mis abuelos, por el apoyo incondicional, en todo momento, brindaron amor y sabiduría. En especial Vito Guarino Melillo, quien ahora me acompaña espiritualmente.

A mi familia, novia y amigos, quienes fueron un pilar en diferentes momentos durante toda mi carrera.

A nuestro tutor de tesis Profesor José Sánchez, quien fue nuestro guía para llevar a cabo esta tesis.

*Guarino, Vito*

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>LISTA DE GRAFICOS</b> .....	xii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
 <b>CAPÍTULO</b>	
<b>I - EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema. ....	3
1.2 Formulación del problema. ....	6
1.3 Objetivos de la investigación. ....	6
1.3.1 Objetivo general. ....	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcances .....	9
 <b>II - MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación. ....	10
2.2 Bases teóricas. ....	12
2.2.1 Investigación de operaciones. ....	12
2.2.1.1 Análisis cuantitativo de la investigación de operaciones. ...	13
2.2.2 Modelos matemáticos.....	14
2.2.2.1 Definición. ....	14
2.2.2.3 Tipos de modelos matemáticos.....	14
2.2.2.4 Construcción de un modelo matemático. ....	15
2.2.3 Programación lineal.....	15
2.2.3.1 Aplicaciones de la programación lineal.....	16
2.2.3.2 Formulación de un problema de programación lineal.....	17
2.2.3.3 Conceptos básicos para la formulación de un problema de programación lineal. ....	18

2.2.4 Métodos de solución de la programación lineal.....	19
2.2.4.1 Gráfico.....	19
2.2.4.2 Métodos tabulados.....	20
2.2.5 Modelo de transporte.....	21
2.2.5.1 Métodos de solución factible.....	22
2.2.5.2 Matriz de origen y destino.....	25
2.2.6 Análisis de sensibilidad.....	27
2.3 Términos básicos.....	27

### **III - MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Tipo de investigación.....	30
3.2 Diseño de investigación.....	31
3.3 Nivel de investigación.....	31
3.4 Población y muestra.....	32
3.4.1 Población.....	32
3.4.2 Muestra.....	32
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos.....	33
3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.4.4 Confiabilidad del instrumento.....	37
3.4.5 Operacionalización de variables.....	38
3.5 Fases metodológicas.....	40

### **IV - RESULTADOS**

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el municipio valencia, edo. Carabobo.....	42
4.1.1 Revisión documental.....	42
4.1.1.1 Sistema Regional del Centro.....	43
4.1.1.2 Sistema regional del centro I (SRC I).....	43
4.1.1.3 Sistema regional del centro I (SRC II).....	49
4.1.2 Operatividad actual del SRC.....	52
4.1.2.1 Parroquias involucradas.....	53
4.1.2.2 Niveles actuales de los embalses de Agua Cruda.....	54
4.1.2.3 Bombeo actual de Agua Cruda.....	54
4.1.2.3 Potabilización actual de agua cruda.....	55

4.1.2.4 Bombeo actual de Agua potable.....	55
4.1.2.5 Resumen de operatividad actual.....	56
4.1.3 Plan de distribución de agua potable actual.....	59
4.1.4 Horas de acceso semanal a agua potable.....	63
4.1.5 Análisis general.....	65
4.2 Fase II: Identificación de las variables que inciden en el suministro de agua potable en el municipio valencia, edo. Carabobo.....	66
4.2.1 Población involucrada.....	66
4.2.2 Consumo por habitante.....	67
4.2.2.1 Variables de consumo.....	74
4.2.3 Demanda de agua potable.....	76
4.2.4 Costos asociados.....	77
4.2.4.1 Proyección de costos.....	79
4.2.4.2 Relación de costos.....	81
4.2.4.3 Costo del litro de agua potable.....	82
4.3 Fase III: Diseño del plan de optimización de la distribución de agua potable en el municipio valencia, edo. Carabobo.....	83
4.3.1 Modelo de transporte con operatividad actual.....	83
4.3.2 Primer modelo de transporte propuesto.....	86
4.3.3 Durabilidad del primer modelo.....	89
4.3.4 Segundo modelo de transporte propuesto.....	91
4.3.5 Plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.....	94
4.3.5.1 Gerenciales.....	94
4.3.5.2 Operativos.....	96
4.3.5.3 Marketing.....	97
4.4 FASE IV: Evaluación del costo-beneficio del plan de optimización propuesto.....	98
4.4.1 Costos implicados en la realización del trabajo de investigación..	98
4.4.2 Beneficios de la realización del trabajo de investigación.....	99
4.4.2.1 Beneficios económicos.....	99
4.4.2.2 Beneficios ambientales.....	100
4.4.2.3 Beneficios sociales.....	100

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**CONCLUSIONES**..... 102

**RECOMENDACIONES**..... 104

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**..... 106

**ANEXOS**

**ANEXO (A)**..... 109

**ANEXO (B)**..... 113

**ANEXO (C)**..... 119

## LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
<b>Figura 1.</b> Matriz Origen-Destino para problemas de transporte. ....	26
<b>Figura 2.</b> Asignación de datos para el modelo con operatividad actual.....	84
<b>Figura 3.</b> Iteración final del modelo con operatividad actual. ....	85
<b>Figura 4.</b> Asignación de datos para el primer modelo propuesto.....	87
<b>Figura 5.</b> Iteración final del primer modelo propuesto. ....	88
<b>Figura 6.</b> Análisis de sensibilidad del primer modelo propuesto.....	90
<b>Figura 7.</b> Asignación de datos para el segundo modelo propuesto.....	92
<b>Figura 8.</b> Iteración final del segundo modelo propuesto.....	93

## LISTA DE GRAFICOS

CONTENIDO	Pág.
<b>Grafico 1.</b> Número de personas por vivienda.....	68
<b>Grafico 2.</b> Frecuencia de baño al día.....	69
<b>Grafico 3.</b> Tiempo de duración del baño.....	69
<b>Grafico 4.</b> Frecuencia de uso del excusado.....	70
<b>Grafico 5.</b> Tipo de Excusado.....	70
<b>Grafico 6.</b> Uso de la lavadora en una semana. ....	71
<b>Grafico 7.</b> Tipo de lavadora.....	71
<b>Grafico 8.</b> Frecuencia de uso del lavamanos.....	72
<b>Grafico 9.</b> Tiempo de duración en el lavamanos.....	72
<b>Grafico 10.</b> Frecuencia de uso del lavaplatos.....	73
<b>Grafico 11.</b> Tiempo de duración en el lavaplatos.....	73

## LISTA DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Indicador por reclamos de acceso al servicio durante 2018.....	5

<b>Tabla 2.</b> Operacionalizacion de variables. ....	39
<b>Tabla 3.</b> Resumen de las capacidades del SRC I.....	48
<b>Tabla 4.</b> Resumen de las capacidades del SRC II .....	52
<b>Tabla 5.</b> Resumen de la operatividad del SRC I en Valencia .....	57
<b>Tabla 6.</b> Resumen de la operatividad del SRC II en Valencia .....	58
<b>Tabla 7.</b> Análisis del plan de abastecimiento de Hidrocentro C.A .....	62
<b>Tabla 8.</b> Análisis del acceso al servicio según parroquias. ....	64
<b>Tabla 9.</b> Población proyectada para el año 2019.....	67
<b>Tabla 10.</b> Variables involucradas en el consumo de agua potable.....	74
<b>Tabla 11.</b> Consumo de agua potable en condiciones normales.....	75
<b>Tabla 12.</b> Volumen de agua potable por habitante.....	76
<b>Tabla 13.</b> Demanda de agua potable proyectada.....	77
<b>Tabla 14.</b> Costos de producción para el año 2018. ....	78
<b>Tabla 15.</b> Costos de producción proyectados para el año 2019. ....	80
<b>Tabla 16.</b> Relación de costos operatividad-áreas de distribución. ....	81
<b>Tabla 17.</b> Costo del litro de agua potable por área de Parroquia. ....	82
<b>Tabla 18.</b> Costos implicados en la realización del trabajo de investigación. ....	98
<b>Tabla 19.</b> Comparación de los beneficios económicos. ....	99
<b>Tabla 20.</b> Comparación de la cobertura semanal. ....	101



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA,  
EDO. CARABOBO**

**Autor(es):** Salcedo Ruiz Roberto Carlos  
Guarino Masellis Vito Enrique

**Tutor:** Ing. José Manuel Sánchez

**Fecha:** enero 2019

**RESUMEN**

El presente trabajo de grado, es una investigación factible que trata sobre una propuesta de optimización en la distribución de agua en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo; realizada debido a la discontinuidad irregular en la distribución de agua potable como consecuencia del crecimiento del consumo poblacional y de la gestión deficiente del servicio por parte de la empresa responsable. En relación a lo anterior, se recopiló información a través del análisis de documentos, la observación directa y la realización de encuestas, que permitieron conocer las variables involucradas en la distribución de agua potable; dichas variables fueron analizadas y permitieron la estructuración de modelos matemáticos de transporte que plantean escenarios óptimos de consumo, los cuales sirvieron como base para proponer un plan de optimización de la distribución de agua potable, basado en aspectos gerenciales que amplían la gestión eficiente del recurso, operativos que mejoran la distribución y de marketing que concientizan a la población; mejorando la calidad de vida de los habitantes y controlando el consumo de la población. Al culminar este trabajo de investigación, con el respectivo análisis e interpretación de los resultados, se llegó a la conclusión de que la escasez de agua potable se debe a la inoperatividad de las plantas potabilizadoras a su máxima capacidad, en relación a una demanda poblacional que sobrepasa la disposición en las condiciones actuales; por último, se hicieron una serie de recomendaciones orientadas al mejoramiento técnico de la distribución de agua potable, al estudio de las condiciones físicas del sistema de tuberías en la zona de estudio y al ahorro del agua potable.

**Descriptores:** Modelo Matemático de Transporte, Distribución de Agua Potable, Variables Involucradas en la Distribución.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se presenta la propuesta de un plan de optimización de la distribución de agua potable en el municipio Valencia, Edo. Carabobo, junto con el análisis de la información que este comprende para la elaboración del mismo; debido a que los habitantes de la zona en estudio se encuentran siendo afectados por los continuos cortes del servicio de distribución de agua potable que gestiona la empresa Hidrocentro C.A; manteniéndose un alto índice de reclamos en dicha empresa, por inaccesibilidad al recurso durante 2018.

Es bien conocido que la escasez de agua a nivel mundial es un problema que ha venido creciendo a lo largo de los años, sin embargo, es posible optimizar la distribución de agua en las comunidades, a fin de aprovechar mejor la disposición de este vital recurso natural.

Para realizar este plan optimización, se inició diagnosticando la situación actual que vive el Municipio, mediante la búsqueda de información documental en la empresa Hidrocentro C.A, la observación directa y la realización de encuestas, determinando las variables principales involucradas directamente al problema. Posteriormente, se analizaron y clasificaron los datos obtenidos y luego se diseñaron cuatro modelos matemáticos de transporte, mediante la utilización de técnicas de investigación de operaciones y estadística, los cuales fueron la base para propuesta que soluciona el problema y contribuye en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes; y se finalizó con la realización de la evaluación Costo-Beneficio para verificar la factibilidad del trabajo de investigación.

El plan de optimización en la distribución de agua potable trae consigo mejoras en el ámbito gerencial para la empresa Hidrocentro C.A, incrementando las condiciones de gestión efectiva del recurso; operativo, el cual distribuye de manera eficiente la distribución del agua en condiciones actuales y asegura un cumplimiento de la demanda futura del recurso al mantener las condiciones operativas a su máximo porcentaje; y por último, en el marketing, apoyando a la reducción y concientización del consumo de agua por parte de la población con la finalidad de preservar el recurso natural.

Al finalizar la investigación, se concluyó que la escasez de agua potable que afecta a la población del Municipio Valencia, se debe al alto consumo de la población y al bajo rendimiento operativo que mantiene la empresa que presta el servicio, por lo que se recomendó poner en marcha el plan de optimización de la distribución; concientizar a la población para disminuir el consumo diario y realizar un estudio que considere aspectos físicos, en todo el sistema de tuberías del sistema regional del centro involucrado en la zona de estudio.

En relación a lo anterior, la presente investigación se encuentra estructurada de la siguiente forma:

- Ø **Capítulo I El Problema:** Planteamiento del problema, Formulación del problema, Objetivo general, Objetivos específicos, Justificación del problema y Alcance.
- Ø **Capítulo II Marco Teórico:** Antecedentes de la investigación, Bases teóricas y Términos básicos.
- Ø **Capítulo III Marco Metodológico:** Tipo de Investigación, Diseño de la investigación, Nivel de investigación, Población y Muestra, Técnicas e instrumentos de recolección de datos y Fases metodológicas.
- Ø **Capítulo IV Resultados:** Fase I: Diagnostico de la situación, Fase II: Identificación de Variables, Fase III: Diseño del Plan de Optimización, Fase IV: Evaluación Costo-Beneficio.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema.**

El agua es una sustancia química compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, siendo su fórmula química  $H_2O$ ; se considera un recurso natural prioritario para la conservación de la vida del planeta, ya que sin ella ningún tipo de vida puede sobrevivir, ocupa el 70% de la superficie de la tierra, equivalente a aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes de la misma, presentándose en forma de mares, océanos, ríos, vertientes, lagos, lagunas y glaciares.

Las últimas ediciones del informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo publicados por ONU-Agua en los años 2009, 2012 y 2015 han dejado claro que el agua tiene un importante papel en todos los sectores de la economía y que como recurso es esencial para cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Profundizando también en cómo las distintas crisis globales ocurridas recientemente, como el cambio climático, la falta de energía, la seguridad alimentaria, la recesión económica y las turbulencias financieras, están relacionadas entre sí y tienen un impacto sobre el agua.

En vista de lo anterior se puede considerar que el agua forma parte del desarrollo del mundo y es fundamental para el crecimiento socioeconómico, la generación de energía, la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos; sin omitir el hecho de que forma parte crucial de la adaptación al cambio climático y es el vínculo crucial con el medio ambiente.

Actualmente, la mayor parte de la población mundial cuenta con acceso al agua potable, sin embargo, existen, países de bajos recursos económicos, en donde las comunidades no disponen del preciado líquido en las condiciones adecuadas para su consumo, ya sea porque el mismo no ha sido sometido a algún tratamiento necesario o

porque la capacidad que tienen los centros de distribución no es la suficiente y por lo tanto se suministra de manera discontinua.

Los servicios de abastecimiento de agua potable específicamente en Venezuela para el año 2000 se caracterizaban por tener una cobertura amplia en cuanto a su población, sin embargo, las inversiones en el sector han sido cambiantes durante las últimas décadas; reflejando en cierta medida las fluctuaciones económicas del país y que, a pesar de los esfuerzos hechos para fomentar el crecimiento y desarrollo del sector, su avance no ha sido constante.

Hoy en día existen diversas fuentes de información que indican el nivel de acceso al agua potable para los habitantes; según el Instituto Nacional de Estadística (INE); para el año 2001 el 82% de la población del país (4.2 millones de habitantes) contaba con acceso a agua potable y solo el 18% (4.1 millones de habitantes) carecían de acceso a agua entubada; y según datos oficiales de la empresa Hidrológica de Venezuela (HIDROVEN), en 2007 el acceso a servicios de agua potable estaba disponible para el 92% de la población (94% y 79% de la población urbana y rural respectivamente).

Sin embargo, es importante destacar que los indicadores y estadísticas de cobertura del servicio de agua potable se refieren a que dispone de infraestructura para la conducción del agua, mas no necesariamente a la disponibilidad del agua de manera continua y bajo condiciones de calidad. Dicho esto, es de conocimiento popular que el agua en Venezuela desde hace varios años ha empezado a considerarse un bien escaso como resultado de ciertas tendencias que son hasta cierto punto inevitables, especialmente el crecimiento de la población, que genera aumentos en la demanda de agua para producción de alimentos, usos domésticos, industriales y de cuidado ambiental.

En este propósito se sabe que para el año 2016 según el Banco Mundial, la población de Venezuela era de 31,57 millones y se estimaba una tasa anual de crecimiento del 1,3%; sin embargo, este dato solo permite visualizar la crisis por demanda de agua que la población venezolana puede sufrir en un futuro. Hecha la

observación anterior, debe resaltarse entonces que para la época actual no existe un indicador que represente la continuidad con la cual una comunidad tiene acceso a los servicios de agua potable. No obstante, es bien conocido que en el país se mantienen planes de abastecimiento y racionamiento, reportándose zonas que sólo reciben agua potable una o dos veces por semana.

Según los medios de comunicación y la sociedad civil del país, cada día existe un mayor número de zonas que sufren de restricciones al servicio de agua potable; situación que se ha mantenido presente y que hasta el día de hoy mantiene en descontento a los habitantes de las diferentes comunidades, quienes esperan algún tipo de respuesta por parte de alguna de las entidades responsables del servicio.

Un caso típico de escasez de agua potable se presenta en las comunidades ubicadas en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo en Venezuela, donde como consecuencia directa del crecimiento continuo de la población y de la falta de inversión en obras civiles por parte de los organismos que gestionan el vital recurso, los habitantes tienen una mala calidad de vida marcada por la discontinuidad del flujo de agua; hecho que durante los últimos años ha generado quejas y reclamos en cuanto a la calidad del servicio que presta la empresa que administra el agua en el municipio, Hidrocentro C.A. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Indicador por reclamos de acceso al servicio durante 2018.

	<b>PRIMER TRIMESTRE</b>	<b>SEGUNDO TRIMESTRE</b>	<b>TERCER TRIMESTRE</b>	<b>CUATRO TRIMESTRE</b>
<b>Reclamos técnicos recibidos (RT<sub>R</sub>)</b>	15.841	18.337	27.855	19.801
<b>Reclamos técnicos atendidos (RT<sub>A</sub>)</b>	4.169	5.126	7.944	5.799
<b>Efectividad en reclamos</b>	26,3%	28,0%	28,5%	29,3%

**Fuente:** Hidrocentro C.A (2018)

Estas interrupciones según la empresa, pueden tener una duración de hasta doce (12) horas y se presentan entre (2) y cuatro (4) veces por semana dependiendo del área de distribución del Municipio Valencia. No obstante, hay comunidades del Municipio en donde los habitantes alegan, que cada vez resulta más fácil decir los días en los que no pueden disfrutar del servicio de agua potable, que aquellos en los que sí, son capaces de hacerlo, añadiendo, además, que solo llega durante cuatro (4) a (6) horas; algo que coincide con el plan de distribución que mantiene actualmente Hidrocentro C.A. (Ver Anexo C)

Por la problemática anteriormente expuesta en conjunto con la importancia y función del agua para la humanidad, fue necesario analizar el caso que se presenta en el Municipio Valencia; lo cual incluyó el estudio del plan de distribución de agua potable que existe actualmente, la capacidad de bombeo de las fuentes de abastecimiento de la empresa que presta el servicio y la demanda de la población; para así determinar y cuantificar las causas que inciden en el problema, con la finalidad de establecer los aspectos a seguir para mejorar la continuidad y las condiciones del distribución de agua potable, así como contribuir a la satisfacción y calidad de vida de los habitantes que hacen vida en el municipio y buscan una solución efectiva e inmediata al problema.

## **1.2 Formulación del problema.**

Frente a esta situación, los autores de este trabajo de grado se plantearon la siguiente interrogante:

¿Cómo disminuir la escasez generada por las interrupciones del servicio de agua potable que se presentan en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo?

## **1.3 Objetivos de la investigación.**

### **1.3.1 Objetivo general.**

Proponer un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de herramientas de ingeniería, que

permita disminuir las interrupciones del servicio de agua potable, y contribuir en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes.

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de los datos aportados por la empresa Hidrocentro C.A.
- Identificar las variables que inciden en el suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, mediante el estudio de datos históricos, la proyección de variables y el uso de encuestas.
- Diseñar modelos matemáticos que permitan la elaboración del plan optimización del servicio de agua potable que se presta en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, basándose en el análisis de las variables identificadas.
- Evaluar la relación costo-beneficio del plan de optimización propuesto.

### **1.4 Justificación.**

Durante la última década en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, se están presentando problemas con el servicio de distribución de agua potable, que generan un impacto significativo en las actividades comunes de esta sociedad, ocasionando que los habitantes tengan una mala calidad de vida marcada por la discontinuidad del flujo de agua y que constantemente existan disconformidades y reclamos dirigidos hacia Hidrocentro C.A por la calidad del servicio.

Siguiendo este orden de ideas es lógico pensar que en la medida que el agua potable se distribuya en condiciones inadecuadas, específicamente en el caso de la discontinuidad, una serie de consecuencias negativas pueden presentarse debido a la acumulación de agua de manera preventiva.

En primer lugar, el agua tiene mayor probabilidad de sufrir contaminación al estar expuesta al ambiente; en segundo, si esta permanece en recipientes abiertos durante muchos días puede volverse una fuente generadora de mosquitos transmisores de enfermedades, así como de bacterias; y, en tercer lugar, el impacto negativo en las

condiciones de consumo de agua potable, puede generar bajos rendimientos en la productividad general del país.

Además, la crisis actual de la distribución de agua potable, obliga a los habitantes de las comunidades a necesitar y pagar por camiones cisterna, grandes sumas de dinero, para obtener menos de diez (10) mil litros de agua para los tanques de sus viviendas o edificios; lo que es un duro impacto económico para el ciudadano.

Cabe resaltar también que, a nivel de redes de distribución, un alto riesgo de contaminación se produce en aquellas tuberías de agua en donde existen presiones negativas prolongadas (periodo en que no existe flujo de agua), lo que genera la intrusión de aguas no potables a través de las juntas, grietas y fracturas que podrían presentarse en dichas tuberías.

Por estas razones, esta investigación tiene como objetivo proponer un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, que sea capaz de mejorar la situación actual ya mencionada, lo cual traerá los siguientes beneficios:

- Definir las causas que están originando fallas en el servicio y que mantienen en descontento a la población del Municipio.
- Diseñar modelos matemáticos de transporte en donde se describa la distribución óptima del agua potable que es bombeada hacia las áreas de consumo dentro del Municipio Valencia, Edo. Carabobo.
- Contribuir a la satisfacción de los habitantes y mejorar calidad de vida de los mismos, lo que disminuirá el descontento y críticas del servicio hacia la empresa Hidrocentro C.A.
- Aportar una base de análisis e información, para la universidad y los futuros estudiantes que quieran realizar mejoras en el Área de ingeniería industrial y otras ciencias relacionadas.

## **1.5 Alcances**

Se buscó disminuir el efecto de escasez generado por las interrupciones del servicio de agua potable que se presentan en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, mediante el estudio de la distribución actual de agua potable, desde la fuente de suministro hasta los puntos de consumo; la clasificación de documentos e información aportados por la empresa Hidrocentro C.A, y la realización para describir y determinar el consumo de agua potable de la población. Con la finalidad de conseguir los datos necesarios que permitieron el análisis y la solución del problema, mediante la realización del plan de optimización en la distribución de agua potable que cambia las condiciones actuales de escasez de agua e interrupciones del servicio, y que además, contribuye en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

El marco teórico comprende la sustentación teórica de la investigación. Al respecto Mijares y García, (2007), en las Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado señalan que, “el marco teórico constituye un aspecto de mucha importancia dentro de la investigación. En términos generales, representa la “explicación” teórica para comprender la naturaleza del hecho investigado, o lo que es lo mismo, sustentar teóricamente el estudio”. (p.11)

#### **2.1 Antecedentes de la investigación.**

Este trabajo de investigación fue necesario respaldarlo a través de otros estudios ya realizados, que guardan relación con el desarrollo del tema y el objeto de estudio. A continuación, se presentan aquellos trabajos de investigación similares, cuyo contenido aporta referencia significativa para el desarrollo de este trabajo de investigación.

En primer lugar, Gutiérrez, M. (2013) en su trabajo de grado presentado en la Universidad Central de Venezuela, para optar por el título de Magister Scientiarum en Ingeniería Sanitaria, titulado: “**Análisis de la incidencia de la discontinuidad del suministro de agua potable en la calidad del servicio en las parroquias Fila de Mariches y La Dolorita del estado Miranda**”, presento un diagnóstico de la situación actual en estas parroquias, señalando las zonas críticas y de alta vulnerabilidad en las redes de distribución de agua; y analizo la incidencia de la discontinuidad del suministro de agua potable en la calidad del servicio. Concluye que en base a las estimaciones teóricas del caudal que se maneja en la zona de estudio, existe un déficit de agua, que se refleja en la forma del suministro de agua de manera intermitente a las parroquias del estudio; así como también que el suministro de agua mediante camiones cisterna presenta una elevada influencia en los habitantes de estas zonas.

Este trabajo fue de gran aporte para el desarrollo de esta investigación, por las herramientas de ingeniería empleadas para el diagnóstico y análisis de la situación problemática en las parroquias, las cuales tienen características similares a las abordadas en este trabajo para el análisis del caso del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Además, el mismo también fue de ayuda en cuanto a la metodología para la recolección e investigación de información en las empresas de distribución de agua potable.

Asimismo, Baltazar, G. (2013) en su trabajo especial de grado presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar al título de Administrador de Empresas, titulado: **“Utilización del modelo de transporte para determinar la distribución óptima de los productos en una comercializadora de absorbentes”**, evaluó el funcionamiento de las rutas de transporte de una comercializadora que no aplicaba el criterio de minimización de costos de distribución; a través de información documental y de campo, lo cual le sirvió como base para formular una propuesta técnica y viable para minimizar costos en relación a los kilómetros de distancia recorridos, basándose en el modelo matemático de transporte. Su conclusión demuestra que es posible encontrar una solución óptima a un modelo matemático de transporte, que permita aumentar la eficiencia y eficacia de las rutas establecidas, minimizando los costos.

Esta investigación fue de apoyo a este trabajo de grado, debido a que en la misma aplicaron y describieron diversos modelos matemáticos de transporte, que llevaron a encontrar soluciones factibles que mejoran la eficiencia del transporte en la empresa estudiada. El modelo de transporte que proporcionó la solución óptima factible fue el resuelto mediante el método de Vogel, el cual generó el mejor recorrido de las rutas para minimizar los costos; por esta razón, este trabajo de grado guarda una estrecha relación con el presente, debido a que se utilizaron los mismos métodos de solución de modelos de transporte.

Por último, Gonzalez, L. (2015) en su tesis de grado presentada en la Universidad de Carabobo, para optar al título de Administrador de Empresas, titulado:

**“Diseño de estrategias gerenciales que plantean mejoras en el servicio al cliente para el área de servicio postventa del sector automotriz en el estado Carabobo”**, en este Trabajo el autor realizó la investigación en una empresa del ramo automotriz donde el objetivo principal fue determinar la percepción del cliente respecto a la calidad de servicio que recibe de la empresa en términos de fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y elementos tangibles con la finalidad de poder plantear acciones de mejora como parte de una estrategia de diferenciación en el servicio a clientes.

De lo anterior, dicha investigación sirvió de base para la realización de la propuesta, debido a que describe pautas gerenciales, operativas y de marketing que deben ejecutarse para el mejor funcionamiento del servicio dentro de la empresa en estudio a fin de mejorar las condiciones de servicio al cliente.

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Investigación de operaciones.**

Las primeras aplicaciones de la investigación de operaciones se desconocen, sin embargo, hay indicios de que las primeras actividades se dieron en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se encomendó a un equipo de científicos estadounidenses a tomar decisiones acerca de la mejor utilización de los recursos bélicos para las áreas que se veían afectadas por dicha guerra. (Taha, 2004, p.1)

Esta teoría de la toma de decisiones, se ha constituido como un valioso y a la vez poderoso instrumento para la ingeniería y la administración de empresas, porque permite estructurar los elementos y variables del mundo real, en modelos matemáticos, para la toma de decisiones, con el fin de seleccionar la mejor solución al problema presentado.

La investigación de operaciones es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas (hombre-máquina), a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de toda organización. (Prawda, 2004, p.19)

### **2.2.1.1 Análisis cuantitativo de la investigación de operaciones.**

A continuación, se nombran y describen las fases del análisis cuantitativo de la investigación de operaciones según Castillo E. (2002) en su libro **“Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia”**:

#### **A. Definición del problema**

El inicio del enfoque del análisis cuantitativo es el desarrollo del planteamiento del problema, el cual debe ser claro y conciso, dado que es la base y dirección para las siguientes fases; en la primera fase se describen los objetivos y las restricciones que se deben tomar en cuenta dentro del campo de estudio.

#### **B. Desarrollo del modelo matemático**

Ya definido el problema, es necesario analizar y desarrollar una representación matemática que permita visualizar la situación, al realizar esta fase, el investigador podrá obtener un campo de análisis que le permitirá manejar y evaluar de forma eficiente las mejores alternativas de solución para el problema planteado.

#### **C. Adquisición de datos de entrada**

La siguiente fase se enfoca en la búsqueda de los datos de entrada, es decir, los datos que se utilizarán en el modelo matemático ya desarrollado. Los datos que se deben buscar son los que están relacionados con las características del modelo, encontrando los valores de las variables dependientes y controlables.

#### **D. Desarrollo de la solución**

La obtención de una solución implica que el modelo matemático desarrollado, sea manipulado con el fin de obtener la solución óptima para el problema, y así mejorar su efectividad dentro del campo de los objetivos fijados.

#### **E. Prueba de la solución**

Antes de dar inicio al análisis e implementación de una solución, es necesario que sea comprobada en su totalidad, porque la solución depende de los datos de entrada como también, del modelo matemático, por lo tanto, se deben comprobar ambos, determinando la precisión y la integridad de los datos utilizados por el modelo.

## **F. Análisis de los resultados**

La solución obtenida proyecta algún tipo de acciones o cambios en la forma de operación, y por lo tanto se debe tomar en cuenta que el análisis de los resultados inicia con el alcance de la solución.

## **G. Implementación de los resultados**

Ésta es la fase final del análisis cuantitativo, lo que implica que se pueden implementar resultados, es decir, poner en marcha todas las fases descritas con anterioridad y con ello incorporar la solución a la compañía.

### **2.2.2 Modelos matemáticos.**

Un modelo matemático es una representación simplificada o abstracción de la realidad, requiere datos cuantificables, expresados en forma numérica; debe estar establecido en variables de resultado, decisión y no controlables; y está compuesto de ecuaciones y desigualdades que representan la esencia del problema que se requiere solucionar.

#### **2.2.2.1 Definición.**

El modelo matemático permite despejar el problema planteado, estructurándolo mediante una serie de variables y restricciones que incidan en él; de tal forma que se pueda encontrar directamente la solución factible de cualquier situación que se desee conocer, a continuación, se cita una referencia:

En la investigación de operaciones se usan fundamentalmente modelos matemáticos, es decir, la representación del sistema real se hace mediante ecuaciones matemáticas que representan el objetivo por alcanzar y las restricciones para lograrlo. Si el modelo matemático es una buena representación de la situación real, la solución del modelo es una buena solución del problema real. (Munguía, 2005, p.22)

#### **2.2.2.3 Tipos de modelos matemáticos.**

Existen dos tipos de modelos matemáticos, los cuales son la representación de problemas en distintos grados de abstracción.

**Modelo de Simulación:** es un modelo en donde se divide el sistema representado en módulos básicos o elementales que después se enlazan entre si vía relaciones lógicas bien definidas.

En este modelo, las operaciones de cálculos pasaran de un módulo a otro hasta que se obtenga un resultado de salida. Los modelos de simulación, ofrecen mayor flexibilidad al representar sistemas complejos, pero esta flexibilidad no está libre de inconvenientes. La elaboración de este modelo suele ser costoso en tiempo y recursos.

**Modelos Formales:** Se usan para resolver problemas cuantitativos de decisión en el mundo real. Algunos modelos en la ciencia de la administración e ingeniería son llamados modelos determinísticos. Esto significa que todos los datos relevantes (es decir, los datos que los modelos utilizarán o evaluarán) se dan por conocidos. En los modelos probabilísticos (o estocásticos), algunos de los datos importantes se consideran inciertos, aunque debe especificarse la probabilidad de tales datos.

#### **2.2.2.4 Construcción de un modelo matemático.**

Desarrollar modelos cuantitativos en un ambiente de industrial es de suma importancia, ya que, para lograr la solución óptima, la esencia del problema debe ser representado por términos matemáticos.

El modelo matemático se construye, primeramente, por definir situaciones administrativas que conducen a las variables de decisión, además identificar y definir de manera clara y concisa los objetivos, extrayendo el primordial, el cual debe ser planteado de forma matemática, así también, el de las restricciones que son condiciones o limitantes del problema.

#### **2.2.3 Programación lineal.**

La programación lineal se aplica a modelos de optimización en los que las funciones objetivo y restricciones son estrictamente lineales. La técnica se aplica en una amplia variedad de casos, en los campos de agricultura, industria, transporte, economía, salud, ciencias sociales y de la conducta, y militar. (Taha, 2004, p.11). Por lo tanto, es una herramienta que utiliza un modelo matemático para describir un

problema y cuando es analizada, se obtiene toda la información disponible y necesaria para tomar decisiones correspondientes.

Es una técnica matemática de solución a problemas que requieren la definición de los valores de las variables involucradas en la decisión, para optimizar un objetivo a alcanzar dentro de un conjunto de limitaciones o restricciones, que constituyen las reglas del juego. Ésta técnica permite analizar los recursos de producción para maximizar las utilidades y minimizar los costos.

La programación lineal, juega un papel importante en el entorno empresarial e industrial, por su parte Hanna, M. (2006) en su libro titulado: Métodos cuantitativos para los negocios, se menciona que “La programación lineal es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, diseñada para ayudar a los administradores en la planificación y toma de decisiones con respecto a la asignación de recursos.” (p.242); demostrando así, que esta técnica o método es necesaria para analizar los riesgos de cualquier operación.

### **2.2.3.1 Aplicaciones de la programación lineal**

Las aplicaciones de la programación lineal son diversas y abarcan la mayor parte de problemas que se presentan en las Áreas funcionales del sector empresarial, sin embargo, puede ser aplicada a cualquier problema en la vida. A continuación, se citan algunas aplicaciones.

#### **A) Aplicaciones en economía**

En la actualidad el mercado de inversión es muy elevado y riesgoso; lo que requiere de decisiones certeras. La programación lineal permite a los tomadores de decisiones, comprender cómo los acontecimientos económicos y políticos pueden afectar a la empresa y qué medidas deben, los empresarios, de poner en práctica para reducir los riesgos.

#### **B) Aplicaciones en mercadotecnia**

Dentro del campo de la mercadotecnia, la programación lineal se puede utilizar para determinar ventas por zona, visualización de escenarios de percepción al público, combinación de medios publicitarios para campañas publicitarias (radio, pautas en

televisión, cines, periódicos, revistas, vallas publicitarias), presupuestos óptimos, promoción de ventas, canales de Marketing efectivos, etc. El objetivo que se persigue es minimizar costos o Maximizar ganancias con las distintas restricciones que impliquen la utilización de las estrategias: como los ingresos disponibles, acciones de los competidores, etc.

**C) Aplicaciones en ingeniería.**

En el transcurso de los años las empresas e industrias de todo el mundo, se han ido desarrollando gracias a la utilización de la programación lineal; una técnica matemática que sirve para resolver problemas y tomar decisiones, como por ejemplo, las cantidades de producto a producir, niveles de inventarios, mezclas óptimas, horarios, problemas de transporte, número de envíos con las variables de costo total, nivel de calidad, pedidos de materia prima, oferta, demanda y restricciones, tales como: capacidad de las máquinas, tecnología, precio de materia prima, etc. Esto con el fin de optimizar las ganancias, minimizar los costos de transporte, las cantidades a producir y la compra de materia prima.

**D) Aplicaciones en recursos humanos**

La aplicación de la programación lineal a la solución de problemas con respecto a la contratación de personal, también es atinente a la demanda del servicio que presta la entidad, asignación de personas aptas para realizar con mayor destreza alguna de las actividades, también a problemas para conocer las estrategias de motivación pertinentes, esto con el fin de determinar el número de personal a contratar, asignaciones de tareas, horarios que se deben prestar e implementación de estrategias eficientes, además se deben establecer las restricciones: entre ellas la demanda que se tiene que cubrir, tiempo disponible para laborar, número de personal disponible y honorarios.

**2.2.3.2 Formulación de un problema de programación lineal.**

Cada problema de programación lineal se formula analizando detenidamente el enfoque del problema que se desea solucionar e identificando claramente sus componentes principales, los cuales son las variables de decisión, función objetivo y

restricciones del problema. (Yapura, 2002, p.2). A continuación se describen y explican:

- **Definición de las variables de decisión:** establecer los parámetros que conforman el modelo de programación lineal representados simbólicamente por algún tipo de letra.
- **Formulación de la función objetivo:** este paso muestra la relación existente, por ejemplo, entre la producción total y la utilidad máxima que se pretende alcanzar, o el Mínimo Costo para llevar a cabo dicha producción, o cualquier otro objetivo que se desee alcanzar.
- **Planteamiento de las restricciones:** Es necesario formular limitaciones o restricciones, que permitan observar las condiciones con que se cuenta para resolver el problema, ya que hay recursos limitados y situaciones que limitan la realidad.

### **2.2.3.3 Conceptos básicos para la formulación de un problema de programación lineal.**

Para la comprensión de la construcción de un problema de programación lineal y la elaboración de un modelo matemático, se describen algunos conceptos cuya utilización y aplicación es necesaria a la hora de estructurar un caso de investigación de operaciones.

#### **A) Función objetivo**

La función objetivo es una relación entre variables de decisión y un objetivo único estimado, es decir, una expresión matemática dada como una función lineal que se va a maximizar o minimizar, expresada de la siguiente forma:

$$\text{F.O: Maximizar o Minimizar } Z = X_1 + X_2 + X_3.$$

Donde:

- Ø F.O. siglas de función objetivo.
- Ø Z: objetivo a alcanzar.
- Ø X: variables de decisión.

**B) Variables de decisión**

Las variables de decisión son números reales may

con el trazo de rectas horizontales, verticales y diagonales para determinar un Área de solución común.

Una de las ventajas del método gráfico es que es fácil de aprender, ya que el proceso resuelve sistemas de inecuaciones de primer grado y, una desventaja, es que solo es útil con modelos que tienen dos o tres incógnitas, ya que se vuelve muy complicado de visualizar, al tratarse de más dimensiones.

Para maximizar, se busca el resultado con el mayor valor de  $Z$  y se realiza la comprobación de las restricciones, sustituyendo las variables de las desigualdades restrictivas. En la minimización se selecciona el menor valor de  $Z$  y se realiza la comprobación de las restricciones, sustituyendo las variables de las desigualdades restrictivas.

#### **2.2.4.2 Métodos tabulados.**

Estos métodos tienen como origen el método simplex, basándose en la búsqueda de soluciones factibles, ya sean mediante la maximización, que se utiliza para obtener una combinación óptima de las variables de decisión, con el fin de maximizar la función objetivo, como ejemplo, aumentar el rendimiento de utilidades; o para la minimización de la función objetivo, que tiene como finalidad mediante un procedimiento algebraico, llegar a una combinación óptima.

##### **A) Método simplex**

El método simplex, también conocido como algoritmo simplex, implica un procedimiento en forma algebraica que permite repetidamente mejorar una solución básica hasta encontrar un programa óptimo o solución óptima. Por otra parte, este método es factible para la solución de problemas de programación lineal, siempre y cuando en la estructuración del modelo matemático, se tengan más de dos variables de decisión.

Una propiedad general del método simplex es que resuelve la programación lineal en iteraciones. Cada iteración desplaza la solución a un nuevo punto esquina que tiene potencial de mejorar el valor de la función objetivo. El proceso termina cuando ya no se pueden obtener mejoras. (Taha, 2004, p.71)

## **B) Método Dos-M**

Corresponde a una variación del método simplex para penalizar la presencia de variables artificiales, mediante la introducción de una constante  $M$  definida como un valor muy grande, aunque finito. También se puede usar el Método de las Dos Fases para resolver problemas que contengan restricciones de  $\geq$  o  $=$ .

## **C) Método de Dos Fases.**

Es una variante del método simplex, que es usado como alternativa al Método de la Gran  $M$ , donde se evita el uso de la constante  $M$  para las variables artificiales. Se describe de la siguiente manera:

- **Fase Uno:** minimizar la suma de las variables artificiales del modelo. Si el valor de la  $Z$  óptima es cero, se puede proseguir a la Fase Dos, de lo contrario el problema no tiene solución.
- **Fase Dos:** con base en la tabla reclinable de la fase uno, se elimina de las restricciones las variables artificiales, y se reemplaza la función objetivo, por la función objetivo original y se resuelve a partir de la resultante, con el método Simplex tradicional.

### **2.2.5 Modelo de transporte.**

La resolución de este tipo especial de problema de programación lineal a través del método simplex es muy laboriosa, es por ello que a partir de este método se desarrolla un modelo más práctico, el modelo de transporte, que es un método de solución especial de la programación lineal.

Entre los problemas más recurrentes en el tema de transporte de cualquier empresa desde el punto de vista económico, está el de trasladar un bien (materia prima, producto terminado etc.) al lugar de destino, de forma eficiente y eficaz, con el fin de minimizar los costos, es por ello que se han desarrollado algoritmos o procedimientos a partir del método simplex uno de los métodos de solución de la programación lineal, ya que los problemas también pertenecen al tipo de asignación de recursos, siempre y cuando el objetivo y las restricciones sean lineales.

Los problemas de transporte suelen ser de una estructura más especializada, por lo que son resueltos por otras técnicas más eficientes con respecto a la asignación de recursos, en comparación con las utilizadas por la programación lineal y desde el punto de vista de cálculo, a través de procedimientos especializados.

El objetivo del modelo de transporte según Navarro, M. (1998), en su libro titulado: Transporte Y Asignación Investigación de Operaciones, se establece que el objetivo del modelo de transporte es “Asignar la oferta disponible de cada uno de los centros de producción y orígenes, de tal manera que se optimice algún criterio de efectividad, para satisfacer la demanda de cada uno de los destinos de centros de consumo.” (p.18).

#### **2.2.5.1 Métodos de solución factible.**

Existen tres métodos de solución para problemas de programación lineal, los cuales son; Esquina Nor-Oeste, Mínimo Costo, aproximación de Vogel o de Multas; los cuales contribuyen a una mejor estructuración al inicio del modelo y al alcance de una solución óptima factible. (Taha, 2004, p.178)

##### **A) Esquina Nor-Oeste**

El método de esquina Nor-Oeste es el más sencillo y simple de utilizar, es llamada esquina noroeste porque inicia en la celda o ruta de la esquina superior izquierda, por lo general a éste método se le conoce como la menor probable porque ignora la magnitud de los costos y requiere de futuras iteraciones para la solución.

##### **Ventajas**

- ∅ El método de esquina Nor-Oeste proporciona una solución factible, pero casi nunca la solución óptima.
- ∅ Es fácil de aplicar y se obtiene una solución de manera rápida.

##### **Desventajas**

- ∅ No aporta ningún criterio que permita evaluar sus resultados para conocer si se ha llegado o no a una solución óptima.

- ∅ Toma en cuenta las cantidades de los productos y no el de los costos de transporte, por lo que no presenta una solución favorable.

**Procedimiento:**

- ∅ Plantear el objetivo y determinar si la oferta y la demanda poseen la misma dimensión, de lo contrario se agrega un origen ficticio, si la oferta es menor a la demanda o bien, un destino ficticio, si la demanda es menor a la oferta.
- ∅ Construir la matriz de origen/destino. Después de construir la matriz se inicia asignando lo más que se pueda de cantidad en oferta a la celda superior izquierda para satisfacer la demanda, restando la cantidad asignada cancelando las celdas en las cuales ya no sea posible asignar alguna cantidad y así, ajustar las cantidades de oferta y demanda.
- ∅ Al momento de agotarse la oferta, se realiza la siguiente asignación en la celda de abajo; si la demanda está satisfecha, la asignación siguiente se realiza en la celda de la derecha, las ofertas se agotan recorriendo las celdas de izquierda a derecha y las demandas de arriba hacia abajo.
- ∅ El recorrido termina cuando todas las ofertas y demandas sean iguales a cero.
- ∅ Realizar la descripción de la función objetivo de la distribución factible y el análisis correspondiente

**B) Mínimo Costo**

Este método consiste en determinar al inicio un acercamiento a la mejor solución del modelo, porque se concentra en la asignación de las rutas de menor costo, lo cual lo vuelve un método ideal para acercarse a la solución óptima.

**Ventajas**

- ∅ El método de Mínimo Costo toma en cuenta en el análisis los costos de transporte.
- ∅ Es sencillo y fácil de aplicar.

## **Desventajas**

- ∅ Al igual que el método de esquina Nor-Oeste, el método de Mínimo Costo no aporta ningún criterio que permita establecer si la solución obtenida es la mejor (óptima) o no.

## **Procedimiento:**

- ∅ Plantear el objetivo y determinar si la oferta y la demanda poseen la misma dimensión, de lo contrario, se agrega un origen ficticio si la oferta es menor a la demanda o un destino ficticio, si la demanda es menor a la oferta.
- ∅ Construir la matriz de origen/destino. Habiendo realizado lo anterior, se identifica la celda con el menor costo, si hubiese dos o más celdas con el mismo costo, se toma arbitrariamente una celda siempre y cuando no sea cero, asignando la cantidad de oferta lo más que se pueda a la celda seleccionada para satisfacer la demanda, restando la cantidad asignada cancelando las celdas en las cuales ya no sea posible asignar alguna cantidad y así, ajustar las cantidades de oferta y demanda.
- ∅ Repetir el paso anterior. El recorrido termina cuando todas las ofertas y demandas sean iguales a cero.
- ∅ Realizar el programa de distribución factible y análisis correspondiente, para evaluar su cercanía con la realidad.

## **C) Aproximación de Vogel o de multas.**

Este método es una versión mejorada del método de mínimo costo, que genere mejores soluciones de inicio Este método es una versión mejorada del método de Mínimo Costo, que generalmente suele producir, ya que toma en cuenta los costos, las ofertas y las demandas para realizar las asignaciones.

## **Ventajas**

- ∅ El método de Vogel lleva rápidamente a una mejor solución.

- ∅ Toma en cuenta en el análisis la diferencia entre los menores costos de transporte.

### **Desventajas**

- ∅ Así como el método de la esquina Nor-Oeste y Mínimo Costo, el método de Vogel no aporta criterio que permita determinar si la solución adquirida por este método es la mejor (óptima) o no.

### **Procedimiento:**

- ∅ Plantear el objetivo y determinar si la oferta y la demanda poseen la misma dimensión, de lo contrario se agrega un origen ficticio si la oferta es menor a la demanda o, un destino ficticio, si la demanda es menor a la oferta.
- ∅ Construir la matriz de origen/destino. Se inicia determinando para cada fila una medida de penalización, restando el valor del costo unitario mínimo en la fila con el costo unitario siguiente, al mínimo de la misma fila.
- ∅ Se identifica la fila o columna con la mayor penalización (romper empates en forma arbitraria) después, asignar todo lo posible a la variable que tenga el Mínimo Costo unitario que no sea cero de la fila o columna seleccionada.
- ∅ Ajustar la oferta y la demanda y tachar la fila o la columna que sea satisfecha (si se satisfacen en forma simultánea una fila y una columna, únicamente se tacha una de las dos y el que queda se le asigna oferta o demanda cero).
- ∅ Repetir los tres últimos pasos. El recorrido termina cuando todas las ofertas y demandas sean iguales a cero.
- ∅ Realizar el programa de distribución factible y análisis de sensibilidad correspondiente.

#### **2.2.5.2 Matriz de origen y destino.**

Se presenta un ejemplo de la matriz de origen y destino que se utiliza para la resolución de los métodos de solución factible. Tomando como referencia la descripción de Taha (2004) en su libro “**Investigación Operaciones**”. (Ver Figura 1)

Destino \ Origen	D1	D2	D3	Dn	Disponibilidad en el origen.
O1	X11	X12	..	X1n	A1
O2	X21	X22	..	X2n	A2
:	:	:	:	:	:
Om	Xm1	Xm2	Xm3	Xmn	Am
Requerimientos en el destino.	B1	B2	..	Bn	

**Figura 1.** Matriz Origen-Destino para problemas de transporte.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

La matriz de origen y destino es una figura cuadrada o rectangular, la cual contiene la información de la cantidad disponible de productos en el origen (oferta), cantidad requerida de productos en el destino (demanda) y el costo de transporte por unidades de cada origen a cada destino. Una condición para utilizar los métodos de solución de este modelo, es que la suma agregada de las demandas de todos los centros de consumo sea exactamente igual a la suma agregada de todos los centros de oferta o producción.

A continuación, se describen el significado de los símbolos que se encuentran dentro de la matriz de origen y destino.

Donde:

- Ø O= Origen
- Ø D= Destino
- Ø C=Costo de transporte unitario u otro criterio.
- Ø X=Cantidad a enviar
- Ø A= Disponibilidad en el origen
- Ø B=Requerimiento en el destino
- Ø m=Fila
- Ø n= Columna

### 2.2.6 Análisis de sensibilidad.

El análisis de Sensibilidad determina la influencia de un parámetro o variable en la medida de rendimiento económico. Consiste en introducir cambios o variaciones en la variable (inversión inicial, ingresos brutos, costos operacionales, valor residual, vida o tasa mínima de rendimiento) que se considera crítica dentro de un intervalo de interés, manteniendo el resto de las variables en su valor más probable o en su valor promedio, con el fin de observar el efecto que producen tales cambios en la rentabilidad del proyecto de inversión.

En investigación de operaciones Turban, S (2001) “Intenta evaluar el impacto que los datos de entrada o de las restricciones especificadas a un modelo definido, en el resultado final o en las variables de salida del modelo” esto es sumamente valioso en el proceso de diseño de productos o servicios y en su análisis de viabilidad financiera. Esta metodología de evaluación combinada con las tecnologías de información forma una herramienta muy poderosa para los tomadores de decisiones, es decir, tendríamos un sistema de soporte para la toma de decisiones.

### 2.3 Términos básicos.

Consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema formulado. Algunos conceptos están estrechamente ligados a objetos y a los hechos que representan, por eso cuando se define se busca asegurar que las personas que lleguen a una investigación determinada conozcan perfectamente el significado con el cual se va a utilizar el término o concepto a través de toda la investigación. (Tamayo, 2008, p.147).

**Agua cruda:** es el nombre que recibe el agua que no ha recibido ningún tratamiento, y que generalmente se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas.

**Agua potable:** Se llama agua potable al agua dulce que tras ser sometida a un proceso de potabilización se convierte en agua potable, quedando así lista para el consumo

humano como consecuencia del equilibrado valor que le imprimirán sus minerales; de esta manera, el agua de este tipo, podrá ser consumida sin ningún tipo de restricciones.

**Analizar:** examinar detalladamente una cosa, separando o considerando por separado sus partes, para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones.

**Calidad de vida:** Calidad de vida es un concepto que se refiere al conjunto de condiciones que contribuyen al bienestar de los individuos y a la realización de sus potencialidades en la vida social.

**Costos:** es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción.

**Distribución:** hace alusión en apartar algo entre varias personas, asignando a cada uno lo que corresponde, según la conveniencia, derecho o precepto.

**Escasez:** es la falta de recursos básicos como agua, alimentos, energía, vivienda, etc, que se consideran fundamentales para satisfacer la supervivencia o de recursos no básicos que satisfacen distintas necesidades en las sociedades humanas en varios aspectos.

**Falla:** es una condición no deseada que hace que el sistema o el proceso no funcione correctamente. La falla puede considerarse como el origen de los problemas.

**Ingeniería industrial:** es una de las ramas de la ingeniería, y se ocupa de la optimización de uso de recursos humanos, técnicos e informativos, así como el manejo y gestión óptimos de los sistemas de transformación de bienes y servicios, evaluación de sistemas integrados aplicados en campos de personal, riqueza, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos, con la finalidad de obtener productos de alta calidad o servicios útiles que satisfagan a la sociedad y con alta consideración al medio ambiente.

**Ingeniería:** es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos para la innovación, invención, desarrollo y mejora de técnicas y herramientas para satisfacer las necesidades y resolver los problemas de las empresas y la sociedad.

**Interrupción:** es una situación especial y temporal que suspende algo y no permite que continúe.

**Optimización:** El procedimiento usado en el diseño de un sistema para maximizar o minimizar algún índice de desempeño. Puede implicar la selección de un componente, un principio de funcionamiento o una técnica.

**Requerimientos:** petición de una cosa que se considera necesaria o es de extrema necesidad.

**Satisfacción:** es aquel sentimiento de bienestar o de placer que se tiene cuando se ha colmado un deseo o cubierto una necesidad.

**Suministro:** también llamado distribución, es la acción que está vinculada con la acción de proveer a alguien de algo que necesita.

**Transportar:** es el acto y consecuencia de trasladar algo de un lugar a otro.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En esta sección del Trabajo de Grado se expresan los pasos o metodologías que se deben cumplir para alcanzar el objetivo general que se planteó al inicio de la investigación, es por esto que en esta sección denominada Marco Metodológico, se describe cual es el diseño de investigación, y cuáles serán las herramientas a utilizar.

La metodología de la investigación proporciona una serie de herramientas teórico-prácticas para la solución de problemas mediante el método científico. Estos conocimientos representan una actividad de racionalización del entorno académico y profesional fomentando el desarrollo intelectual a través de la investigación sistemática de la realidad.

#### **3.1 Tipo de investigación.**

La elaboración de un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, se consideró del tipo proyecto factible. En este sentido el manual de la Universidad José Antonio Páez, Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado, define proyecto factible de la siguiente manera:

Consistirá en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, decampo o un diseño que incluya ambas modalidades. (Manual Ujap, 2007, p. 5).

Por otra parte, los Proyectos Factibles de acuerdo a Mijares y García, (2007), establecen que “consistirá en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de

políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”, lo que refuerza la descripción del tipo de investigación de este trabajo de grado.

### **3.2 Diseño de investigación.**

Según Arias (2006), define el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado.” (p.30), lo que da fundamento al objetivo de la investigación.

El diseño a utilizar en esta investigación fue de campo, puesto que al basarnos sobre hechos reales fue necesario llevar a cabo una estrategia que nos permitió analizar la situación directamente en el lugar donde acontece el problema, es decir, en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales. (Manual Upel, 2010, p.18)

### **3.3 Nivel de investigación.**

Según Sabino, (2002) se establece que “Las investigaciones descriptivas se proponen conocer grupos homogéneos de fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. No se ocupan, pues de la verificación de hipótesis”. (p.35)

Tomando como base lo anteriormente expuesto por el autor con conocimiento en la temática de la investigación descriptiva, este proyecto es considerado del tipo descriptivo, ya que se señalan las características de la población y de la zona estudiada para la propuesta de un plan de optimización, así como también se describen los aspectos a considerar para el diseño de modelos matemáticos de transporte y que son necesarios para el mismo, tales como: el estudio de la situación actual, el análisis de variables, el consumo de la población y los costos asociados a la distribución de agua potable..

### **3.4 Población y muestra.**

#### **3.4.1 Población.**

Dentro de este orden de ideas, Tamayo, M. (2008), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.”, (p.114)

En este sentido, la población que se utilizó para el presente estudio está formada por los residentes de ocho (8) parroquias del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, tomando como referencia la cantidad de habitantes del censo realizado en 2011 por el Instituto Nacional de estadística (INE) y proyectándola al año 2019, con una tasa de crecimiento anual del 1,49%, para un total de 924.104 habitantes.

#### **3.4.2 Muestra.**

Según Fortin, (1999), afirma que “La muestra es un sub-conjunto de la población o grupos de sujetos que forman parte de una misma población.”, (p.60). Así mismo Balestrini, (2006), establece que “La muestra estadística es una parte de la población, o sea, el número de individuos u objetos señalados científicamente cada uno de los cuales es un elemento del universo.”, (p.126).

La muestra tiene como finalidad investigar las características particulares de una población. Una muestra aleatoria simple de acuerdo a Fortin (1999), “Es aquella en la cual los elementos de un conjunto se eligen siguiendo unas técnicas que permiten que cada elemento tenga las mismas posibilidades de formar parte de la muestra.”, (p.297); por lo que considerando la cantidad de habitantes que forman parte de la población, se aplicó previamente una prueba para calcular una muestra representativa para la cual se aplicó un muestreo aleatorio simple.

El tamaño de la muestra se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad (\text{Ec-1})$$

$$n_o = \frac{z_\alpha^2 P \cdot Q}{E^2} \quad (\text{Ec-2})$$

**Donde:**

- ∅ N: tamaño del universo
- ∅ n: tamaño de la muestra
- ∅ P: Probabilidad de éxito
- ∅ Q: Probabilidad de no éxito
- ∅ Z: Nivel de confianza
- ∅ no: Factor para el cálculo de la muestra

De acuerdo con esto, se calculó la muestra basándose en la población del Municipio Valencia según el censo realizado por el Instituto Nacional de estadística en el año 2011; proyectándola para el año 2019 según una tasa de crecimiento y migración, con un nivel de confianza del 95%, un error del 5%, representada por 385 habitantes.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.4.1 Técnicas de Recolección de Datos.**

Las técnicas de recolección de datos proporcionan al investigador la información necesaria, oportuna y verdadera sobre el problema planteado. A través de la recolección, no sólo se observa la realidad, sino que se fijan los lineamientos con los cuales se puede dar soluciones a los objetivos de la investigación.

En consideración a este punto, Arias (2006), plantea que “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información.”, (p.53). Las

técnicas de recolección de datos que se utilizarán en la presente investigación fueron la observación directa, la revisión documental y la encuesta; describiéndose a continuación:

- **La observación directa**

Es la acción de observar detenidamente, esta técnica es muy útil para el investigador ya que con este instrumento identifica y analizar la ejecución de un proceso en específico, el objetivo de la observación es muy completo ya que permite al investigador establecer que se está haciendo, como se está ejecutando, quien lo realiza, en qué momento y cuánto tiempo se toma, donde se hace y porque se realiza.

La observación tiende a obtener mayor sentido al nivel técnico del procesamiento de datos, donde las tareas se cuantifican y describen más fácilmente. Entre estas tareas encontramos la recopilación, acumulación y transformación de los datos observados, los requisitos que se deben cumplir al realizar la observación son los siguientes:

- Ø Tener propósitos claros y bien definidos.
- Ø Preciar el tiempo necesario de la observación.
- Ø Obtener la autorización por parte de las personas que van a ser observada para llevar a cabo la observación.
- Ø Controlar los resultados sistemáticamente o por escrito.

Según Tamayo, M. (2008), la observación directa puede describirse como “Aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.18).

En la presente investigación, la misma se aplicó directamente para describir la situación actual de escasez y falta de suministro de agua potable que se vive en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, siendo de forma no estructurada debido a que no se utilizaran categorías establecidas para el registro de los sucesos que se observan, por lo que solo consistió en anotar y registrar los hechos, sin ayuda de medios técnicos, considerando los datos y más importante para la investigación.

- **La revisión documental**

Es una técnica de observación complementaria, que se utiliza en caso de que exista algún registro de acciones, programas y data histórica. La revisión documental permite hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos y también de disponer de información que confirme o haga dudar de lo que el grupo entrevistado ha mencionado.

Para Hurtado (2008), “Es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio” (p.53).

En esta investigación se aplicó la técnica de revisión documental, consultando textos asociados a los sistemas de información bajo digital en forma de presentaciones y manuales; y de forma física mediante la clasificación de documentos aportados por la empresa involucrada en el proceso de estudio.

- **La encuesta**

De acuerdo a Tamayo, M. (2008), la encuesta “es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida” (p.22). Es importante señalar, que esta técnica estuvo dirigida hacia los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, y repartida de acuerdo a la muestra. Entre sus características más representativas, se destacan:

- Ø La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que la información obtenida refleja los aspectos más reales de la población.
- Ø La encuesta permite aplicaciones masivas a grandes poblaciones, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.

- ∅ El interés del investigador no es el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece; de ahí, como se ha mencionado, la necesidad de utilizar técnicas de muestreo apropiadas.
- ∅ La información se recoge de modo estandarizado mediante un cuestionario (instrucciones iguales para todos los sujetos, idéntica formulación de las preguntas, etc.), lo que faculta hacer comparaciones intergrupales.

### **3.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.**

En cuanto a los instrumentos, Arias (2006), establece que “los instrumentos de recolección de datos pueden definirse como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. (p.68). Los instrumentos de recolección de datos que se emplearon en esta investigación son los siguientes:

#### **A) Ficha de Observación**

Para la observación directa, se hizo uso de la ficha como material de recolección de datos para la observación, dado que es un instrumento de la investigación de campo. Este instrumento se usa cuando el investigador debe recolectar datos que aportan otras fuentes como son personas, grupos sociales o lugares donde se presenta la problemática. Se utilizó para conocer y documentar como se encuentra la situación actual del problema en estudio y para registrar, mediante un orden cronológico, práctico y concreto; datos importantes que debían ser analizados y verificados para la solución del problema.

#### **B) Cuestionario**

Para la realización de la encuesta, se utilizó como instrumento el cuestionario, el cual representa un conjunto de preguntas diseñadas que permitieron recolectar datos involucrados al problema, que a su vez fueron necesarios para alcanzar y cumplir los objetivos propuestos al inicio de este trabajo de investigación. El cuestionario permite estandarizar e integrar el proceso de recopilación de datos, concretando las ideas y creencias del investigador. Al respecto, Arias (2006) señala que “es la modalidad de

encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas”. (p.74).

El cuestionario utilizado en la realización de la encuesta de este trabajo de investigación se encuentra conformado por 11 ítems. (Ver Anexo A)

### **3.4.3 Validación del instrumento.**

La validez del instrumento de recolección de datos del presente estudio, se realizó a través de la validez de contenido, es decir, se determinó hasta donde los ítems que contiene el instrumento son representativos del dominio o del universo contenido en lo que se desea medir.

Al respecto, según Morles (2000), la validez de un instrumento “es el grado con el cual un instrumento sirve a la finalidad para la cual está definido” (p.68). En función de ello, se expuso el cuestionario a juicio de dos (2) expertos involucrados en el área de estudio y en metodología de la investigación, quienes emitieron su opinión en relación a aspectos tales como: redacción correcta, pertinencia, tendenciosidad y las sugerencias. Los aportes suministrados permitieron construir la versión definitiva del cuestionario aplicados a una muestra de población del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. (Ver Anexo B)

### **3.4.4 Confiabilidad del instrumento.**

Según Hernandez, S. (2003), “la confiabilidad de un instrumento de medición se determina mediante diversas técnicas, y se refiere al grado en la cual su aplicación repetida al mismo sujeto produce iguales resultados” (p.118). En este orden de ideas, para determinar la confiabilidad del instrumento de medición de este trabajo de investigación, se aplicó el método de Alfa de Cronbrach, mediante una prueba piloto a una pequeña población involucrada en el estudio.

En este sentido, la confiabilidad puede ser calculada a partir de las varianzas, el Alfa de Cronbrach se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{—————} \quad \text{—————} \quad (\text{Ec-3})$$

**Donde:**

- $\sigma^2$  : es la varianza del ítem  $i$
- $\sigma^2$  : es la varianza de los valores totales observados
- $n$  : numero de preguntas o ítems

El índice de consistencia interna Alfa Cronbach, según Bolivar, R. (2002), establece que “el valor a obtener de la aplicación del instrumento en la prueba piloto corresponderá a un valor entre 0 y 1, donde los valores cercanos a la unidad indican que el instrumento es fiable, con mediciones estables y consistentes. Por el contrario, si el valor está por debajo de 0.8 el instrumento que se está evaluando presenta una variabilidad heterogénea en sus ítems y puede llevar a conclusiones equivocadas”. (p.8)

En relación a lo anterior, mediante el uso de una hoja de cálculo, se determinó el coeficiente Alfa de Cronbach para la variable de Consumo Diario de Agua Potable, en relación al cuestionario, cuyo número de ítems fue de  $N=11$ , obteniéndose el valor de  $\alpha=0.859$ ; lo cual comprueba un análisis de instrumentos fiable, según lo descrito por el autor anteriormente citado, quien establece que la variabilidad del instrumento es homogénea y fiable siempre que el alfa sea mayor de 0.8.

**3.4.5 Operacionalización de variables.**

De acuerdo a Sabino (2002) se entiende por variable “cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores”. (p.52). Por lo que, cuando se desea operacionalizar una variable es necesario conocer su definición teórica y las diferentes dimensiones en las que puede ser dividida, con el fin de describir el comportamiento de la variable.

A continuación, se presenta la tabla de variables de este trabajo de investigación, indicando en cada caso las dimensiones que las definen, los indicadores que sirvieron de base para su medición, los ítems, el instrumento y la fuente que permitieron llevar a cabo el objetivo asociado a cada variable. (Ver tabla 2)

**Tabla 2.** Operacionalización de variables.

Objetivo General	Objetivos específicos	Dimensión	Concepto	Variable	Indicadores	Técnica e Instrumento	Ítems
<p><b>Proponer un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de herramientas de ingeniería, que permita disminuir las interrupciones del servicio de agua potable, y contribuir en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes.</b></p>	Diagnosticar la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de los datos aportados por la empresa					Encuesta	
	Identificar las variables que inciden en el suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, mediante el estudio de datos históricos, la proyección de variables y el uso de encuestas.	<b>Población</b>	Conjunto de habitantes de un lugar.	Cantidad de personas	Personas en casa		1
				<b>Frecuencia</b>	Repetición de un hecho o un suceso.		Cantidad de baños
		Cantidad de uso del excusado	Veces en el excusado				
		Cantidad de lavadas en la lavadora	Veces de lavadas				
		Cantidad de uso en el lavamanos	Veces en el lavamanos				
		<b>Capacidad</b>	Contener cierta cantidad de alguna cosa hasta un límite determinado.	Cantidad de uso en el fregadero	Veces en el fregadero		5,7
				Capacidad de excusado	Tipo de excusado		
		<b>Tiempo</b>	Período determinado durante el que se realiza una acción	Cantidad de tiempo en la ducha	Tiempo de uso de la ducha		3,9,11
				Cantidad de tiempo en lavamanos	Tiempo de uso del lavamanos		
				Cantidad de tiempo en fregadero	Tiempo de uso del fregadero		
	Diseñar modelos matemáticos que permitan la elaboración del plan optimización del servicio de agua potable que se presta en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, basándose en el análisis de las variables						
Evaluar la relación costo-beneficio							

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

### **3.5 Fases metodológicas.**

El presente trabajo de investigación las fases metodológicas se desarrollan de la siguiente manera:

#### **Fase I: Diagnosticar la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

En esta fase se desarrolló un diagnóstico general de la situación actual, a través de la observación directa y la búsqueda de información documental referente a la empresa Hidrocentro C.A, con la finalidad de identificar las capacidades de bombeo de agua potable, y cuantificar la cantidad de horas semanales en las que las Parroquias del Municipio Valencia se encuentra sin acceso al servicio.

#### **Fase II: Identificar las variables que inciden en el suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

En esta fase se analizaron y estructuraron los datos obtenidos de los documentos y la información técnica que maneja la empresa Hidrocentro C.A, la cual tiene una completa relación directa con la investigación, con el objeto de clasificar y analizar datos numéricos relacionados a las variables que inciden en el suministro de agua potable en el Municipio y el comportamiento del consumidor.

Asimismo, también se aplicó una encuesta a una muestra seleccionada, para obtener datos esenciales de la población y cuantificar el consumo de agua potable, con el fin de tener una base real y comprobada de información para la solución del problema y estructuración del modelo de transporte.

#### **Fase III: Diseño de un plan de optimización de la distribución de agua potable en el municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través del estudio y análisis de modelos matemáticos de transporte.**

Mediante la estructuración de las variables y los datos cuantificados, que se analizaron en la fase 1 y 2, se procedió a buscar una solución óptima factible que solventara los problemas que se presentan en el Municipio, Valencia, Edo. Carabobo, mediante la aplicación de modelos matemáticos de transporte de investigación de

operaciones, para luego diseñar el plan de optimización de la distribución de agua potable, considerando aspectos gerenciales, operativos y de marketing..

**Fase IV: Evaluar la relación costo-beneficio del plan de optimización propuesto.**

Durante esta última fase se realizó un estudio que compara los beneficios económicos del plan propuesto, como también los beneficios sociales que aporta hacia la población del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, considerados intangibles, con el fin de evaluar la factibilidad y rentabilidad del trabajo de investigación

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este capítulo, se aplicó herramientas de ingeniería industrial, para establecer cuales con las causas que están originando el problema en la distribución de agua potable en las parroquias del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Luego se analizaron y en base a esto se realizaron, pruebas para determinar ideas que contribuyen con el objetivo esperado. En este sentido, serán descritos los resultados de las fases metodológicas que fueron anteriormente explicadas.

#### **4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el municipio valencia, edo. Carabobo.**

Este diagnóstico de la situación actual tuvo como objetivo acercarse de manera directa al proceso de distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Que realiza la empresa Hidrológica del Centro C.A, a través de una revisión documental, donde se conoció todo el proceso en estudio; encontrando las variables de decisión que inciden en el modelo matemático, e identificando las debilidades presentes, para con ello generar un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.

##### **4.1.1 Revisión documental.**

A continuación se va a presentar los datos pertinentes al proceso de suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, obtenidos del portal en internet de la empresa Hidrológica del Centro C.A, así como también se sus documentos y archivos que se encuentran en las oficinas gerenciales de la misma, ubicadas en el Municipio Guacara, Edo. Carabobo

#### **4.1.1.1 Sistema Regional del Centro.**

En la región central del país, existe un gran sistema para la producción, tratamiento y distribución de agua potable, denominado Sistema Regional del Centro (S.R.C), gestionado por la empresa Hidrocentro C.A, el cual abastece a la mayor parte de la población de los estados Carabobo, Aragua y Cojedes. Este sistema se encuentra en operación desde principios de la década de los 70, cuando entra en funcionamiento su primera etapa (SRC I), el cual fue diseñado en un principio para suministrar agua potable a las poblaciones ubicadas en la región central del país, sin embargo, con el crecimiento de la población en 1995 se puso en funcionamiento la segunda etapa del sistema (SRC II). En la actualidad primer sistema solo abastece al Edo. Carabobo, con una excepción de un Municipio del Edo. Cojedes y el segundo al Edo. Cojedes y Aragua.

#### **4.1.1.2 Sistema regional del centro I (SRC I).**

Es un macro acueducto de abastecimiento, destinado al suministro de agua, a través de la captación de sus fuentes naturales, tratamiento y distribución, a las poblaciones ubicadas en la región central del país, como lo son los Municipios: Valencia, Libertador, Naguanagua, San Diego del Edo. Carabobo.

Se abastece del Embalse Pao-Cachinche, ubicado a 40 km del Municipio Libertador, el agua allí captada se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, de donde es bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, para su potabilización.

Como segunda fuente, se encuentra el Embalse Guataparó, el cual funciona como amortiguador del Embalse Pao-Cachinche. El agua captada del embalse Guataparó se envía, por gravedad, directamente a la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga.

La Planta Potabilizadora (P/P) Alejo Zuloaga recibe toda la producción del Embalse Pao Cachinche, sumándose en el sistema pequeños aportes provenientes de diferentes pozos profundos ubicados en toda la zona y fuentes superficiales menores como el río Torito en Libertador, Alto Cabriales en Naguanagua y río La Cumaca en San Diego, sin embargo, actualmente no recibe suministro desde estas últimas fuentes, encontrándose las válvulas de ingreso cerradas.

**A) Capacidad de fuentes de agua cruda.**

- **Embalse Pao-Cachinche:** Se encuentra ubicado en Cachinche, entre los límites de los estados Carabobo y Cojedes, es la principal fuente de abastecimiento de agua potable del Área metropolitana de Valencia, así como otras poblaciones del estado Carabobo y de Tinaquillo, en el estado Cojedes. Este embalse es alimentado principalmente por los ríos Pao, Chirgua y Paito, cuenta con una capacidad de almacenamiento de 157.647.000 m<sup>3</sup>, y una cota de nivel de agua normal de 353,28 m.s.n.m. El agua cruda de este embalse es la principal fuente de abastecimiento del “SRC I” y es enviada mediante bombeo a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga donde se potabiliza y se hace apta para el uso humano.
- **Embalse de Guataparo:** también conocido como el Dique de Guataparo, es una represa y lago artificial ubicado al noroeste del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Tuvo una importancia relevante en el pasado como suplidor de agua a la capital carabobeña, justo antes del proceso de industrialización. En la actualidad, representa una reserva compensatoria de agua potable del “SRC 1”, tiene una capacidad de almacenamiento de 26.785.970 m<sup>3</sup>, y una cota de nivel de agua normal de 513,29 m.s.n.m. El agua cruda de este embalse es una fuente secundaria de abastecimiento que actúa como complemento para la demanda de la población del Municipio Valencia y es enviada con el uso de la gravedad hacia la planta potabilizadora Alejo Zuloaga donde se potabiliza y se hace apta para el uso humano.

**B) Capacidad de bombeo de agua cruda.**

- **Estación de bombeo Cachinche:** ubicada a 12 Km del Embalse Pao-Cachinche, recibe agua del mismo mediante el uso de gravedad, dispone de seis (6) bombas instaladas, con una capacidad de bombeo de 1500 L/s cada una, lo que en su totalidad aporta en condiciones ideales, 9000 L/s a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga.
- **Bombeo Guataparo:** ubicado a 4 Km de distancia, permite el abastecimiento de 900 L/s de agua cruda a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga mediante el uso de la gravedad.

**C) Capacidad de potabilización de agua cruda.**

- **Planta potabilizadora Alejo Zuloaga:** ubicada a 32 Km de la estación de Bombeo Cachinche, se compone de dos (2) sistemas, el primero llamado “Convencional” con una capacidad de potabilización de 3600 L/s y un segundo llamado “Degremont”, con una capacidad de potabilización de 4000 L/s. Lo que en suma la convierte en una planta capaz de potabilizar 7600 L/s de agua cruda proveniente de los embalses Pao-Cachinche y Guataparo.

**D) Capacidad de bombeo de agua potable.**

- **Estación Red Media:** se ubica a 0.8 Km de distancia de la P/P Alejo Zuloaga, está conformada de un bombeo por gravedad conocido como “Red Baja” que permite el abastecimiento de 2000L/s de agua potable y cinco (5) bombeos que en conjunto le dan una capacidad de dotación de 8250 L/s de agua potable en condiciones ideales a las diferentes zonas del Municipio Valencia y otros Municipios cercanos. Esta estación a su vez también provee de agua potable a estanques que sirven de apoyo a los bombeos.

**E) Capacidad de bombeos de agua potable.**

- **Bombeo hacia La Florida:** dispone de tres (3) equipos con una capacidad de bombeo de 150 L/s cada uno, lo que en suma hace 450 L/s de suministro de agua que llega a la sub estación de bombeo “La florida”, donde se bombea la

misma capacidad de entrada, para facilitar el acceso a las zonas altas. No obstante, dos de estas bombas destinan el agua al municipio Libertador del Edo. Carabobo y la restante hacia las parroquias Urbanas Candelaria y Miguel Peña.

- **Bombeo hacia Nueva Valencia:** se encuentra conformada por tres (3) equipos con una capacidad de bombeo de 80 L/s cada uno, lo que en suma hace 240 L/s de suministro de agua. Este bombeo llega a una sub estación llamada “Nueva Valencia” donde nuevamente se bombea la misma capacidad de entrada, debido a las largas distancias de recorrido y a la altura de las zonas de destino. La tercera parte del flujo de agua se destina hacia la parroquia Urbana Miguel Peña, y la otra mitad le pertenece al municipio Libertador del Edo. Carabobo.
- **Bombeo hacia Castillito:** constituida por tres (3) equipos con una capacidad de bombeo de 750 L/s cada uno, lo que en suma hace 2250 L/s de capacidad de dotación de agua potable. Este bombeo está destinado en su totalidad al municipio San Diego del Edo. Carabobo.
- **Bombeo hacia Tinaquillo:** integrada por un (1) equipo con una capacidad de bombeo de 1260 L/s de agua potable, se destina en su totalidad a complementar el suministro de agua del municipio Tinaquillo del Edo. Cojedes.
- **Bombeo hacia Red Alta:** se encuentra compuesto por tres (3) equipos con una capacidad de bombeo de 1350 L/s cada uno, para un total de 4050 L/s agua potable. El agua que provee esta estación llega dos estanques, uno de ellos distribuye agua mediante gravedad a las Parroquias Candelaria, Catedral, El socorro, San Blas y Santa Rosa y el otro apoya a una sub-estación de bombeo llamada “Red alta” que tiene una capacidad de bombeo de 390 L/s de agua hacia Guataparo y 3000 L/s hacia la Parroquia San José y el Municipio Naguanagua.
- **Bombeo hacia Red Baja:** es una estación que distribuye agua gracias al uso de la gravedad que se obtiene debido al cambio de altura, permite el suministro de al menos 2000 L/s de agua potable y surte en su totalidad al Sur de Valencia ue incluye a las Parroquias Miguel Peña, Rafael Urdaneta y Santa Rosa.

#### **F) Capacidad de estanques de agua potable.**

Estos dispositivos son usados como almacenes de agua y se encuentran entre el bombeo y el punto de distribución, de manera que cuando baja el consumo de la población en determinadas horas del día, este estanque se sigue llenado, para que al momento de efectuar el corte del bombeo, aun pueda realizarse una distribución de agua por gravedad.

- **Estanque de Castillito:** Ubicado en la Zona industrial de San Diego, se encarga de distribuir y almacenar el agua potable que es enviada mediante el bombeo castillito de la estación Red Media. Tiene una capacidad de 20.000m<sup>3</sup> y su forma es cilíndrica.
- **Estanque de La pedrera:** Ubicado en el sector El vigía de la Parroquia Tocuyito, es un estanque que almacena agua proveniente del bombeo La florida y la distribuye mediante gravedad hacia las zonas céntricas del municipio Libertador. Tiene una capacidad de volumen de 10.000m<sup>3</sup> y su forma es cilíndrica.
- **Estanque de Los colorados:** Ubicado en la Urb. los colorados, almacena agua potable proveniente del bombeo Red Alta y lo distribuye al centro Valencia y a las comunidades cercanas, su capacidad de volumen es de 5.800m<sup>3</sup> y su forma rectangular.
- **Estanque de Red Alta:** Ubicado en la Urb. Los colorados, almacena agua para que sea bombeado por la estación de bombeo Red Alta que provee agua potable a la Urb. Guataparo a la zona norte de Valencia y el Municipio Naguanagua. Tiene una capacidad de volumen de 6.000m<sup>3</sup> y su forma es rectangular.

#### **G) Resumen de las capacidades.**

Se presenta el resumen en forma de esquema, en donde se plantean las capacidades del SRC I descritos anteriormente, adaptando la información proveniente de la empresa Hidrocentro C.A y tomando en cuenta la cantidad de litros por segundo que es capaz de realizar cada bombeo. (Ver Tabla 3)

**Tabla 3.** Resumen de las capacidades del SRC I

<b>Sistema regional del centro I (SRC I)</b>			
<b>Capacidad de fuentes de Abastecimiento de agua cruda.</b>			
<b>Embalse Pao-Cachinche</b>	<b>Volumen nominal</b>	157.647.000 m <sup>3</sup>	
	<b>Cota nominal</b>	353,28 m.s.n.m	
<b>Embalse de Guataparo</b>	<b>Volumen nominal</b>	26.785.970 m <sup>3</sup>	
	<b>Cota nominal</b>	513,29 m.s.n.m	
<b>Capacidad de bombeo de agua cruda.</b>			
<b>Estación de bombeo Cachinche</b>	<b>Equipos:</b>	(6) bombas	
	Capacidad individual:	1500 L/s	
	Capacidad total:	9000 L/s	
<b>Bombeo Guataparo</b>	Capacidad total:	900 L/s (grav.)	
<b>Capacidad de potabilización de agua cruda.</b>			
<b>Planta potabilizadora Alejo Zuloaga</b>		(2) sistemas	
	<b>(1) Convencional</b>	Capacidad de potabilización:	3600 L/s
	<b>(2) Degremont</b>	Capacidad de potabilización:	4000 L/s
<b>Capacidad de bombeo de agua potable.</b>			
<b>Estación Red Media</b>	Capacidad por gravedad : 2000 L/s		
	Capacidad por bombeo: 8250 L/s		
<b>Capacidad de bombeos mediante estación Red Media.</b>			
<b>Hacia la Florida</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 150 L/s c/u		
	TOTAL: 450 L/s de agua potable.		
<b>Hacia Nueva Valencia</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 80 L/s c/u		
	TOTAL: 240 L/s de agua potable.		
<b>Hacia Castillito</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 750 L/s c/u		
	TOTAL: 2250 L/s		
<b>Hacia Tinaquillo</b>	(1) Equipo con capacidad de bombeo de 1260 L/s		
<b>Hacia Red Alta</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 1350 L/s c/u		
	TOTAL: 4050 L/s de agua potable.		
<b>Hacia Red Baja</b>	Se envían 2000 L/s mediante gravedad.		
<b>Capacidad de estanques de agua potable.</b>			
<b>Est. Castillito</b>	Volumen permitido:	20.000m <sup>3</sup>	
<b>Est. Pedrera</b>	Volumen permitido:	10.000m <sup>3</sup>	
<b>Est. Los colorados</b>	Volumen permitido:	5.800m <sup>3</sup>	
<b>Est. Red Alta</b>	Volumen permitido:	6.000m <sup>3</sup>	

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### **4.1.1.3 Sistema regional del centro I (SRC II).**

Es un macro acueducto de abastecimiento, destinado al suministro de agua, a través de la captación de sus fuentes naturales, tratamiento y distribución, a las poblaciones ubicadas en la región central del país, como lo son los Municipios: Carlos Arvelo, 10% de Valencia, 40% de San Diego, Los Guayos, Guacara, San Joaquin, Diego Ibarra, del Edo. Carabobo; y Girardot, 80% de Mario Briceño Iragorry, Lamas, Linares Alcantar, Ezequiel Zamora, Libertador, Santiago Mario, Sucre, Bolívar y José Felix Ribas del Edo. Aragua.

Se abastece mediante la toma en el Embalse Pao-Las Balsas, ubicado en las Galeras del Pao, Municipio El Pao, 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 el agua cruda hasta la estación de bombeo chimenea, por donde el agua pasa y llega por gravedad a la Planta Potabilizadora (P/P) Baldo Soules.

Este sistema se encuentra interconectado con el SRC I, mediante una estación de válvulas ubicadas en la Autopista Regional del Centro, cercanos a la empresa Firestone C.A, la cual fue diseñada con el objetivo de suministrar agua potable en casos de emergencia al SRC I y para el suministro de agua potable al Municipio San Diego.

##### **A) Capacidad de fuentes de abastecimiento de agua cruda.**

- **Embalse Pao-Las balsas:** se encuentra ubicado en Galeras del Pao, Municipio El Pao, Edo. Cojedes, es la principal fuente de abastecimiento de agua potable del Edo. Cojedes y Aragua, así como otras poblaciones del Edo. Carabobo. Cuenta con una capacidad de almacenamiento de 341.000.000 m<sup>3</sup>, y una cota de nivel de agua normal de 131 m.s.n.m. El agua cruda de este embalse es la principal fuente de abastecimiento del “SRC II” y es enviada debido a la diferencia de altitud mediante el uso de gravedad y tres bombeos a la Planta Potabilizadora Baldo Soulés donde se potabiliza y se hace apta para el uso humano.

**B) Capacidad de bombeo de agua cruda.**

- **Estación de bombeo primaria:** ubicada a 12 Km del Embalse Pao-Las balsas, recibe agua del mismo mediante el uso de gravedad, dispone de tres (3) bombas instaladas, con una capacidad de bombeo de 2400 L/s cada una, lo que en su totalidad aporta en condiciones ideales, 7200 L/s a la estación de bombeo N°1.
- **Estación de Bombeo N°1:** ubicada a 32 Km de distancia de estación de bombeo primaria, bombea el agua recibida con el uso de tres (3) bombas con capacidad de 2250 L/s de agua cruda, para un total de 6750 L/s destinados a la estación de bombeo N°2.
- **Estación de Bombeo N°2:** ubicada a 32 Km de distancia de estación de bombeo N°1, bombea el agua recibida hacia la Planta Potabilizadora Baldo Soulés, dispone de (3) bombas con capacidad de 2250 L/s de agua cruda, para un total de 6750 L/s destinados a la Planta Potabilizadora Baldo Soulés.

**C) Capacidad de potabilización de agua cruda.**

- **Planta potabilizadora Baldo Soulés:** ubicada a 36 Km de la estación de Bombeo N°2, se compone de un (1) sistema llamado “Convencional”, con una capacidad de potabilización de 7800 L/s de agua. proveniente del embalse Pao-Las balsas.

El agua que se potabiliza en esta planta es enviada mediante gravedad por un tramo a la estación de bombeo Guacara, que surte al Municipio Guacara, San Diego, San Joaquín, Los Guayos, Mariara y parte de Valencia. El otro tramo envía agua por gravedad a la estación San Joaquín, que aporta Agua al Municipio Guigue, San Joaquín, Mariara y luego bombea agua hasta las estaciones Maracay y Turmero del Edo. Aragua.

**D) Capacidad de bombeo de agua potable.**

- **Bombeo hacia Guacara:** permite el suministro de 6000 L/s de agua potable mediante gravedad que llega al a la sub estación de bombeo “Guacara” dotada de tres (4) equipos con una capacidad de bombeo de 1500 L/s cada uno, los

cuales bombean la misma capacidad de entrada para que el agua llegue a todas las zonas establecidas, con la finalidad de suministrar de agua potable algunas zonas del Municipio Valencia y especialmente a los Municipios Guacara, Los Guayos, San Joaquin y Mariara; siendo una cantidad amplia debido a que en estos sectores se encuentran zonas industriales.

El 15% del flujo de salida de agua potable de esta estación de bombeo, equivalente a 900 L/s, es distribuido a parte de la Parroquia Urbana Rafael Urdaneta del Municipio Valencia, para suplir las necesidades de esta población, ya que es una parroquia excesivamente grande. Esta distribución se debe a que desde la creación del sistema se proyectó un crecimiento de la demanda para esta Área del Municipio, por lo que se planifico una conexión del SRC II con el SRC I, que permitiera mediante la apertura de las válvulas en la Autopista Regional del Centro cerca de la empresa Firestone C.A, proveer la décima parte de lo que produce la Planta potabilizadora Baldo Soulés a zonas del Municipio Valencia.

- **Bombeo hacia San Joaquín:** permite el suministro de 1800 L/s de agua potable mediante gravedad a través de un conjunto de tuberías que pasan por la zona sur de Guacara, con la finalidad de suministrar de agua potable al Municipio San Joaquin del Edo. Carabobo y a parte del Edo. Aragua mediante una secuencia de estaciones de bombeo.

#### **E) Resumen de capacidades**

Se presenta el resumen en forma de esquema, en donde se plantean las capacidades del SRC II descritos anteriormente, adaptando la información proveniente de la empresa Hidrocentro C.A y tomando en cuenta la cantidad de litros por segundo que es capaz de realizar cada bombeo, como ya se dijo anteriormente, este sistema no integra directamente al Municipio Valencia, Edo Carabobo, sin embargo, se encuentra como medida de apoyo por designio de la empresa. (Ver Tabla 4)

**Tabla 4.**Resumen de las capacidades del SRC II

<b>Sistema regional del centro II (SRC II)</b>		
<b>Capacidad de fuentes de abastecimiento de agua cruda.</b>		
<b>Embalse Pao-Las balsas</b>	<b>Volumen nominal</b>	341.000.000 m <sup>3</sup>
	<b>Cota nominal</b>	131 m.s.n.m
<b>Capacidad de bombeo de agua cruda.</b>		
<b>Estación de Bombeo Primaria</b>	<b>Equipos:</b>	(3) bombas
	Capacidad individual:	2400 L/s c/u
	Capacidad total:	7200 L/s
<b>Estación de Bombeo N°1</b>	<b>Equipos:</b>	(3) bombas
	Capacidad individual:	2250 L/s c/u
	Capacidad total:	6750 L/s
<b>Estación de Bombeo N°2</b>	<b>Equipos:</b>	(3) bombas
	Capacidad individual:	2250 L/s c/u
	Capacidad total:	6750 L/s
<b>Capacidad de potabilización de agua cruda.</b>		
<b>Planta potabilizadora Baldo Soulés</b>	(1) sistema	
(1) Convencional	<b>Capacidad de potabilización:</b>	7800 L/s
<b>Capacidad de bombeo de agua potable</b>		
<b>Hacia Guacara</b>	<b>Se envían 6000 L/s mediante gravedad.</b>	
<b>(Apoyo al SRC I)</b>	<b>900 L/s destinados hacia Valencia</b>	
<b>Hacia San Joaquín</b>	<b>Se envían 1800 L/s mediante gravedad.</b>	

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.1.2 Operatividad actual del SRC.

La realidad presente en ambas etapas del Sistema Regional del Centro, es una muy diferente a la dada en las características con las que fue diseñado y a las capacidades bombeo y potabilización de los diferentes elementos que conforman el sistema. Debe destacarse que la principal causa por la que el SRC I y SRC II no trabajan

a toda su capacidad, se debe a que muchos de los elementos que componen las estaciones de bombeo y las Plantas Potabilizadoras, están presentando fallas o no se encuentran operativos; por otra parte, se han hecho muy comunes los robos de agua mediante tuberías ilegales. A continuación, se detalla información de la operatividad real del sistema únicamente relacionada al municipio en estudio, proporcionada por el personal de la Gerencia de Hidrocentro C.A.

#### **4.1.2.1 Parroquias involucradas**

El Sistema Regional del Centro I está dotado de un sistema de tuberías principales que a su vez tienen interconectadas tuberías secundarias que permiten el alcance y la distribución de agua potabilizada en la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga a las Parroquias San José, San Blas, Santa Rosa, Miguel Peña, Catedral, Candelaria, El Socorro y Rafael Urdaneta. Sin olvidar el hecho de que esta última es abastecida por una décima parte del agua producida en la Planta Potabilizadora Baldo Soulés del Sistema Regional del Centro II.

Por otra parte, la Parroquia Negro Primero del Edo. Carabobo no se encuentra abastecida por agua potable suministrada por alguna de las etapas del Sistema Regional del Centro; en su defecto esta Parroquia se surte utilizando agua cruda proveniente del Embalse Pao-Cachinche y de conexiones que en su mayoría son ilegales de la tubería que existe entre la Estación de Bombeo Cachinche y la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga. Esta realidad en la Parroquia anteriormente dicha, la hace foco de grandes efectos negativos como lo son la transmisión de enfermedades y alto contenido de elementos químicos, pero además, sumándole el hecho de que no existe ningún tipo de plano o seguimiento que indique la distribución dentro de esta Área, se hace imposible mantener algún control por parte de la empresa, por lo que la Parroquia Negro Primero no se considerara dentro del desarrollo de la propuesta del plan de distribución de agua potable.

#### **4.1.2.2 Niveles actuales de los embalses de Agua Cruda.**

##### **A) Embalses del Sistema Regional del Centro I.**

- **Embalse Pao-Cachinche:** mantiene una cota de nivel de agua de 353,66 m.s.n.m, que representa 38 cm más que la de especificaciones, por lo que su capacidad de 157.647.000 m<sup>3</sup> de agua cruda, se encuentra totalmente cubierta.
- **Embalse de Guataparo:** tiene una cota de nivel de agua actual de 505,72 m.s.n.m, que representa 7,57 m menos que la de especificaciones, por lo que su capacidad de 26.785.970 m<sup>3</sup>, de agua cruda, se encuentra ligeramente por debajo del límite, sin embargo, es un embalse de reserva que se abastece del anterior.

##### **B) Embalses del Sistema Regional del Centro II.**

- **Embalse Pao-Las Balsas:** dispone de cota de nivel de agua actual de 131,14 m.s.n.m, que representa 14 cm más que la de especificaciones, por lo que su capacidad de 341.000.000 m<sup>3</sup> de agua cruda, se encuentra totalmente cubierta.

#### **4.1.2.3 Bombeo actual de Agua Cruda.**

##### **A) Bombeo del Sistema Regional del Centro I.**

- **Estación de bombeo Cachinche:** a pesar de disponer de seis (6) bombas instaladas, con una capacidad de bombeo de 1500 L/s cada una, solo tres (3) de estas se encuentran activas, dos (2) de ellas a su máxima capacidad y una a media potencia, permitiendo un bombeo de aproximadamente 4000 L/s de agua cruda a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga. Sin embargo, a pesar de la cantidad de litros que son enviados se estima que al menos 900 L/s son perdidos debido a fugas en el tramo y al hurto de los habitantes destinados a las casas y haciendas de la zona, mediante tuberías ilegales.
- **Bombeo Guataparo:** ubicado a 4 Km de distancia, provee cerca de 500 L/s de agua cruda a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga mediante gravedad.

##### **B) Bombeo del Sistema Regional del Centro II.**

- **Estación de bombeo primaria:** ubicada a 12 Km del Embalse Pao-Las balsas, bombea 4800 L/s de agua cruda a la estación de bombeo N°1, proveniente de dos (2) de las tres (3) bombas que tiene instaladas.
- **Estación de Bombeo N°1:** ubicada a 32 Km de distancia de estación de bombeo primaria, mantiene activas (2) bombas con capacidad de 2250 L/s de agua cruda cada una, para un total de 4500 L/s destinados a la estación de bombeo N°2. La disminución de agua que llega a esta estación desde la estación primaria, se debe al hurto de aproximadamente 300 L/s de agua cruda mediante tuberías ilegales destinadas a partes del Municipio Tinaquillo y Negro Primero.
- **Estación de Bombeo N°2:** ubicada a 32 Km de distancia de estación de bombeo N°1, bombea el agua recibida hacia la Planta Potabilizadora Baldo Soulés, mediante dos (2) de sus tres (3) bombas con capacidades de 2250 L/s de agua cruda cada una, para un total de 4500 L/s.

#### **4.1.2.3 Potabilización actual de agua cruda.**

##### **A) Estación de bombeo del Sistema Regional del Centro I.**

- **Planta potabilizadora Alejo Zuloaga:** mantiene activo solo su sistema llamado “Convencional” con una capacidad de potabilización de 3600 L/s, mientras que el sistema “Degremont” se encuentra inactivo.

##### **B) Estación de bombeo del Sistema Regional del Centro II.**

- **Planta potabilizadora Baldo Soulés:** opera cerca del 65% de su capacidad, potabilizando mediante su sistema a 5070 L/s de agua cruda. proveniente del embalse Pao-Las balsas.

#### **4.1.2.4 Bombeo actual de Agua potable.**

##### **A) Estación Red Media del Sistema Regional del Centro I.**

- **Bombeo hacia La Florida:** operan sus tres (3) equipos bombeando 450 L/s de agua potable hacia las ramificaciones de tuberías y la sub-estación “La florida”.

- **Bombeo hacia Nueva Valencia:** se encuentran activos todos sus, distribuyendo 240 L/s de agua potable hacia las ramificaciones de tuberías y la sub-estación de “Nueva Valencia”
- **Bombeo hacia Red Alta:** aproximadamente 1800 L/s de agua potable son enviados hacia los estanques Los Colorados y la sub-estación Red alta y estanque Red Alta, que distribuye 500 L/s de agua potable a las Parroquias Candelaria, Catedral, El socorro, San Blas y Santa Rosa mediante gravedad; 80 L/s hacia Guataparo mediante bombeo según el día de la semana y de la misma manera, 1260 L/s de agua hacia la Parroquia San José y el Municipio Naguanagua; de la cual el ultimo recibe un 40%.
- **Bombeo hacia Red Baja:** actualmente envía mediante gravedad 1100 L/s a la zona Sur de Valencia que incluye a las Parroquias Miguel Peña, Rafael Urdaneta y Santa Rosa.

#### **B) Bombeo Guacara del Sistema Regional del Centro II.**

- **Bombeo hacia Guacara:** El 15% de un bombeo de 3950 L/s, equivalente a 595 L/s, es distribuido a parte de la Parroquia Urbana Rafael Urdaneta del Municipio Valencia, para suplir las necesidades de esta población, ya que es una parroquia excesivamente grande. Esta distribución se debe a que desde la creación del sistema se proyectó un crecimiento de la demanda para esta Área del Municipio, por lo que se planifico una conexión del SRC II con el SRC I, proveer la décima parte de lo que produce la Planta potabilizadora Baldo Soulés a zonas del Municipio Valencia.

#### **4.1.2.5 Resumen de operatividad actual**

Se presenta el resumen de la operatividad actual del SRC I y II, únicamente involucrando datos pertinentes al bombeo de agua potable al Municipio Valencia Edo. Carabobo. (Ver Tabla 5 y 6)

**Tabla 5.** Resumen de la operatividad del SRC I en Valencia

Sistema regional del centro I (SRC I)		
<b>Capacidad de fuentes de Abastecimiento de agua cruda.</b>		
<b>Embalse Pao-Cachinche</b>	<b>Volumen nominal</b>	157.647.000 m <sup>3</sup>
	<b>Cota actual:</b>	353,66 m.s.n.m
<b>Embalse de Guataparo</b>	<b>Volumen nominal</b>	26.785.970 m <sup>3</sup>
	<b>Cota actual:</b>	505,72 m.s.n.m
<b>Capacidad de bombeo de agua cruda.</b>		
<b>Estación de bombeo Cachinche</b>	<b>Equipos:</b>	(3) bombas
	<b>Aporte real:</b>	4000 L/s
<b>Bombeo Guataparo</b>	<b>Aporte real:</b>	500 L/s (grav.)
<b>Capacidad de potabilización de agua cruda.</b>		
<b>Planta potabilizadora Alejo Zuloaga</b>	(1) sistema	
	<b>(1) Convencional</b>	<b>Aporte real:</b> 3600 L/s
<b>Capacidad de bombeo de agua potable.</b>		
<b>Estación Red Media</b>	Aporte por gravedad : 1100 L/s	
	Aporte por bombeo: 2500 L/s	
<b>Capacidad de bombes mediante estación Red Media.</b>		
<b>Hacia la Florida</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 150 L/s c/u	
	TOTAL: 450 L/s de agua potable.	
<b>Hacia Nueva Valencia</b>	(3) Equipos con capacidad de bombeo de 80 L/s c/u	
	TOTAL: 240 L/s de agua potable.	
<b>Hacia Red Alta</b>	(2) Equipos dos equipos a media potencia 900L/s c/u	
	TOTAL: 1800 L/s de agua potable.	
<b>Hacia Red Baja</b>	Se envían 1100 L/s mediante gravedad.	
<b>Capacidad de estanques de agua potable.</b>		
<b>Est. Los colorados</b>	<b>Volumen permitido:</b>	5.800m <sup>3</sup>
<b>Est. Red Alta</b>	<b>Volumen permitido:</b>	6.000m <sup>3</sup>

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

**Tabla 6.** Resumen de la operatividad del SRC II en Valencia

Sistema regional del centro II (SRC II)			
Capacidad de fuentes de abastecimiento de agua cruda.			
<b>Embalse Pao-Las balsas</b>		<b>Volumen nominal</b>	341.000.000 m <sup>3</sup>
		<b>Cota nominal</b>	131,14 m.s.n.m
Capacidad de bombeo de agua cruda.			
<b>Estación de Bombeo Primaria</b>		<b>Equipos:</b>	(2) bombas
		Aporte:	2400 L/s c/u
		Aporte total:	4800 L/s
<b>Estación de Bombeo N°1</b>		<b>Equipos:</b>	(2) bombas
		Aporte:	2250 L/s c/u
		Aporte total:	4500 L/s
<b>Estación de Bombeo N°2</b>		<b>Equipos:</b>	(2) bombas
		Aporte:	2250 L/s c/u
		Aporte total:	4500 L/s
Capacidad de potabilización de agua cruda.			
<b>Planta potabilizadora Baldo Soulés</b>		(1) sistema	
	<b>(1) Convencional</b>	<b>Aporte real:</b>	4500 L/s
Capacidad de bombeo de agua potable			
<b>Hacia Guacara (Apoyo al SRC I)</b>		<b>Se envían 3950 L/s mediante gravedad.</b>	
		<b>(595 L/s del envío es hacia Valencia)</b>	

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

#### **4.1.3 Plan de distribución de agua potable actual**

Hidrocentro C.A y su departamento de Gerencia de Sistema Regional del Centro I y II, tienen como objetivo empresarial el mantener la infraestructura instalada para la conducción de agua, desde las fuentes hasta las Plantas de Potabilización y hasta los alimentadores a las redes de distribución, en este sentido el indicador interno de la empresa, establece que la eficiencia en la conducción de agua cruda y potable hacia las áreas de destino es del 91%. Las Áreas definidas según Hidrocentro C.A son las siguientes:

##### **A) Parroquia Rafael Urdaneta**

- **Área 1:** La Quizanda, Avenida la Quizanda. Zona Industrial La Quizanda, Industrial Municipal Norte, Industrial Carabobo, Industrial Municipal Sur, La Isabelica I, II, y III.
- **Área 2:** Barrio La Libertad, La Concordia, La Castellana, 3 de Mayo, Aquiles Nazoa, 24 Horas, Los Tamarindos, sector Samanes, La Trinidad, Bello Monte I, II y III, Las Palmitas ST 01 al 07, Las Palmitas ST 18 al 21, Las Palmitas ST 22, 23 y 24, Las Palmitas ST 25, 26 y 28, Las Palmitas ST 8, 10, 12, 14, 13, 15, 17, y Negra Matea, Urb. Exp. Las Palmitas ST Petares, Bucaral Sur, Hermogenes Lopez, sector Flor Amarillo casco central, Urb. Los Bucares, Urb. Villa Ines, Petrocasa 13 de Abril, Urb. Tacarigua, Urb. Valle de Oro, Hospital Bucaral Sur, Barrio Brisas del Aeropuerto, Barrio Bucaral I, Barrio Bucaral II, Paso Real Norte, Paso Real Sur, sector La Montañita, Urb. Las Villas Tacarigua, La Isabelica sectores 12 y 13, Parque Valencia, Urb. Parque Valencia desarrollo no planificado aprox. 30 ht, Urb. Parque Valencia Viejo, Santa Ines, Urb. Santa Ines desarrollo no planificado, Urb. Villa Real, Hijos de Santa Inés, Urb. Boca de Río, Urb. Promociones Boca de Río, Zona Industrial El Bosque, Zona Industrial Municipal Sur, Fundación Valencia II, Urb. Calicanto, Urb. Calicanto Desarrollo no planificado, Urb. Calicanto Nuevos, , Urb Ramón Michelena,

**B) Parroquia San José**

- **Área 1:** Casco Central de Valencia, Sector Inces Los Colorados, Av. Cedeño, San Blas I y II, Lomas del Este parte baja, Av. Bolívar (Cedeño), Urb. Kerdel.
- **Área 2:** Urb. Los Nísperos, Terraza Los Nísperos, Santa Celia, Agua Blanca, Valle Blanco.
- **Área 3:** El Bosque, Los Mangos, Valles de Camoruco, parte baja de El Parral, Barrio la Manguita, parte alta El Parral, Valles de Camoruco parte alta Av. Orinoco, Prebo III.
- **Área 4:** Guataparo, Guataparo Contry Club, Portachuelo, El Solar.
- **Área 5:** Las Chimeneas, Las Clavellinas, parte baja de: Trigal Centro, Trigal Sur, Trigal Norte. Partes altas de: Trigal Centro, Trigal Sur, Trigal Norte, Piedra Pintada, La Trigaleña desde Av Italia (91) hasta Av. Paseo Cabriales, Trigaleña.

**C) Parroquia El Socorro**

- **Área 1:** Barrió los Aguacates, La Pastora, Centro de Valencia, Plaza Bolivar, Av. Lara, Av. Fernando Figueredo, Calle Comercio, Calle Paez, Calle Giardot, Av. Montes de Oca.

**D) Parroquia Catedral**

- **Área 1:** Urb. Las Cocuicitas, Barrio las Flores, Calle Boyaca, IND, Guerra Mendez, Centro de Valencia, Calle Navas Espínola, Av Cedeño, Paseo Cabriales, Calle 5 de Julio, Notirtarde, Policarabobo.

**E) Parroquia Candelaria**

- **Área 1:** Periférico, Don Bosco, Cañaveral, Palotal, Av, Lara, La candelaria, Barrio El Calvario, Barrio Los aguacates, Urb. Santa Teresa. Eutimo Rivas, Av Soublete.

**F) Parroquia San Blas**

- **Área 1:** Parte alta y baja de San Blas I, La Adobera, La California. La Michelena, El rosarito, Urb. Santa Ana, Brisas del Este, Maternidad del Este, Distribuidor San Blas, Colegio Martin J. Sanabria y sus alrededores.

**G) Parroquia Santa Rosa**

- **Área 1:** Av. Lara, casco de Santa Rosa norte y sur, Av. Branger, San Rafael de la Michelena, Urb. Ritec, Los Taladros y sus alrededores

**H) Parroquia Miguel Peña**

- **Área 1:** Barrio La Florida I, II, III, Colinas de La Guacamaya, zona Industrial La Guacamaya, Zona Industrial Los Criollitos, Av. Lisandro Alvarado, barrio Los Caimitos, barrio Central, barrio la Guacamaya barrio Santa Teresa, Urb. Cabriales, La Raya, 19 de abril y sus alrededores.

- **Área 2:** Lomas de Funval, Trapichito, Santa Eduvigis, Los Mangos, Bella Vista, Jacinto Lara, Avenida Sesquicentenario, Ezequiel Zamora, Alexander Burgo, San Agustín, Ruiz Pineda, Monumental, Bocaina, Canaima, Andrés Eloy Blanco, Miguel Ache, Miguel Bello, Ambrosio Plaza, Renny Otolina, El Combate, Bicentenario, Armando Celli, Ricardo Urriera, Juan Pablo, Francisco de Miranda, Bocaina, El Consejo, La Castrera, Bella Florida, 13 de Septiembre, Antónío José de Sucre, El Triunfo, Carmen Sur, La Milagrosa, La Planta, Romancero, Cesar Girón, Las Flores, Impacto, Teodoro Gubaira, Democracia, La Unidad, Pedro Herrera, Máximo Romero, Freddy Franco, José Leonardo Chirino, Las Flores, Santísima Trinidad.

- **Área 3:** Federación y Extensión Federación, Barrio Los Samanes y sus alrededores, Bello Monte, José Gregorio Hernández, Fundación Mendoza y sus alrededores, El Prado, Bella Florida, Villa Florida, Urb. Parque Florida y sus alrededores.

Definidas las Áreas anteriores, se realizó un resumen en la siguiente tabla que cuantifica la cantidad de horas, frecuencia en días, tipo de bombeo que surte la zona y la cobertura semanal por Área y por Parroquia que ofrece el “Plan de distribución de agua potable de Hidrocentro para el año 2018.” (Ver Anexo C), (Ver Tabla 7)

**Tabla 7.** Análisis del plan de abastecimiento de Hidrocentro C.A

Parroquia	Área de destino	Bombeo	Nº de días asignados con agua potable	Distribución semanal (Hrs/sem)	Cobertura semanal (%)	Cobertura semanal promedio (%)
Rafael Urdaneta	Área 1	Guacara	5	43	26%	24%
	Área 2	Red Baja	4	39	23%	
San José	Área 1	Red alta / Gravedad	5	39	23%	31%
	Área 2	Red alta / Zona norte	7	92	55%	
	Área 3	Red alta / Zona norte	6	76	45%	
	Área 4	Red alta / Guataparo	4	18	11%	
	Área 5	Red alta / Zona norte	4	34	20%	
El Socorro	Área 1	Red alta / Gravedad	5	39	23%	23%
Catedral	Área 1	Red alta / Gravedad	5	39	23%	23%
Candelaria	Área 1	Red alta / Gravedad y La Florida	5	39	23%	23%
San Blas	Área 1	Red alta / Gravedad y Red baja	5	43	26%	26%
Santa Rosa	Área 1	Red alta / Gravedad y Red baja	5	43	26%	26%
Miguel Peña	Área 1	La florida y Nueva Valencia	4	52	31%	21%
	Área 2	Red baja	4	41	24%	
	Área 3	Red baja	2	15	9%	

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

Como se observó en la tabla anterior, la población del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a excepción de la Parroquia Negro Primero, dispone una frecuencia de 4,7 días en donde se asigna agua potable a las diferentes áreas; no obstante, esto no represento que, durante esos días, las 24 horas que lo conforman, sean de totalmente abastecidas, por el contrario, representan los días planificados en los cuales se envía agua potable a los hogares durante al menos 4 horas. “Plan de distribución de agua potable de Hidrocentro para el año 2018.” (Ver Anexo C).

El verdadero indicador que represento el impacto de la escasez de agua potable, fue la distribución de horas por semana del plan, el cual tiene un valor de 41 horas a la semana frente a 168 horas equivalentes a los siete días; en consecuencia, solo cerca del 25% del total de horas semanales se encuentra siendo suministrado por la empresa Hidrocentro C.A.

#### **4.1.4 Horas de acceso semanal a agua potable.**

En complemento con la información anterior, se decidió estructurar la información compartida por el portal Venezolano PRODAVINCI, referentes a un estudio de campo realizado a finales de 2017 en todos los estados, municipios y parroquias del país, titulado “Vivir sin Agua”, tomando como base los Planes de Distribución de todas las hidrológicas del país; demuestra la realidad de la población y su problemática del acceso al agua potable desde el punto de vista estadístico, asegurando que al menos el 30% de la población Venezolana se encontró bajo racionamiento permanente de agua potable durante dicho año y el acceso a este servicio se vio limitado durante 48 horas a la semana.

El estudio revelo que el municipio Valencia tiene gran desigualdad en relación a la distribución de agua en sus diferentes parroquias, pues tiene zonas en las que el índice de escasez es alto y otras en que la cantidad de horas de suministro es mayor. Lo más impactante del análisis fue el hecho de que la Parroquia El Socorro, es según los datos, la más afectada. A continuación de se muestra la tabla. (Ver Tabla 8)

**Tabla 8.** Análisis del acceso al servicio según parroquias.

Parroquia	Área de destino	Acceso semanal promedio(Hrs)	Cobertura semanal (%)	Cobertura semanal promedio (%)
Rafael Urdaneta	Área 1	51	30,4%	29%
	Área 2	45	26,8%	
San José	Área 1	43	25,6%	36%
	Área 2	120	71,4%	
	Área 3	79	47,0%	
	Área 4	24	14,3%	
	Área 5	36	21,4%	
El Socorro	Área 1	36	21,4%	21,4%
Catedral	Área 1	48	28,6%	28,6%
Candelaria	Área 1	56	33,3%	33,3%
San Blas	Área 1	47,8	28,5%	28,5%
Santa Rosa	Área 1	96	57,1%	57,1%
Miguel Peña	Área 1	80	47,6%	25,4%
	Área 2	24	14,3%	
	Área 3	24	14,3%	

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

Se puede apreciar que la Parroquia Santa Rosa, cuenta con un acceso semanal al servicio de 96 horas, se debe resaltar nuevamente que esto no significa que la empresa Hidrocentro C.A, se encuentre bombeando agua a esta zona durante gran parte del día, sino que la gran mayoría de las casas que se ubican en esta área, cuentan con

pozos familiares y tanques por gravedad, los cuales le permiten almacenar agua que pueden utilizar durante horas en que no están siendo abastecidos. Esta observación se hizo de manera directa, recorriendo las calles y visualizando las casas de la Parroquia.

Como recopilación de lo anterior, en general, se concluyó para el caso del municipio Valencia, que la media de acceso semanal al servicio es de 53,32 horas a la semana frente a 168 horas equivalentes a los siete días; teniendo como resultado que solo cerca del 31% del total de horas semanales es posible acceder al suministro de agua potable.

#### **4.1.5 Análisis general.**

A través de lo descrito en los puntos anteriores se puede evidenciar que aun cuando la empresa Hidrocentro C.A maneja un indicador de eficiencia de más del 90% en relación a la “conducción de agua” desde las fuentes de agua cruda hacia las plantas potabilizadoras y hasta los centros de distribución de agua potable; en las condiciones de operatividad actual el Sistema Regional del Centro es incapaz de cubrir el suministro de agua potable hacia las diferentes áreas del municipio durante la totalidad de horas que involucran una semana.

Debe resaltarse el hecho de que difícilmente el suministro de agua a las diversas parroquias se acerca al 50% de las 168 horas de la semana, y el tiempo de distribución promedio es durante al menos 4 días a la semana.

Esta fase sirvió como base de estudio para la elaboración del plan de distribución de agua potable; debido a que logra cuantificar la capacidad real de la empresa Hidrocentro C.A, y la escasez de agua que vive el municipio, lo cual fue de gran apoyo para la identificación de las variables que inciden en el suministro de agua potable y la elaboración del plan de distribución de agua potable.

## **4.2 Fase II: Identificación de las variables que inciden en el suministro de agua potable en el municipio Valencia, edo. Carabobo.**

En esta fase se determinó la población real del municipio que demanda agua potable; se realizó una encuesta con la finalidad de obtener una cifra que refleje la cantidad de agua potable que cada individuo de dicha población utiliza diariamente; se estructuraron los costos de operatividad para la producción agua potable por parte de la empresa Hidrológica del Centro C.A ; y se creó una variable de decisión que permite el desarrollo del modelo de transporte que permitirá el diseño del plan de distribución de agua potable.

### **4.2.1 Población involucrada.**

Para cuantificar la demanda se recopiló información necesaria acerca de la población de las diferentes Parroquias del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, excluyendo a la Parroquia Negro Primero, debido a que no entra en la fase de estudio debido a las condiciones explicadas en la fase anterior. La población de esta área del área interior del país es la que se encuentra mayormente concentrada, por condiciones de centralismo y por lo tanto su crecimiento es continuo. Según Instituto Nacional de Estadística (2011) “Esta zona cuenta con un crecimiento anual en la población de 1,5% y con promedio de 3,9 personas por familia”.

Esto permite deducir que ligado al incremento poblacional vendrá un aumento en el consumo de agua potable, como necesidad básica, sin embargo, también hay que considerar las salidas e ingresos de habitantes en el país, este aspecto juega un papel importante ya que permite delimitar con mayor alcance la población real de las parroquias en estudio. Según el Banco Mundial, en The World Factbook Of The Cia, durante los últimos 10 años por cada 1000 habitantes de la población venezolana, 1,2 han migrado hacia otro país, dicho de otro modo, la tasa actual de migración en el país durante la última década es de -0,012%.

La proyección de la población para 2019 se realizó tomando en cuenta los datos suministrados a través del Instituto Nacional de Estadística (INE) según el censo realizado en el año 2011, y la diferencia entre la tasa de crecimiento y la tasa de migración. Los resultados se muestran a continuación. (Ver Tabla 9)

**Tabla 9.** Población proyectada para el año 2019.

Municipio Valencia	Parroquia	Población (Hab.) Censo 2011- INE	Proyección 2019 (Hab.) +1,49% por año
	San José	13.2534	149.181
	Santa Rosa	70.449	79.298
	San Blas	22.778	25.639
	Catedral	2.230	2.510
	Candelaria	25.496	28.698
	Miguel Peña	371.087	417.697
	Rafael Urdaneta	191.004	214.995
	El Socorro	5.406	6.085
	<b>TOTAL</b>	820.984	924.104

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.2.2 Consumo por habitante.

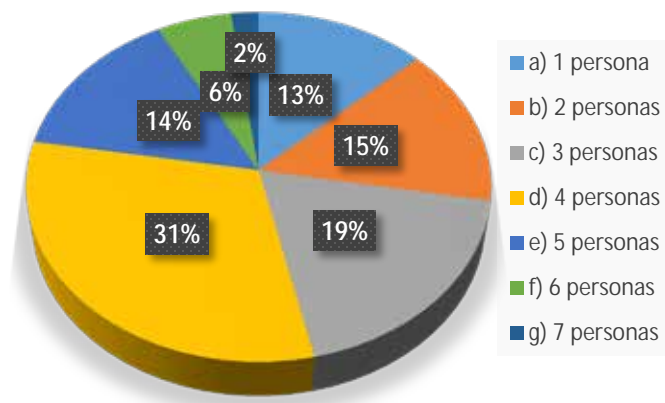
La empresa Hidrocentro C.A, mediante su data estadística y la actualización de sus indicadores a lo largo de los años, establece que le habitante promedio tiene un consumo de 350 L/día de agua potable, con la finalidad de cubrir sus necesidades. En relación a lo dicho anteriormente y con la finalidad de corroborar esta información y determinar la demanda de agua potable diaria por persona que enfrenta el plan de distribución, se le atribuyó la prioridad a la técnica de recolección de datos conocida como “encuesta”. Por ello, se parte de la utilización de un muestreo probabilístico simple, con la finalidad de estimar la frecuencia y el consumo de agua potable en diversas actividades que implican la utilización de la misma.

La unidad de análisis está constituida por la población proyectada para el año 2019 de las Parroquias San José, San Blas, Santa Rosa, Miguel Peña, Rafael Urdaneta,

Catedral, Candelaria y El Socorro; la cual representa los habitantes que abarcan el plan de distribución de agua potable en el Municipio Valencia del Edo. Carabobo. Debido a que la muestra es de tipo probabilística, se estableció un nivel de confianza del 95% y un error del 5%, lo cual asegura que los resultados sean confiables.

La muestra para una población proyectada de 924.104 habitantes, fue de 385 habitantes, lo cual represento la cantidad de personas que fueron cuestionadas en tres (3) áreas del Municipio Valencia, como lo son el Big Low Center, la Estación Cedeño y la Estación Monumental del Metro de Valencia; en donde el flujo de personas, permitieron la aleatoriedad de los resultados. El instrumento puede visualizarse al final del trabajo de grado y los resultados se presentan a continuación en forma de graficos de torta. Ver (Anexo A).

**Ítem 1. ¿Cuántas personas viven en su casa?**

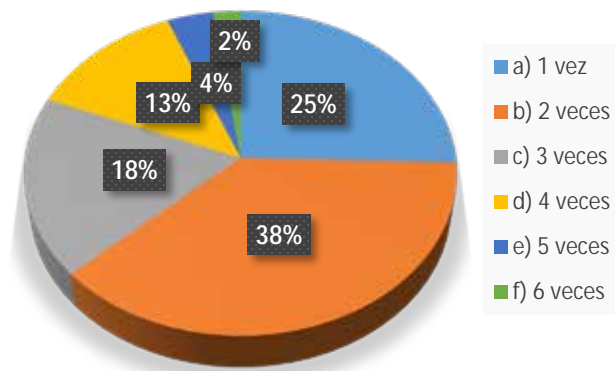


**Grafico 1.** Número de personas por vivienda.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Se puede observar que un 31% de las personas que viven en el Municipio Valencia Edo. Carabobo, viven con otras 3 personas en su hogar, por lo que actividades como el lavado de ropa lo realizan de manera compartida.

**Ítem 2. ¿Cuántas veces usted se baña al día?**

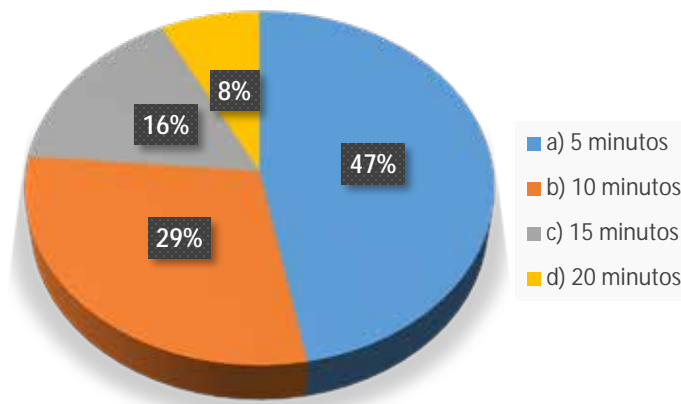


**Grafico 2.** Frecuencia de baño al día.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Como se muestra en el gráfico, 38% de la población se baña 2 veces al día, mientras que un 25% se baña 1 vez al día y un 18% de la población se baña 3 veces en un día, decreciendo luego el porcentaje mientras mayor es la frecuencia.

### Ítem 3. ¿Cuánto tiempo usted dura en bañarse?

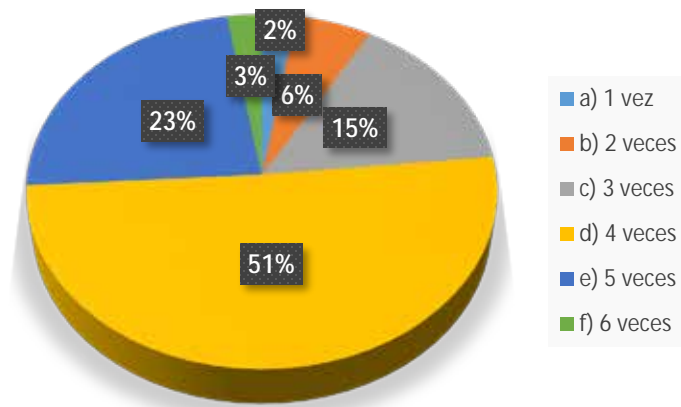


**Grafico 3.** Tiempo de duración del baño.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** En base al resultado obtenido, la cantidad de tiempo que dura bañándose el 47% de la población es de 5 minutos, mientras que el 29% es capaz de llegar a los 10 minutos.

### Ítem 4. ¿Cuántas veces usted hace uso del excusado durante el día?

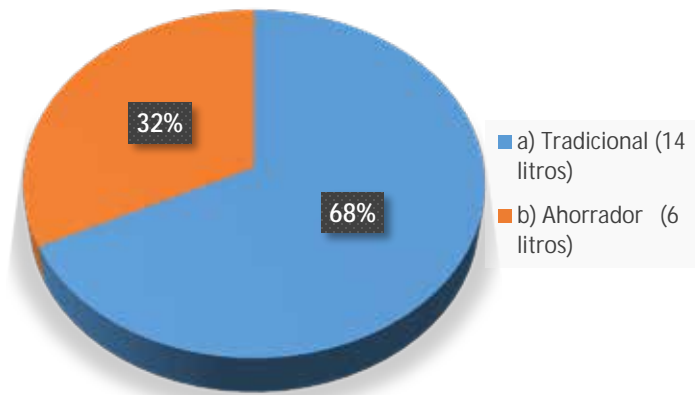


**Gráfico 4.** Frecuencia de uso del excusado.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Todo indica que el 51% de la población utiliza el excusado al menos 4 veces al día para sus diferentes usos, el 23% de la población lo utiliza al menos 5 veces al día, y el restante tiene un porcentaje reducido en base a los usos.

#### Ítem 5. ¿Qué tipo de excusado tiene?

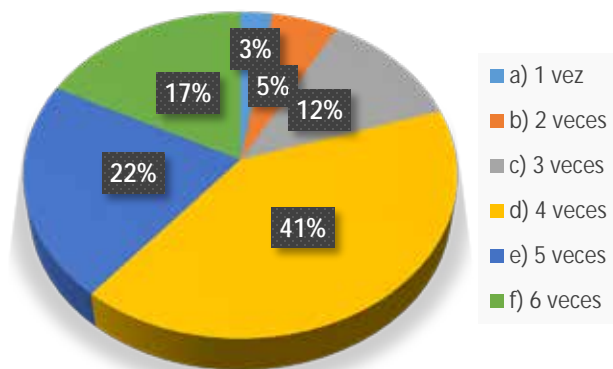


**Gráfico 5.** Tipo de Excusado.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Con los resultados del gráfico se tiene que el 68% tiene excusados de tipo tradicional y solo un 32% usa los de tipo ahorrador.

#### Ítem 6. ¿Cuántas veces a la semana usted usa la lavadora?

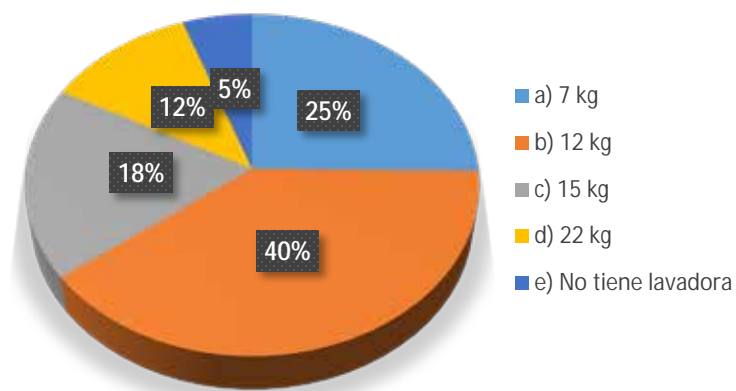


**Grafico 6.** Uso de la lavadora en una semana.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** En el grafico 6 se demuestra que el 41% de la población utiliza al menos 4 veces la lavadora en una semana, mientras que un 22% la utiliza 5 veces. Normalmente los usos de la lavadora se hacen de manera colectiva con la familia.

### Ítem 7. ¿Qué tipo de lavadora tiene?

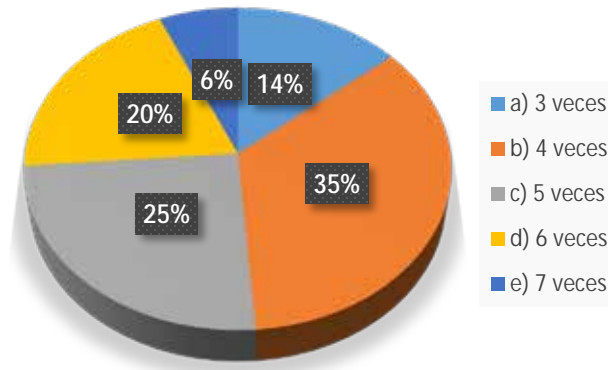


**Grafico 7.** Tipo de lavadora.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Los resultados que muestra este gráfico, da como resultado que el 39% de la población en estudio tiene o usa lavadoras con capacidades de 12 kg, mientras que el 25% usa de 7 kg y un 5% de la población no tiene lavadora.

**Ítem 8. ¿Cuántas veces al día usted utiliza el lavamanos en las distintas actividades?**

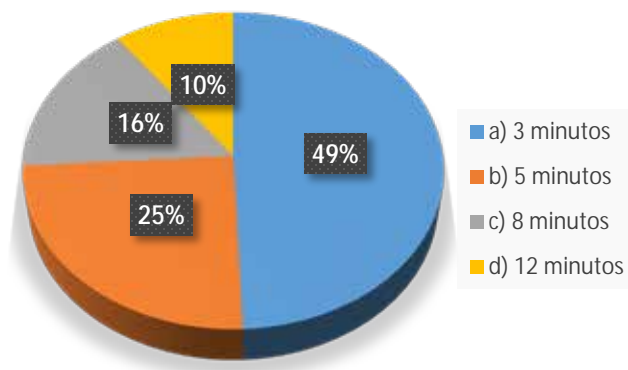


**Gráfico 8.** Frecuencia de uso del lavamanos.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Todo indica que el 35% de la población utiliza el lavamanos al menos 4 veces al día para realizar actividades como cepillarse y lavarse las manos y el rostro.

**Ítem 9. ¿Cuánto tiempo dura usted en las distintas actividades del lavamanos?**

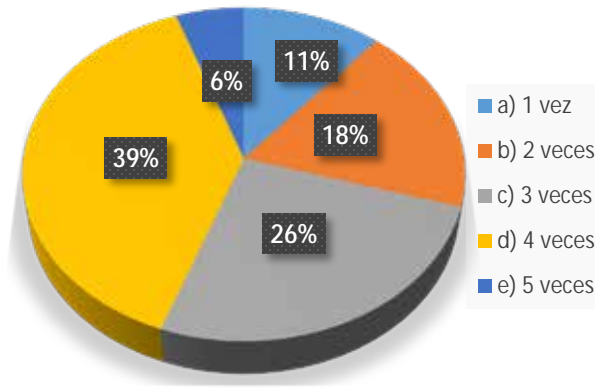


**Gráfico 9.** Tiempo de duración en el lavamanos.

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Con los datos de este gráfico se evidencia que el tiempo de uso del lavamanos pertinente al 49% de la población es de 3 minutos, mientras que un 25% de la población es capaz de usarlo durante 5 minutos.

### Ítem 10. ¿Cuántas veces al día usted hace uso del fregadero?

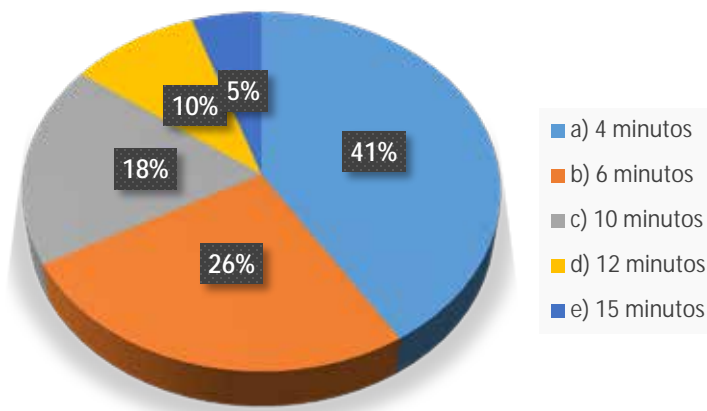


**Gráfico 10.** Frecuencia de uso del lavaplatos.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** Dado los resultados obtenidos en esta pregunta, el 39% de la población en estudio respondió que utiliza el lavaplatos al menos 4 veces al día. Normalmente el uso se acentúa en un integrante de la familia en específico.

### Ítem 11. ¿Cuánto tiempo usted usa el fregadero?



**Gráfico 11.** Tiempo de duración en el lavaplatos.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

- **Análisis:** En el gráfico 11 se demuestra que un 41% de la población utiliza el lavaplatos durante al menos 4 minutos, mientras que un 26% es capaz de usarlo durante 6 minutos.

#### 4.2.2.1 Variables de consumo.

Los resultados de la encuesta aplicada anteriormente serán utilizados para estimar la cantidad de litros que utiliza o necesita una persona diariamente para satisfacer sus necesidades básicas relacionadas con el servicio de agua potable. Sin embargo, este tipo de cálculos requiere de variables que se encuentran estandarizadas según la Organización mundial de la Salud (OMS) basándose en la norma “UNE EN 12056-2”, las cuales, en este mismo sentido, son similares a las utilizadas por la Empresa Hidrológica del Centro (Hidrocentro C.A). A continuación, se expresarán los valores estandarizados establecidos según la OMS y la empresa que involucra el estudio. (Ver Tabla 10)

**Tabla 10.** Variables involucradas en el consumo de agua potable.

VARIABLE	Según la OMS	Según Hidrocentro C.A
Caudal normal de una regadera	0,3 L/s	0,3 L/s
Caudal normal de un grifo de lavamanos	0,075 L/s	0,065 L/s
Caudal normal de un grifo de lavamanos	0,075 L/s	0,065 L/s
Volumen utilizado en una lavadora.	4,75 L/Kg	4,5 L/Kg

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

En relación a lo anterior, como las variables tienen muy poca variación en relaciones a las organizaciones, se utilizarán las establecidas por la OMS por ser la de mayor cobertura y alcance a nivel mundial. Por contraste, para el caso de los excusados y lavadoras, las capacidades fueron establecidas según los modelos más populares y con mayor participación en el mercado según lo investigado en internet y tiendas.

Como resultado el cálculo de la demanda de agua por habitante (en actividades normales), que se realizó utilizando los datos recolectados en la encuesta y las variables estandarizadas, se muestra a continuación. (Ver Tabla 11)

**Tabla 11.** Consumo de agua potable en condiciones normales.

ACTIVIDAD	Frecuencia de uso	Tiempo de uso (min)	Capacidad	Variable	Consumo
DUCHA	2 veces/ día	5		18 L/min	180 L/ día
EXCUSADO	4 veces/ día			14 L	56 L/ día
LAVADORA	4 veces/ semana		12 Kg	4.75 L/kg	8,14 L/ día (*)
LAVAMANOS	4 veces/ día	3		4.5 L/min	54 L/ día
FREGADERO	4 veces/ día	4		4.5 L/min	72 L/ día
				<b>TOTAL</b>	<b>370,14 L/ día</b>

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

(\*) La tabla anterior refleja que una persona normalmente consume en sus necesidades básicas, 370 litros de agua potable en un día; para el caso de lavadora en la encuesta el cálculo se estimó en el uso semanal, esto se debe a que el uso de la misma no se realiza en la mayoría de los casos de forma continua, por lo que la carga de litros de agua se distribuyó a través de siete (7) días, pero además se compartió el consumo con la media de habitantes promedios en una casa, la cual es de cuatro (4) personas; adicionalmente, esta encuesta fue mostrada a profesionales en el área que demuestran su validez. Ver (Anexo B).

El resultado calculado anteriormente puede comprobarse comparándolo con el indicador que maneja Hidrocentro C.A durante el año 2018, el cual es la estimación de la cantidad de litros de agua potable que son enviados a cada habitante diariamente, con la finalidad de satisfacer sus necesidades, y el cual a su vez demuestra que el consumo es de 350 L/s al día para cada habitante. (Ver Tabla 12)

**Tabla 12.** Volumen de agua potable por habitante.

Variable técnica	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Volumen de agua potable por habitantes (L/día)	359,4	358,0	361,5	368,7	357,3	368,7	368,8	375,2	340,7	360,5	354,5	391,1
<b>PROMEDIO:</b>											364 L/día	

Fuente: Hidrocentro C.A (2018)

En relación a los datos anteriores, puede suponerse que una persona utilice una mayor cantidad de litros al día de agua potable, no obstante, este cálculo refleja el comportamiento del usuario del servicio satisfaciendo una media de consumo en condiciones normales; ya que según la dirección técnica de Hidrocentro C.A, no todos los habitantes mantienen un consumo excesivo de agua, lo que compensa el uso de aquellas personas que superan los valores promedios. Pero, además, la cantidad estimada no se refiere únicamente al consumo que realizan los habitantes estando en sus hogares, sino que abarca e incluye el agua potable que requieren y utilizan en sus sitios de trabajo.

Dicho lo anterior, el cálculo de la demanda de la población se utilizó el promedio de la cantidad de agua por habitante calculada en la encuesta y la cantidad dada por la empresa del servicio; el resultado de este promedio es de 367 L/día por habitante.

#### **4.2.3 Demanda de agua potable.**

La estimación de la demanda se realizó utilizando la proyección de población del Municipio Valencia para el año 2019, en las Parroquias involucradas en el estudio, pero además se estructuró la población de acuerdo a la cantidad de áreas por parroquias a las cuales la empresa Hidrocentro C.A distribuye agua potable; las existencia de más

de una parroquia por área, se debe a que son poblaciones grandes en territorios amplios, por lo que la distribución de agua no puede realizarse de forma única.

En base a los datos del peso poblacional de los habitantes en las áreas de las Parroquias aportados por Hidrocentro C.A, como parte de su indicador de consumo, se muestra la siguiente tabla de demanda. (Ver Tabla 13)

**Tabla 13.** Demanda de agua potable proyectada.

Parroquia.	Población proyectada año 2019 (Hab.)	Área.	Peso Poblacional del Área.	Población proyectada año 2019 por Área (Hab.)	Demanda de agua por Área (L/día)
San José	149.180,94	1	30%	44.754	16.424.821
		2	15%	22.377	8.212.410
		3	20%	29.836	10.949.881
		4	10%	14.918	5.474.940
		5	25%	37.295	13.687.351
Santa rosa	79.297,75	1	100%	79.298	29.102.273
San Blas	25.639,03	1	100%	25.639	9.409.524
Catedral	2.510,10	1	100%	2.510	921.206
Candelaria	28.698,43	1	100%	28.698	10.532.322
Miguel peña	417.697,39	1	35%	146.194	53.653.230
		2	50%	208.849	76.647.471
		3	15%	62.655	22.994.241
Rafael Urdaneta	214.995,06	1	25%	53.749	19.725.797
		2	75%	161.246	59.177.390
El Socorro	6.085,02	1	100%	6.085	2.233.203
				DEMANDA TOTAL:	<b>339.146.061</b>

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.2.4 Costos asociados.

Para la estimación de costos involucrados en el plan de distribución de agua potable, se tomó como referencia los costos de operatividad de Hidrocentro C.A en el año 2018. Las cifras que se mostraran a continuación muestran los costos fijos, relacionados a la depreciación de equipos y el pago de alquileres; mientras que los costos variables incluyen los sueldos y salarios, pago de servicios, materiales y sustancias involucradas en la producción, entre otros. (Ver Tabla 14)

**Tabla 14.** Costos de producción para el año 2018.

<b>COSTOS DE OPERATIVIDAD Año 2018</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>TOTAL (Bs S.)</b>
Costos Fijos y Depreciación de Equipos (Bs S.)	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	1.708.639
Sueldos y Salarios (Bs S.)	17.163	22.353	42.551	68.346	72.833	76.699	78.562	1.669.434	1.702.823	1.893.138	1.968.864	4.375.253	11.988.018
Sustancias químicas (Bs S.)	5.139	7.296	6.638	2.433	4.344	17.551	15.483	619.302	650.267	682.780	716.919	1.792.299	<b>4.520.452</b>
Electricidad (Bs S.)	96	96	96	96	96	96	96	140	140	140	140	186	<b>1.417</b>
Investigación (Bs S.)	104	714	4.505	2.156	1.884	25.817	16.111	80.555	83.777	87.128	90.613	181.227	<b>574.593</b>
Otros materiales y suministros (Bs S.)	5.991	4.762	2.000	15.963	3.333	19.284	173.558	180.501	187.721	200.861	206.887	517.218	<b>1.518.079</b>
Mantenimiento (Bs S.)	5.209	7.794	3.977	7.102	7.624	6.258	187.734	197.121	206.977	217.326	228.192	410.745	<b>1.486.058</b>
<b>TOTAL (Bs S.)</b>	<b>176.089</b>	<b>185.401</b>	<b>202.154</b>	<b>238.483</b>	<b>232.501</b>	<b>288.091</b>	<b>613.930</b>	<b>2.889.439</b>	<b>2.974.091</b>	<b>3.223.760</b>	<b>3.354.002</b>	<b>7.419.314</b>	<b>21.797.255</b>

Fuente: Hidrocentro C.A (2018).

#### 4.2.4.1 Proyección de costos.

En vista de que el plan de distribución de agua potable se realizó como una propuesta para el año 2019, los costos de dicho año fueron proyectados considerando una tasa de incremento en los costos dada por el personal del departamento de proyectos económicos de Hidrocentro C.A, quienes aseguraron a través de su histórico de costos, que los mismos se mantienen en aumento continuo al menos un 32,5% con respecto al mes anterior; esta tasa de incremento se ve reducida en comparación a la inflación del país debido a que una empresa subsidiada por el gobierno nacional y estatal.

Para el caso de la proyección de los costos de producción de agua potable para el Municipio Valencia, en el año 2019, se utilizó el Factor de Capitalización de una Cantidad de Dinero Presente, el cual según Giugni & Torrealba (2009), “Permite determinar el valor futuro de una cantidad de dinero presente, durante periodos en donde se mantiene cargando una tasa de interés compuesto.” La fórmula se muestra a continuación:

(Ec-3)

- P: Cantidad de dinero presente
- S: Cantidad de dinero futuro en el mes n
- i: tasa de incremento
- n: número de periodo

La secuencia de costos proyectada para el año 2019, tuvo como inicio una cantidad “P” equivalente al total de costos variables en diciembre del año 2018, la cual fue de 7.276.927 Bs S; sin incluir los costos fijos, ya que estos no varían en el tiempo, pero si se incluyen en el costo final. De lo antes planteado y haciendo uso del Factor de Capitalización de una Cantidad de Dinero Presente, se muestra la proyección de costos para el año propuesto del trabajo de investigación. (Ver Tabla 15)

**Tabla 15.** Costos de producción proyectados para el año 2019.

<b>PROYECCIÓN DE COSTOS DE OPERATIVIDAD Año 2019</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>TOTAL (Bs S.)</b>
Costos Fijos y Depreciación de Equipos (Bs S.)	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	142.387	1.708.639
Costos Variables totales (Bs S.)	9.641.928	12.775.555	16.927.610	22.429.084	29.718.536	39.377.060	52.174.604	69.131.351	91.599.039	121.368.727	160.813.564	213.077.972	839.035.029
<b>TOTAL (Bs S.)</b>	19.459.946	25.736.511	34.057.375	45.096.650	59.669.573	79.042.211	104.963.138	141.152.140	186.172.170	245.961.215	324.981.129	440.852.184	<b>1.699.867.314</b>

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.2.4.2 Relación de costos.

Realizada la proyección de costos de producción de agua potable para el municipio Valencia para el año 2019; como requerimiento para la realización del modelo de transporte y del plan de distribución de agua potable, fueron distribuidos los costos en relación al porcentaje de habitantes que viven en cada parroquia y luego de igual manera, este costo se reasigno nuevamente mediante el peso poblacional de las Áreas que conforman cada Parroquia. Por consiguiente, se muestran los resultados obtenidos. (Ver Tabla 16)

**Tabla 16.** Relación de costos operatividad-áreas de distribución.

Parroquia.	Población proyectada AÑO 2019 (Hab.)	% por Parroquia (Hab.)	Costo Proyectado de Operatividad - AÑO 2019 (Bs. S.)	Costo Proyectado de Operatividad - AÑO 2019 por Parroquia (Bs. S.)	Áreas	% por Área (Hab.)	Costo Proyectado de Operatividad - AÑO 2019 por Área (Bs. S.)
San José	149.181	16,1%	1.699.867.314	274.414.866	1	30%	82.324.460
					2	15%	41.162.230
					3	20%	54.882.973
					4	10%	27.441.487
					5	25%	68.603.717
Santa rosa	79.298	8,6%		145.866.366	1	100%	145.866.366
San Blas	25.639	2,8%		47.162.402	1	100%	47.162.402
Catedral	2.510	0,3%		4.617.269	1	100%	4.617.269
Candelaria	28.698	3,1%		52.790.087	1	100%	52.790.087
Miguel peña	417.697	45,2%		1.699.867.314	768.344.647	1	35%
			2			50%	384.172.324
			3			15%	115.251.697
Rafael Urdaneta	214.995	23,3%	395.478.422		1	25%	98.869.605
					2	75%	296.608.816
El Socorro	6.085	0,7%	11.193.254		1	100%	11.193.254

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.2.4.3 Costo del litro de agua potable.

Debido a que el costo actual que maneja Hidrocentro C.A por el litro de agua es de 0,000012 Bs S, se han generado problemas debido a la incobrabilidad del monto por parte del sistema, ya que es una cifra muy pequeña. Por esta razón, estimados los costos de operatividad para el año 2019, se determinó el costo de un (1) litro de agua por Área de Parroquia, con la finalidad de tener el “Costo de transporte unitario”, es decir un criterio que permitió la elaboración del modelo de transporte. El cálculo se muestra a continuación. (Ver Tabla 17)

**Tabla 17.** Costo del litro de agua potable por área de Parroquia.

Parroquia.	Áreas por Parroquia.	Demanda de agua por Área. (L/día)	Cobrabilidad General del Área.	Costo Proyectado de Operatividad. - AÑO 2019 por Área (Bs. S./ día)	Costo del litro de agua (Bs S. / L)
San José	1	16.424.821	78%	225.546	0,0176
	2	8.212.410	91%	112.773	0,0151
	3	10.949.881	74%	150.364	0,0186
	4	5.474.940	95%	75.182	0,0145
	5	13.687.351	86%	187.955	0,0160
Santa rosa	1	29.102.273	75%	399.634	0,0183
San Blas	1	9.409.524	86%	129.212	0,0160
Catedral	1	921.206	62%	12.650	0,0221
Candelaria	1	10.532.322	76%	144.630	0,0181
Miguel peña	1	53.653.230	74%	736.769	0,0186
	2	76.647.471	83%	1.052.527	0,0165
	3	22.994.241	67%	315.758	0,0205
Rafael Urdaneta	1	19.725.797	83%	270.876	0,0165
	2	59.177.390	77%	812.627	0,0178
El Socorro	1	2.233.203	83%	30.666	0,0165

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

### **4.3 Fase III: Diseño del plan de optimización de la distribución de agua potable en el municipio Valencia, edo. Carabobo.**

En esta fase se organizaron las capacidades reales de bombeo actual, las demandas de la población y los costos de litro de agua por Áreas de Parroquias, con la finalidad de estructurar las variables que conforman el modelo de transporte, obteniendo de esta forma la solución óptima factible que disminuye los problemas de escasez de agua potable que se presentan en el Municipio, Valencia, Edo. Carabobo.

Debe resaltarse, que, en la búsqueda de soluciones de los modelos de transporte realizados en esta fase, se utilizó la herramienta informática WinQSB 2.0, la cual contiene una aplicación llamada Network Modeling que permite la solución de los modelos de manera secuencial. La realización de los siguientes modelos dio como resultado el criterio para la realización del plan de optimización de la distribución.

#### **4.3.1 Modelo de transporte con operatividad actual.**

Para la realización de este primer modelo de transporte se utilizaron las capacidades diarias de operatividad actual que mantuvo la empresa Hidrocentro C.A durante el año 2018, ya que representan la realidad inmediata de las fuentes de abastecimiento descritas en la Fase I, que la empresa puede ofrecer para las demandas diarias de consumo de agua potable proyectadas para el año 2019, en las Parroquias del Municipio Valencia. De igual manera también se hizo uso de variables de decisión como lo son los costos del litro de agua según el área de destino, las cuales le permitieron al programa la asignación del suministro de agua potable mediante el criterio de minimización de costos, establecido en la función objetivo. La siguiente tabla muestra la estructuración del primer modelo, para una situación en que todas las fuentes de origen distribuyen el agua potable a todas las áreas de destino, en paralelo, durante un día, sin paradas por racionamiento del servicio. (Ver Figura 2 y 3)

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Ricardo Urriera		El Socorro	
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	
Red Alta 560 L/ seg	0.0176	0.0151	0.0186	M	0.0160	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	48.384.000
Red alta (Guat.) 80 L/ seg	M	M	M	0.0145	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	6.912.000
Red Alta (Grav.) 500 L/ seg	M	M	M	M	M	0.0183	0.0160	0.0221	0.0181	M	M	M	M	M	0.0165	43.200.000
La Florida 150 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0181	0.0186	M	M	M	M	M	12.960.000
Nueva Valencia 80 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0205	M	M	M	6.912.000
Red Baja 1100 L/ seg	M	M	M	M	M	0.0183	M	M	M	0.0186	0.0165	0.0205	0.0165	0.0178	M	95.040.000
Guacara 595 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0165	M	M	M	M	51.408.000
	16.424.821	8.212.410	10.949.881	5.474.940	13.687.351	29.102.273	9.409.524	921.206	10.532.322	53.653.230	76.647.471	22.994.241	19.725.797	59.177.390	2.233.203	

Figura 2. Asignación de datos para el modelo con operatividad actual.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

· **Función Objetivo:** Minimización de costos en la distribución de agua potable = Min(z)

· **Variables:**  $X_{i,j}$ , donde para cada “X” es la

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,0176 * X_{1,1} + 0,0151 * X_{1,2} + 0,0186 * X_{1,3} + 0,0160 * X_{1,5} + 0,0145 * X_{2,4} + 0,0183 * X_{3,6} + 0,0160 * X_{3,7} + 0,0221 * X_{3,8} \\ & + 0,0181 * X_{3,9} \quad X_{3,15} \quad 0,0181 * X_{4,9} + 0,0186 * X_{4,10} + 0,0205 * X \quad + 0,0183 * X_{6,6} + 0,0186 * X_{6,10} \\ & + 0,0165 * X_{6,11} + 0,0205 * X_{6,12} + 0,0165 * X_{6,13} + 0,0178 * X_{6,14} \quad 0,0165 * X_{7,11} \end{aligned}$$

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Ricardo Urriera		El Socorro		
	1	2	3	4	Dummy	5	1	1	1	1	2	3	1	2	1		
Red Alta 560 L/ seg	0.0176 16.424.821	0.0151 8.212.410	0.0186 10.059.419	M	M 1.437.060	0.0160 13.687.351	M	M	M	M	M	M	M	M	M	48.384.000	
Red alta (Guat.) 80 L/ seg	M	M	M	0.0145 5.474.940	0.0145 1.437.060	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	6.912.000	
Red Alta (Grav.) 500 L/ seg	M	M	M	M	M	M	0.0183 29.102.273	0.0160 9.409.524	0.0221 -	0.0181 2.455.000	M	M	M	M	M	0.0165 2.233.203	43.200.000
La Florida 150 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0181 8.077.322	0.0186 4.882.678	M	M	M	M	M	12.960.000
Nueva Valencia 80 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0205 6.912.000	M	M	M	M	6.912.000
Red Baja 1100 L/ seg	M	M	M	M	M	M	0.0183 -	M	M	M	0.0186 -	0.0165 25.239.471	0.0205 -	0.0165 19.725.797	0.0178 50.074.732	M	95.040.000
Guacara 595 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0.0165 51.408.000	M	M	M	M	51.408.000
Dummy	M	M	M 890.462	M	M	M	M	M	M 921.206	M	M 48.770.552	M	M 16.082.241	M	M 9.102.658	M	75.767.121
	16.424.821	8.212.410	10.949.881	5.474.940	1.437.060	13.687.351	29.102.273	9.409.524	921.206	10.532.322	53.653.230	76.647.471	22.994.241	19.725.797	59.177.390	2.233.203	

Figura 3. Iteración final del modelo con operatividad actual.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,0176*16.424.821 + 0,0151*8.212.410 + 0,0186*10.059.419 + 0,0160*13.687.351 + 0,0145*5.474.940 + \\ & 0,0183*29.102.273 + 0,0160*9.409.524 + 0,0181*2.455.000 + 0,0165*2.233.203 + 0,0181*8.077.322 + 0,0186*4.882.678 \\ & + 0,0205*6.912.000 + 0,0165*25.239.471 + 0,0165*19.725.797 + 0,0178*50.074.732 + 0,0165*51.408.000 \end{aligned}$$

$$\text{Min}(z) = 4.614.001,31 \text{ Bs S.}$$

Litros de agua sin asignar por é = 75.767.121

Costo sin asignar por déficit = 1.435.766,77 Bs S.

Litros de agua sin asignar por superávit = 1.437.060 (Solo hacia Área de Guataparo).

### **4.3.2 Primer modelo de transporte propuesto.**

En este modelo, se tomaron en cuenta de igual forma, las capacidades diarias de operatividad actual, referentes a los bombeos, que mantuvo la empresa Hidrocentro C.A durante el año 2018, ya que representan la realidad inmediata de las fuentes de abastecimiento que la empresa puede mantener en funcionamiento para la distribución de agua potable.

Sin embargo, para las demandas diarias de consumo de agua potable proyectadas, se hizo uso de un criterio de sensibilidad en el consumo diario de la población, debido a que el primer modelo es incapaz de satisfacer a la misma; con lo cual se estableció mediante tanteo, un consumo de agua potable diario por habitante de 262 litros, cantidad que es el punto óptimo de consumo para el cual no existan paradas en la distribución de agua potable y que a su vez, se mantiene en concordancia con la gaceta sanitaria No. 4.044 del Ministerio del Poder Popular para la Salud publicada en 1988; la cual indica que en el medio urbano se deben proporcionar al menos 250 litros de agua al día por habitante y en el rural 150 litros.

Debido al cambio en la demanda de la población, para este escenario, los costos del litro de agua según el área de destino utilizados como variables de decisión, fueron afectados por el criterio de sensibilidad, ya que la base de cálculo para los costos proyectados se encuentra definida para un consumo de 367 litros al día por habitante, y al disminuir la cantidad de litros diarios en el consumo, el costo del litro de agua en la base de cálculo aumentara un 40% , con la finalidad de hacer recuperable el costo de operatividad que la empresa utiliza para prestar el servicio dentro de las Parroquias del Municipio Valencia.

A continuación, se presenta la tabla en donde se estructuró el segundo modelo matemático de transporte, para una situación en donde todas las fuentes de origen distribuyen el agua potable hacia todas las áreas de destino, durante un día, en paralelo, sin paradas planificadas por racionamiento del servicio. (Ver Figura 4 y 5)

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Rafael Urdaneta		El Socorro	
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	
Red Alta 560 L/ seg	0,0247	0,0211	0,0260		0,0224											48.384.000
Red alta (Guat.) 80 L/ seg				0,0202												6.912.000
Red Alta (Grav.) 500 L/ seg						0,0256	0,0224	0,0310	0,0253						0,0232	43.200.000
La Florida 150 L/ seg									0,0253	0,0260						12.960.000
Nueva Valencia 80 L/ seg												0,0287				6.912.000
Red Baja 1100 L/ seg						0,0256				0,0260	0,0232	0,0287	0,0232	0,0250		95.040.000
Guacara 595 L/ seg											0,0232					51.408.000
	11.725.622	5.862.811	7.817.081	3.908.541	9.771.351	20.776.010	6.717.426	657.646	7.518.987	38.302.851	54.718.358	16.415.507	14.082.176	42.246.529	1.594.275	

Figura 4. Asignación de datos para el primer modelo propuesto.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

• **Función Objetivo:** Minimización de costos en la distribución de agua potable =  $\text{Min}(z)$

• **Variables:**  $X_{i,j}, d$

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,0247 * X_{1,1} + 0,0211 * X_{1,2} + 0,0260 * X_{1,3} + 0,0224 * X_{1,5} + 0,0202 * X_{2,4} + 0,0256 * X_{3,6} + 0,0224 * X_{3,7} + 0,0310 * X_{3,8} \\ & + 0,0253 * X_{3,9} + 0,0232 * X_{3,15} + 0,0253 * X_{4,9} + 0,0260 * X_{4,10} + 0,0287 * X_{5,12} + 0,0256 * X_{6,6} + 0,0260 * X_{6,10} + 0,0232 * X_{6,11} \\ & + 0,0287 * X_{6,12} + 0,0232 * X_{6,13} + 0,0250 * X_{6,14} + 0,0232 * X_{7,11} \end{aligned}$$

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Rafael Urdaneta		El Socorro	DUMMY	
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1		
Red Alta 560 L/seg	0,0247	0,0211	0,0260		0,0224											M	
	11.725.622	5.862.811	7.817.081	M	9.771.351	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	13.207.135	48.384.000
Red alta (Guat.) 80 L/seg				0,0202												M	
	M	M	M	3.908.541	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	3.003.459	6.912.000
Red Alta (Grav.) 500 L/seg						0,0256	0,0224	0,0310	0,0253						0,0232	M	
	M	M	M	M	M	20.776.010	6.717.426	657.646	7.518.987	M	M	M	M	M	1.594.275	5.935.655	43.200.000
La Florida 150 L/seg									0,0253	0,0260						M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	-	12.960.000	M	M	M	M	M	M	12.960.000
Nueva Valencia 80 L/seg												0,0287				M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	6.912.000	M	M	M	M	6.912.000
Red Baja 1100 L/seg						0,0256				0,0260	0,0232	0,0287	0,0232	0,0250		M	
	M	M	M	M	M	-	M	M	M	25.342.851	3.310.358	9.503.507	14.082.176	42.246.529	M	554.578	95.040.000
Guacara 595 L/seg											0,0232					M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	51.408.000	M	M	M	M	M	51.408.000
	11.725.622	5.862.811	7.817.081	3.908.541	9.771.351	20.776.010	6.717.426	657.646	7.518.987	38.302.851	54.718.358	16.415.507	14.082.176	42.246.529	1.594.275	22.700.828	

Figura 5. Iteración final del primer modelo propuesto.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,0247*11.725.622 + 0,0211*5.862.8011 + 0,0260*7.817.081 + 0,0224*9.771.351 + 0,0202*3.908.541 + \\ & 0,0256*20.776.010 + 0,0224*6.717.426 + 0,0310*657.646 + 0,0253*7.518.987 + 0,0232*1.594.275 + \\ & 0,0260*12.960.000 + 0,0287*6.912.000 + 0,0260*25.342.851 + 0,0232*3.310.358 \quad 0,0287*9.503.507 \\ & 0,0232*14.082.176 + 0,0250*42.246.529 \quad 0,0232*51.408.000 \end{aligned}$$

$$\text{Min}(z) = \quad \text{Bs S.}$$

Litros de agua sin asignar por superávit =

### **4.3.3 Durabilidad del primer modelo.**

El propósito de este tercer modelo matemático es evaluar el alcance del abastecimiento que tiene la empresa Hidrocentro C.A con su capacidad operativa actual en relación a las demandas de la población de los años posteriores a 2019 de las diferentes Parroquias del Municipio Valencia; permitiendo determinar hasta qué año es posible mantener la distribución de agua potable en las condiciones actuales; con lo cual se fija un tiempo de vida útil para el escenario del segundo modelo de transporte del propuesto.

En relación a lo anteriormente mencionado, se mantuvo constante al igual que en el modelo anterior la demanda de agua diaria por habitante, la cual es de 262 litros; por lo que el aumento de la demanda general de las Parroquias no se debe a un incremento en el consumo sino al crecimiento de la población.

La solución del modelo se obtuvo permitiendo al programa WinQSB 2.0 manipular una de las variables que intervienen en el mismo. Esta variable fue el incremento de la población y por lo tanto los requerimientos de demanda. De igual forma se estableció como condición realizar iteraciones en el modelo hasta que se agoten las capacidades de distribución, es decir que el programa se detuviera y mostrara los resultados cuando la capacidad de asignación de agua potable no pueda cumplir con la demanda y se cree una variable dummy o ficticia como fuente de origen.

Para este caso la variable de decisión relacionada a los costos de operatividad, fue la misma que se utilizó en el primer modelo propuesto; puesto que no fue necesario proyectarlos para la determinación del tiempo de vida útil del modelo, pues en este escenario no se busca encontrar la minimización de costos y por lo tanto, las variables de decisión pueden considerarse constantes a manera de artificio matemático dado que aun cuando aumenten los costos en el caso de estudio, las capacidades van a ser agotadas por el crecimiento del consumo. Dicho lo anterior, se muestra la última iteración del primer modelo propuesto aumentado las demandas. (Ver Figura 6)

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Ricardo Urriera		El Socorro	DUMMY	
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1		
Red Alta 560 L/seg	0.0243	0.0208	0.0256		0.0220											M	
	11.900.333	5.950.167	7.933.556	M	9.916.944	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	12.683.000	48.384.000
Red alta (Guat.) 80 L/seg				0.0200												M	
	M	M	M	3.966.778	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	2.945.222	6.912.000
Red Alta (Grav.) 500 L/seg						0.0253	0.0220	0.0306	0.0249						0.0228	M	
	M	M	M	M	M	21.085.572	6.817.516	667.444	7.631.020	M	M	M	M	M	1.618.030	5.380.418	43.200.000
La Florida 150 L/seg									0.0249	0.0256						M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	-	12.960.000							12.960.000
Nueva Valencia 80 L/seg												0.0283				M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	6.912.000	M	M	M	M	6.912.000
Red Baja 1100 L/seg						0.0253				0.0256	0.0228	0.0283	0.0228	0.0246		M	
	M	M	M	M	M	-	M	M	M	25.913.563	4.215.661	7.742.772	14.292.001	42.876.003	M	M	95.040.000
Guacara 595 L/seg											0.0228					M	
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	51.408.000	M	M	M	M	M	51.408.000
DUMMY	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	2.005.326
	11.900.333	5.950.167	7.933.556	3.966.778	9.916.944	21.085.572	6.817.516	667.445	7.631.020	38.873.563	55.533.661	16.660.098	14.292.001	42.876.003	1.618.030	21.098.638	

Figura 6. Análisis de sensibilidad del primer modelo propuesto.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

Año de caducidad del modelo = 2020  
Déficit en la demanda =                    litros de agua potable.  
Población insatisfecha = 7654 habitantes

#### **4.3.4 Segundo modelo de transporte propuesto.**

Dado los resultados anteriores, puede intuirse que el primer modelo propuesto sirve solo como una solución temporal al problema de escasez de agua potable en el Municipio Valencia; por lo que, la realización de este cuarto y último modelo matemático tiene como finalidad observar un escenario de distribución de agua potable para el año 2020, en el que la empresa Hidrocentro C.A sea capaz de aumentar el rendimiento de todas sus estaciones de bombeo en concordancia con la capacidad de potabilización de agua potable de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga; y su vez, se mantenga un consumo diario constante de 262 litros de agua por habitante.

Para este caso, el aumento de la demanda general de las Parroquias viene dado por el crecimiento de la población en el año 2020, pues este representa un punto crítico de retorno a la insatisfacción de la población en relación al servicio, ya que de continuar trabajando con la operatividad actual el problema de escasez de agua se continuará presentando aun cuando se limite el uso de agua por habitante; pues la población continúa creciendo a lo largo de los años.

La variable de decisión relacionada a los costos de operatividad en este panorama ideal, fue estimada mediante el crecimiento exponencial de un 32,5% mensual, partiendo de los costos proyectados para el año 2019. Por otra parte, las capacidades de bombeo que aumentaron en este modelo fueron las del SRC I, en primer lugar Red Alta con 1980 L/s y en segundo lugar Red baja con 2000 L/s; estas cifras utilizadas son las que permiten aprovechar la producción del agua potable producida en su máxima capacidad, respetando la distribución y los requerimientos de agua hacia otras áreas que no sean del Municipio Valencia. Las Capacidades de La florida y Nueva Valencia no aumentaron debido a que ya trabajan a su máxima capacidad y la de Guacara presenta un incremento debido a que pertenece al SRC II, el cual no se encuentra involucrado directamente en la realización de este trabajo de grado. A continuación, se presenta la etapa inicial y final de este modelo. (Ver Figura 7 y 8)

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Rafael Urdaneta		El Socorro	
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1	
Red Alta 1080 L/ seg	0,3512	0,3010	0,3702	M	0,3185	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	93.312.000
Red alta (Guat.) 150 L/ seg	M	M	M	0,2884	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	12.960.000
Red Alta (Grav.) 750 L/ seg	M	M	M	M	M	0,3653	0,3185	0,4419	0,3605	M	M	M	M	M	0,3301	64.800.000
La Florida 150 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	0,3605	0,3702	M	M	M	M	M	12.960.000
Nueva Valencia 80 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0,4089	M	M	M	6.912.000
Red Baja 2000 L/ seg	M	M	M	M	M	0,3653	M	M	M	0,3702	0,3301	0,4089	0,3301	0,3558	M	172.800.000
Guacara 595 L/ seg	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	0,3301	M	M	M	M	51.408.000
	11.900.333	5.950.167	7.933.556	3.966.778	9.916.944	21.085.572	6.817.516	667.445	7.631.020	38.873.563	55.533.661	16.660.098	14.292.001	42.876.003	1.618.030	

Figura 7. Asignación de datos para el segundo modelo propuesto.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

· **Función Objetivo:** Minimización de costos en la distribución de agua potable = Min(z)

· **Variables:**  $X_{i,j}$ , d

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,3512 * X_{1,1} + 0,3010 * X_{1,2} + 0,3702 * X_{1,3} + 0,3185 * X_{1,5} + 0,2884 * X_{2,4} + 0,3653 * X_{3,6} + 0,3185 * X_{3,7} + 0,4419 * X_{3,8} \\ & + 0,3605 * X_{3,9} + 0,3301 * X_{3,15} + 0,3605 * X_{4,9} + 0,3702 * X_{4,10} + 0,4089 * X_{5,12} + 0,3653 * X_{6,6} + 0,3702 * X_{6,10} + 0,3301 * X_{6,11} \\ & + 0,4089 * X_{6,12} + 0,3301 * X_{6,13} + 0,3558 * X_{6,14} + 0,3301 * X_{7,11} \end{aligned}$$

	San José					Santa Rosa	San Blas	Catedral	Candelaria	Miguel Peña			Rafael Urdaneta		El Socorro	DUMMY		
	1	2	3	4	5	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1			
Red Alta 1080 L/seg	0,3512	0,3010	0,3702		0,3185												M	
	11.900.333	5.950.167	7.933.556	M	9.916.944	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	57.611.000	93.312.000
Red alta (Guat.) 150 L/seg				0,2884													M	
				3.966.778	M					M	M	M	M	M	M	M	8.993.222	12.960.000
Red Alta (Grav.) 750 L/seg						0,3653	0,3185	0,4419	0,3605						0,3301		M	
						21.085.572	6.817.516	667.444	7.631.020							1.618.030	26.980.418	64.800.000
La Florida 150 L/seg									0,3605	0,3702							M	
										12.960.000	M	M	M	M	M	M	M	12.960.000
Nueva Valencia 80 L/seg												0,4089					M	
												6.912.000	M	M	M	M	M	6.912.000
Red Baja 2000 L/seg						0,3653				0,3702	0,3301	0,4089	0,3301	0,3558			M	
							M	M	M	25.913.563	4.125.661	9.748.098	14.292.001	42.876.003	M		74.844.674	172.800.000
Guacara 595 L/seg										0,3301							M	
										M	51.408.000	M	M	M	M	M		51.408.000
	11.900.333	5.950.167	7.933.556	3.966.778	9.916.944	21.085.572	6.817.516	667.445	7.631.020	38.873.563	55.533.661	16.660.098	14.292.001	42.876.003	1.618.030		169.429.312	

Figura 8. Iteración final del segundo modelo propuesto.

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

$$\begin{aligned} \text{Min}(z) = & 0,3512*11.900.333 + 0,3010*5.950.167 + 0,3702*7.933.556 + 0,3185*9.916.944 + 0,2884*3.966.778 + \\ & 0,3653*21.085.572 + 0,3185*6.817.516 + 0,4419*667.444 + 0,3605*7.631.020 + 0,3301*1.618.080 + 0,3702*12.960.000 + \\ & 0,4089*6.912.000 + 0,3702*25.913.563 + 0,3301* \\ & \qquad \qquad \qquad + 0,4089*9.748.098 \quad 0,3301*14.292.001 \\ & 0,3558*42.875.003 + 0,3301*51.408.000 \end{aligned}$$

$$\text{Min}(z) = 86.171.981,29 \text{ Bs S.}$$

Litros de agua sin asignar por superávit = 2

#### **4.3.5 Plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.**

Se propone de manera urgente realizar cambios en la distribución de agua potable que se mantiene actualmente hacia el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, puesto que como se ha demostrado en el diagnóstico de la situación actual y en el modelo de transporte con operatividad actual, existe un déficit en cuanto a la capacidad de suministro hacia la Parroquia Urbana Miguel Peña, ya que esta es la que tiene mayor cantidad de población y por lo tanto mayor consumo. Por lo tanto, la empresa Hidrocentro C.A, se ha visto obligada a mantener un plan de racionamiento el cual implica el corte del suministro de agua potable hacia otras zonas de manera temporal para poder tener la capacidad de abastecer a la Parroquia anteriormente dicha, lo que afecta de manera directamente proporcional a toda la población que abarca este trabajo de grado.

A continuación, se describen tres (3) aspectos que deben ser ejecutados en paralelo con el propósito de disminuir las interrupciones del servicio de agua potable, y contribuir en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes del Municipio en estudio:

##### **4.3.5.1 Gerenciales.**

Debido al excesivo consumo de agua potable por parte de los habitantes, es necesario tomar acciones que garanticen la disminución en el consumo diario; por lo tanto, el cumplimiento de los siguientes objetivos gerenciales, controlan el consumo de la población de manera eficiente, respetando la constitución:

- Realizar un censo general dentro del área de estudio, clasificando las viviendas que actualmente pagan el servicio mensualmente, tienen un contador de agua potable y mantienen en su conexión de tuberías él tuvo matriz o ladrón. Las viviendas que no mantengan estas condiciones deben ser dotadas del contador de agua, él tuvo matriz y ser notificadas de las nuevas condiciones del servicio.

- Definir como límite en el consumo diario por habitante los 262 litros calculados en el modelo matemático, lo cual es el equivalente a 8122 litros por habitante al mes. Si el consumo general de la vivienda según el número de habitantes que esta posea, dado por el contador, sobrepasa el límite definido, en la facturación mensual de los litros de agua para la vivienda, deberán ser cobrados aun porcentaje equivalente a más del 200% de lo que valen en condiciones normales, mientras que si el consumo es menor se pueden otorgar descuentos en la facturación.
- Mantener una inspección continua en las áreas en donde el consumo de agua potable exceda las estimaciones definidas, ya que se necesita mantener el máximo control posible del servicio dentro de las viviendas que sean abastecidas por la empresa. Teniendo como objetivo el retirar el tubo matriz cuando las viviendas no paguen las facturas a tiempo y realizar un cobro adicional cuando el consumo mensual exceda el establecido para los habitantes de la vivienda.
- Utilizar como base de costos los proyectados para el año 2019, los cuales están referidos a la operatividad de la empresa y de igual forma adicionar el costo por implementación del tubo matriz y el contador de agua en la factura mensual de las viviendas implicadas, de manera fraccionada. De igual forma, en los años posteriores realizar nuevas proyecciones que incluyan todos costos implicados para la operatividad.
- Implementar el cobro de las facturas vía correo electrónico y teléfono, donde se refleje la totalidad y la descripción de los litros de agua potable consumidos, el cumplimiento del consumo límite según los habitantes de la vivienda y una fecha límite mensual en que se debe realizar el pago del servicio.
- Establecer en las condiciones del servicio que el incumplimiento del pago en la fecha estipulada, conlleva a un corte del servicio, y por lo tanto al momento de solicitar la reconexión del servicio, se cobrara un monto adicional como multa por la operación que debe realizar la empresa.

#### **4.3.5.2 Operativos.**

Como se evidencio en los dos (2) modelos de transportes propuestos, existe una solución óptima factible para ambos escenarios, que permite la distribución de agua potable de manera eficiente durante las 24 horas del día, a todos los habitantes de las Parroquias que conforman al Municipio Valencia, Edo. Carabobo, sin necesidad de programar y realizar cortes en el suministro hacia alguna de estas Parroquias, para satisfacer la necesidad de otras. En consecuencia, debe realizarse la aplicación operativa de los modelos matemáticos de transportes propuestos, ejecutándose de manera secuencial durante dos periodos de tiempo que se describen a continuación:

- En el primer periodo, el cual abarca el año 2019 debido al crecimiento de la población; la distribución de agua potable se realizara manteniendo la operatividad actual que tiene la empresa, asignando la cantidad de litros diarios que se definió en el primer modelo de transporte, hacia cada área de consumo de la que es responsable la empresa Hidrocentro C.A. Adicional a esto, es necesario que la empresa, con apoyo de estado, durante este año, logren la recuperación operativa del sistema de potabilización Degremont de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, dado que esta mejora aumentara las capacidades de distribución de agua potable durante este periodo y el posterior.
- Para el segundo periodo, que inicia en el año 2020, ya con una recuperación del sistema de potabilización Degremont de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, las capacidades de bombeo de las áreas de consumo habrán aumentado debido a las mejoras operativas realizadas por la empresa y por lo tanto el escenario de distribución cambia automáticamente al del segundo modelo matemático de transporte propuesto, el cual, al igual que le primero, permite la distribución del servicio de manera óptima hacia una población en crecimiento durante al menos 10 años. Adicionalmente desde la puesta en marcha de este escenario, la cantidad de litros de agua potable que es capaz de enviar Hidrocentro C.A, sobrepasa por un % la demanda de agua general de la población del Municipio en estudio, de tal forma

que se crea una holgura en cuanto a la disponibilidad que puede prestar la empresa, para eventos futuros que pudieran ocurrir.

#### **4.3.5.3 Marketing.**

Con la finalidad de educar y motivar a reducir el consumo diario por habitante y haciendo uso de la publicidad, el mercadeo y una planificación en base a objetivos específicos, pueden utilizarse herramientas de impacto como:

- Restructuración de la imagen publicitaria de la empresa Hidrocentro C.A, debido a que la población actualmente mantiene un rechazo hacia la misma, por lo que se debe proyectar una nueva identidad visual.
- Presentar una propuesta de oferta que demuestre y evidencie la capacidad de mejoras del servicio aportado por la empresa Hidrocentro C.A, que pueden realizarse en relación a un aumento justificable del costo del litro de agua potable según el área de distribución.
- Utilización de vallas publicitarias, pantallas, y elementos publicitarios; en sitios de alta concurrencia poblacional, donde se describa el tiempo recomendado en que deben realizarse las actividades que impliquen el consumo de agua potable.
- Realización de talleres prácticos en las instituciones educativas y empresariales, públicas y privadas, del área en estudio, en donde se imparta conocimiento de la crisis mundial de la escasez de agua que existe actualmente y como aportar de forma positiva a la disminución de este problema.
- Elaboración de una campaña publicitaria en donde se involucre el compromiso que tiene la empresa en solventar los problemas de distribución de agua potable y mejorar las condiciones actuales del servicio; haciendo un llamado a que los habitantes de las diferentes áreas, sugieran mejoras y reporten problemas de interés colectivo, para que la empresa se posicione con una mejor imagen, cuando estos llamados sean ejecutados y solventados.

#### 4.4 FASE IV: Evaluación del costo-beneficio del plan de optimización propuesto.

En esta última fase se realizó un análisis del costo-beneficio de este trabajo de grado, no solo considerando al ámbito financiero, sino también de aspectos sociales y medioambientales de los que el trabajo de investigación tiene alguna influencia y relación.

##### 4.4.1 Costos implicados en la realización del trabajo de investigación.

Se presenta la cantidad de dinero que se utilizó para la ejecución de las fases de estudio, implicando movilidad y materiales requeridos para la toma de datos; así como también asesorías externas y la materialización del trabajo de grado. (Ver Tabla 18)

**Tabla 18.** Costos implicados en la realización del trabajo de investigación.

CATEGORIA	RECURSO	DESCRIPCION	COSTO
PERSONAL	Experto en el área	Honorarios del experto	Bs.S 10.000,00
VIAJES	Vehículo	Traslados hacia los lugares donde se realizó la encuesta y a las áreas de la empresa donde se realizó el estudio	Bs.S 3.500,00
MATERIALES	Fotocopias e impresiones	Reproducciones de textos realizadas para la encuesta y para la imprenta del tomo y sus correcciones	Bs.S 12.000,00
	Papel	Hojas para la realización de borradores y toma de notas	Bs.S 2.000,00
	Lápices y bolígrafos	Lápices y bolígrafos para la realización de cálculos y firmas en anexos	Bs.S 350,00
SERVICIOS	Internet	Pago del servicio de conexión a internet para la investigación	Bs.S 300,00
<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>			<b>Bs.S 28.150,00</b>

Fuente: Salcedo & Guarino (2019)

#### 4.4.2 Beneficios de la realización del trabajo de investigación

En relación al punto anterior, a pesar de que no existe un retorno económico que pueda recuperar los costos de inversión realizados por los integrantes del trabajo de investigación, si existe una mejora relacionada a la aplicación del plan, que trae consigo beneficios en el ámbito económico, social y ambiental del entorno involucrado en el problema.

##### 4.4.2.1 Beneficios económicos.

Están relacionados al aumento de las condiciones de cobrabilidad a las áreas de distribución y la generación de recursos económicos de la empresa Hidrocentro C.A, para el financiamiento y cancelación de pagos involucrados en la puesta en marcha del plan de distribución de agua potable.

Habiendo dicho lo anterior, se muestra el contraste de la situación actual y la situación propuesta que involucra los beneficios económicos. (Ver Tabla 19)

**Tabla 19.** Comparación de los beneficios económicos.

SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA
Estructura de costos sin considerar la operatividad de la empresa	Estructura de costos considerando la operatividad real de la empresa
Igualdad del costo para todas las áreas de distribución, omitiendo la cobrabilidad.	Costo variable entre áreas de distribución, tomando en cuenta la cobrabilidad del área.
Déficit en el cobro de facturas por parte del sistema, debido al bajo precio del servicio	Cobro de facturas a un precio que cubre los costos de la empresa y es representable para el sistema.
Incapacidad de realizar mejoras operativas por insuficiencia de fondos	Capacidad de ejecución de proyectos, dado que se generan los fondos suficientes para la cancelación de pagos.
Aislamiento de la realidad económica del país.	Planificación económica de acuerdo a niveles de inflación.
Políticas económicas internas que no proporcionan valor a la rentabilidad de la empresa	Políticas económicas internas que aseguran la rentabilidad y el funcionamiento óptimo de la empresa

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

#### **4.4.2.2 Beneficios ambientales.**

Debido a que la vida no sería posible sin el agua y todos dependemos de este recurso tan valioso, ya que es el principal componente de la materia viva, constituyendo el 50-90% de la masa de los organismos vivos; es necesario que se respalde y apoye el ahorro de agua como prioridad inmediata, pues la población del mundo se mantiene en aumento constante y solo cerca del 3% del agua del planeta tierra es dulce y apta para consumo. En relación a lo anterior, se muestran los beneficios ambientales de la aplicación del plan de distribución de agua:

- Disminución del consumo de agua potable realizado por los habitantes de las áreas, mediante la utilización del servicio en las cantidades necesarias delimitadas.
- Acercamiento al cumplimiento de los objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), establecidos por ONU-agua.
- Reducción del consumo de energía eléctrica, ya que se utilizan durante menos tiempo los calentadores de agua y lavadoras.
- Descenso del tratamiento de aguas residuales, debido al control de la producción de la misma.
- Reducción de la contaminación del agua por causada por el uso de sustancias químicas como detergentes, desinfectantes y desengrasantes, puesto que se realiza un consumo eficiente del recurso.

#### **4.4.2.3 Beneficios sociales.**

Se encuentran vinculados a la mejora de las condiciones en que es recibido el servicio y al aporte significativo en la calidad de vida de los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo. Estos beneficios son la principal razón por la que se realizó este trabajo de grado y se describen a continuación:

- Cumplimiento de la demanda de agua potable diaria requerida por los habitantes.

- Disminución de enfermedades causadas por la acumulación de agua potable en recipientes y envases, que involucran directamente a los zancudos, hongos y bacterias.
- Desarrollo de un vínculo entre la empresa y el consumidor, en búsqueda de mejorar continuamente la calidad del servicio
- Reducción de quejas y reclamos por parte de la población que demanda el servicio.
- Incremento de la cobertura semanal de distribución del servicio que presta la empresa Hidrocentro C.A hacia las áreas de distribución del Municipio. (Ver Tabla 20)

**Tabla 20.** Comparación de la cobertura semanal.

Parroquia	Área de destino	Cobertura semanal (%) Actual	Cobertura semanal (%) Propuesta
Rafael Urdaneta	Área 1	26%	100%
	Área 2	23%	100%
San José	Área 1	23%	100%
	Área 2	55%	100%
	Área 3	45%	100%
	Área 4	11%	100%
	Área 5	20%	100%
El Socorro	Área 1	23%	100%
Catedral	Área 1	23%	100%
Candelaria	Área 1	23%	100%
San Blas	Área 1	26%	100%
Santa Rosa	Área 1	26%	100%
Miguel Peña	Área 1	31%	100%
	Área 2	24%	100%
	Área 3	9%	100%

**Fuente:** Salcedo & Guarino (2019)

## CONCLUSIONES

Al culminar este trabajo de grado, e llegaron a las siguientes conclusiones:

- En base a las observaciones de la situación actual, la investigación documental realizada y el análisis de las demandas poblacionales, se encontró que la escasez de agua potable que afecta a los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, se debe a los cortes planificados del servicio, que realiza la empresa Hidrocentro C.A a las Parroquias San José, Santa Rosa, San Blas, Catedral, Candelaria y El Socorro con la finalidad de satisfacer la alta demanda de las Parroquias Miguel Peña y Rafael Urdaneta, dado que, en las condiciones actuales, si se mantienen los bombeos de agua en paralelo hacia todos los destinos, la cantidad de litros distribuidos serán insuficientes para una cobertura total de la demanda general.
- La empresa Hidrocentro C.A se mantiene trabajando actualmente por debajo del 50% de su capacidad productiva de agua potable, debido a que el sistema de potabilización Degremont de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga se encuentra inactivo por el deterioro de los equipos que lo conforman, en consecuencia la distribución de agua potable hacia las áreas de consumo, ha tenido que programarse mediante planes de distribución de agua potable que no aportan a la satisfacción y a la calidad de vida de los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, por lo que resultan poco eficientes para continuar manteniéndolos en ejecución.
- Se pudo evidenciar y comprobar mediante la encuesta realizada a los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo y al análisis del indicador de consumo que mantiene la empresa Hidrocentro C.A, que la población del área en estudio de este trabajo de grado, mantiene un consumo excesivo y desequilibrado de litros de agua potable, el cual es de 367 litros de agua potable al día, superando por más del 40% la cantidad de litros de agua diarios que establece la gaceta oficial venezolana para los habitantes de poblaciones urbanas.

- Al lograr una reducción diaria del consumo de agua potable por habitante en el área de estudio, se da la posibilidad de que, en las condiciones actuales de operatividad de la empresa Hidrocentro C.A, donde solo funciona el sistema de potabilización Convencional, se mantenga una distribución efectiva de los requerimientos diarios de agua potable para todos los habitantes del Municipio Valencia, Edo. Carabobo, durante el año 2019.
- A través de los modelos matemáticos realizados, los cuales fueron estructurados utilizando herramientas de ingeniería industrial e información suministrada de la empresa Hidrocentro C.A, se encontraron soluciones óptimas factibles que permitieron crear un plan de distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, que permite controlar la escasez de agua potable que se presenta debido a las interrupciones del servicio, y de esta forma, abastecer a toda la población de las áreas que lo conforman, disminuyendo el tiempo de cortes y paradas en un 100%.

En relación a este plan de distribución, se cumple con el objetivo de este trabajo de grado, el cual radica en lograr que los habitantes mantengan un servicio continuo de agua potable durante todos los días, mejorando su calidad de vida y el de las futuras generaciones, durante al menos 10 años a partir de 2020.

- Referente a los beneficios del trabajo de investigación, no existe un retorno económico que beneficie o involucre a los integrantes de este trabajo de grado, sin embargo, el beneficio real, en primer lugar, radica en el aporte a la sociedad, la cual es el principal motor del país y merece recibir un servicio de calidad que le permita mantener unas condiciones de vida óptimas. En segundo lugar, al medio ambiente, el cual se encuentra en una crisis mundial, por los cambios climáticos, agentes contaminantes y al mal uso de los recursos naturales, siendo este último la medida de contribución que propone este trabajo, pues se concientiza a la población a tener un mayor aprecio y cuidado por los recursos no renovables, como lo es el agua, de la cual dependen todos los seres vivos.

## RECOMENDACIONES

Al realizar las conclusiones de la solución al problema, se procedió a efectuar las siguientes recomendaciones para lograr la mejora de la propuesta con la finalidad de atender de mejor forma a las necesidades de la población del área en estudio y a una mayor contribución en la calidad de vida.

- Se recomienda ejecutar un estudio en todas las áreas de distribución, incluyendo a la Parroquia Negro Primero, donde se evalúen las caídas de presión de un punto a otro, mediante la aplicación de las leyes de Bernoulli para sistemas hidráulicos, debido a que, es necesario corregir fugas y rupturas que existen en las tuberías de distribución de agua potable y determinar las zonas en donde se esté utilizando el servicio de manera ilegal, a fin de controlar y tomar decisiones de ese consumo.
- Realizar una simulación digital del plan de optimización en la distribución de agua potable propuesto en relación a la población del Municipio Valencia del Edo. Carabobo, agregando variables como los puntos máximos en horas del consumo de la población, presión en las tuberías, tiempo de recorrido del agua y movimiento poblacional entre áreas de distribución.
- Efectuar un estudio químico y bacteriológico en todo el Sistema Regional del Centro, a fin de realizar mejoras en el saneamiento del agua potable, establecer estándares de calidad del agua y además garantizar a la población que el agua que produce la empresa Hidrocentro C.A, se encuentra potabilizada en óptimas condiciones y, por lo tanto, no es responsable de enfermedades que pudieran surgir en el área de estudio.
- Diseñar una nueva planta potabilizadora que se surta de un sistema de bombeo autónomo, dado que el embalse Pao-Cachinche se encuentra en la capacidad de proveer el agua cruda necesaria para este sistema, sin afectar a las demás plantas potabilizadoras.

- Formar y brindarle mejores oportunidades de crecimiento personal y profesional, a los empleados de la empresa Hidrocentro C.A. ya que es ganancia para el proceso de distribución de agua potable, pues estos tendrán un mayor compromiso con la actividad que realiza empresa y generarán propuestas en pro de la mejora continua.
- Una de las mayores necesidades es invertir en mejores estrategias de concientización en la reducción del consumo de agua potable en los hogares, pues reducir el consumo de agua en al menos un 10% más de lo propuesto, puede suponer, para las generaciones futuras, la diferencia entre recibir un abastecimiento continuo o sufrir restricciones de agua potable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). **El Proyecto de Investigación. Guía para su Elaboración.** (Quinta Edición). Caracas - Venezuela. Editorial Episteme.
- Baltazar, G. (2013). **Utilización del modelo de transporte para determinar la distribución óptima de los productos en una comercializadora de absorbentes.** Tesis para obtener el título de Administrador de Empresas. San Carlos – Guatemala.
- Balestrini, M. (2006). **Metodología de la investigación.** (Segunda edición) Caracas. Editorial Episteme.
- Bolívar, R. (2002). **Confiabilidad.** Disponible de forma digital en la siguiente página: <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisduran/wp-content/uploads/2015/11/CONFIABILIDAD.pdf>
- Castillo, E. (2002). **Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia.** Editorial Independiente
- Fortin, M. (1999). **Los fines de la investigación: Hipótesis y objetivos.** (Primera edición). Mexico. Editorial McGraw Hill.
- Gonzalez, L. (2015). **Diseño de estrategias gerenciales que plantean mejoras en el servicio al cliente para el área de servicio postventa del sector automotriz en el estado Carabobo.** Universidad de Carabobo
- Gutiérrez, M. (2013). **Análisis de la incidencia de la discontinuidad del suministro de agua potable en la calidad del servicio en las parroquias Fila de Mariches y La Dolorita del estado Miranda.** Tesis para obtener el título de Magister Scientiarum en Ingeniería Sanitaria. Miranda – Venezuela
- Hannah, M. (2006). **Métodos cuantitativos para los negocios.** (Primera Edición). Mexico. Editorial Pearson.
- Hernandez, S. (2003). **Metodología de la investigación.** (Tercera edición). Editorial Mc Graw Hill.
- Hurtado, J. (2008). **El proyecto de Investigación.** (Sexta edición) - Caracas. Editorial EQS Caracas.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2011). **Informe Estadístico de Censo 2011** Disponible de forma digital en la siguiente página:

<http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/carabobo.pdf>

- Manual Upel (2010). **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y de Maestrías y las Tesis Doctorales.** (Cuarta edición). Caracas – Venezuela. Editorial Fedupel.
- Mijares, H. Y Garcia, L. (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado.** (Primera edición). San Diego – Venezuela
- Munguia, L. (2005). **Investigación de Operaciones.** (Primera Edición) Costa Rica. Editorial EUNED.
- Navarro, M (1998). **Metodología de la investigación.** (Segunda Edición) Mexico. Editorial McGraw Hill.
- Norma UNE-EN 12056-2. (2001). **Canalización de aguas residuales de aparatos sanitarios, diseño y calculo.** Normalización Española
- Prawda, J. (2004). **Métodos y modelos de investigación de operaciones.** (Sexta edición)- México D.F – México. Editorial Limusa.
- Sabino, C. (2002). **El proceso de investigación.** (Primera edición). Caracas – Venezuela. Editorial Panamericana.
- Taha, H. (2004). **Investigación de operaciones.** (Séptima edición). México D.F – México. Editorial Pearson.
- Tamayo, M. (2008). **Proceso de la Investigación Científica.** (Cuarta Edición). México. Editorial Limusa.
- The World Factbook of the CIA. (2018). **Tasa de migración venezolana.** Disponible de forma digital en la siguiente página: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ve.html>
- Turban,S. (2001). **Analisis de sensibilidad para un proyecto empresarial.** (Primera edicion). Editorial Independiente.
- Yapura, P. (2002). **Curso de Investigación Operativa: Formulación de problemas de programación lineal.** Disponible de forma digital en la siguiente página: [www.dia.fi.upm.es/~jafernan/2Fteaching/2Foperational-research/2FLibroCompleto.pdf&usg=AOvVaw3WWPS3WJbGUz0NBx9oiyR](http://www.dia.fi.upm.es/~jafernan/2Fteaching/2Foperational-research/2FLibroCompleto.pdf&usg=AOvVaw3WWPS3WJbGUz0NBx9oiyR)

## **ANEXOS**

**ANEXO (A)**  
**Cuestionario**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

CUESTIONARIO N°1 APLICADO A LA POBLACION VALENCIANA

Cuestionario dirigido a los habitantes del municipio Valencia, estado Carabobo para conocer los litros de agua que consumen diariamente. Se le agradece marcar con una X la opción de su preferencia.

**Preguntas**

<b>1.</b>	<b>¿Cuántas personas viven en su casa?</b>		
<b>R.</b>	a. 1 persona. b. 2 personas. c. 3 personas. d. 4 personas e. Si la cantidad de personas es mayor a 4 indicar el número.		
<b>2.</b>	<b>¿Cuántas veces usted se baña al día?</b>		
<b>R.</b>	a. 1 vez. 2 veces 3 veces d. 4 veces. e. Si la cantidad de veces es mayor a 4 indicar el número.		
<b>3.</b>	<b>¿Cuánto tiempo usted dura en bañarse?</b>		
<b>R.</b>	a. 5 minutos. b. 10 minutos. c. 15 minutos. d. 20 minutos. e. Si el tiempo es mayor a 20 minutos indicar el numero		
<b>4.</b>	<b>¿Cuántas veces usted hace uso del excusado durante el día?</b>		
<b>R.</b>	a. 1 vez. b. 2 veces. c. 3 veces. d. 4 veces. e. Si la cantidad de veces es mayor a 4 indicar el número.		
<b>5.</b>	<b>¿Qué tipo de excusado tiene?</b>		

R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tradicional.</li> <li>b. Ahorrador.</li> <li>c. Si usted posee otro tipo de excusado indicarlo.</li> </ul>		
<b>6. ¿Cuántas veces a la semana usted utiliza la lavadora?</b>			
R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1 vez.</li> <li>b. 2 veces.</li> <li>c. 3 veces.</li> <li>d. 4 veces</li> <li>e. Si la cantidad de veces es mayor a 4 indicar el número.</li> </ul>		
<b>7. ¿Qué tipo de lavadora tiene?</b>			
R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 7 kg.</li> <li>b. 12 kg.</li> <li>c. 15 kg.</li> <li>d. 22 kg.</li> <li>e. No tiene.</li> <li>f. Si usted posee otro tipo de lavadora indicarlo</li> </ul>		
<b>8. ¿Cuántas veces usted utiliza el lavamanos en las distintas actividades?</b>			
R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 3 veces.</li> <li>b. 4 veces.</li> <li>c. 5 veces.</li> <li>d. 6 veces.</li> <li>e. Si usted utiliza el lavamanos otra cantidad de veces indicar el número.</li> </ul>		
<b>9. ¿Cuánto tiempo dura usted en las distintas actividades del lavamanos?</b>			
R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 4 minutos.</li> <li>b. 10 minutos.</li> <li>c. 15 minutos.</li> <li>d. 20 minutos.</li> <li>e. Si usted dura otra cantidad de tiempo indicar el número.</li> </ul>		
<b>10. ¿Cuántas veces usted hace uso del fregadero?</b>			
R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 1 vez.</li> <li>b. 2 veces.</li> <li>c. 3 veces.</li> <li>d. 4 veces</li> <li>e. Si la cantidad es mayor a 4 indicar el número.</li> </ul>		
<b>11. ¿Cuánto tiempo usted usa el fregadero?</b>			

- 
- |           |  |  |  |
|-----------|--|--|--|
| <b>R.</b> | <b>a. 3 minutos.</b>   |  |  |
|           | <b>b. 5 minutos.</b>   |  |  |
|           | <b>c. 7 minutos.</b>   |  |  |
|           | <b>d. 10 minutos</b>   |  |  |
|           | <b>e. Si usted dura otra cantidad de tiempo indicar el número.</b> |  |  |

**ANEXO (B)**  
**Validación del Instrumentos**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**Objetivo general.**

Proponer un plan de optimización de la distribución de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de herramientas de ingeniería, que permita disminuir las interrupciones del servicio de agua potable, y contribuir en la satisfacción y calidad de vida de los habitantes.

**Objetivos específicos.**

- Diagnosticar la situación actual del servicio de suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, a través de los datos aportados por la empresa Hidrocentro C.A.
- Identificar las variables que inciden en el suministro de agua potable en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, mediante el estudio de datos históricos, la proyección de variables y el uso de encuestas.
- Diseñar modelos matemáticos que permitan la elaboración del plan optimización del servicio de agua potable que se presta en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo, basándose en el análisis de las variables identificadas.
- Evaluar la relación costo-beneficio del plan de optimización propuesto.

Estimado Experto(a):

Maira FARIAS

Nos dirigimos a Ud. Muy respetuosamente para saludarlo(a) y a la vez informarle que nos encontramos realizando estudios de INGENIERIA INDUSTRIAL en la Universidad José Antonio Páez y debemos presentar trabajo de grado. Para lo cual hemos seleccionado la realización de una investigación sobre **“PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.”**

Conocedor de la labor y experiencia que Ud. tiene, hecho que lo afirma dentro de las posiciones alcanzadas. Muy respetuosamente acudimos a Ud. Para solicitar y agradecer que evalúe y emita un juicio como experto, que permita validar el instrumento a ser utilizado en la investigación que nos disponemos a realizar, el cual consta de un cuestionario cerrado policotómico estructurado por 11 ítems. A tal efecto le estamos anexando:

- Título de la investigación.
- Objetivos de la investigación.
- Instrumento a utilizar para la recolección de datos.
- Formato de evaluación para que Ud. emita su juicio, luego de analizar cada aspecto

Agradecemos su opinión con respecto a los componentes que se someten a consideración, con la seguridad de que sus observaciones serán tomadas en consideración para mejorar el instrumento y por ende el trabajo de la investigación propiamente dicho. Estamos seguros de contar con su apoyo, quienes suscriben:

Br. Guarino, Vito

Br. Salcedo, Roberto

### HOJA DE REGISTRO PARA LA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

Instrucciones: Marque con una X el recuadro que identifique su punto de vista respecto al ítem de acuerdo a las siguientes apreciaciones.

- P: Pertinente
- A: Ambiguo
- C: Claro
- D: Debo modificar o reforzar
- E: Eliminar

En la columna de observaciones puede complementar su apreciación

N° ítem	P	A	C	D	E	Observaciones
1			✓			
2			✓			
3			✓			
4			✓			
5			✓			
6			✓			
7			✓			
8			✓			
9			✓			
10			✓			
11			✓			

#### OBSERVACIONES GENERALES RESPECTO AL INSTRUMENTO

Nombre y apellido: *Hana Farias*  
 Teléfono: *0414-3401497*

Estudios Realizados: *postgrado*  
 Firma del Validador: *Hana*

Estimado Experto(a):

Belkis Anscujo

Nos dirigimos a Ud. Muy respetuosamente para saludarlo(a) y a la vez informarle que nos encontramos realizando estudios de INGENIERIA INDUSTRIAL en la Universidad José Antonio Páez y debemos presentar trabajo de grado. Para lo cual hemos seleccionado la realización de una investigación sobre **“PROPUESTA DE UN PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO VALENCIA, EDO. CARABOBO.”**

Conocedor de la labor y experiencia que Ud. tiene, hecho que lo afirma dentro de las posiciones alcanzadas. Muy respetuosamente acudimos a Ud. Para solicitar y agradecer que evalúe y emita un juicio como experto, que permita validar el instrumento a ser utilizado en la investigación que nos disponemos a realizar, el cual consta de un cuestionario cerrado policotómico estructurado por 11 ítems. A tal efecto le estamos anexando:

- Título de la investigación.
- Objetivos de la investigación.
- Instrumento a utilizar para la recolección de datos.
- Formato de evaluación para que Ud. emita su juicio, luego de analizar cada aspecto

Agradecemos su opinión con respecto a los componentes que se someten a consideración, con la seguridad de que sus observaciones serán tomadas en consideración para mejorar el instrumento y por ende el trabajo de la investigación propiamente dicho.

Estamos seguros de contar con su apoyo, quienes suscriben:

Br. Guarino, Vito

Br. Salcedo, Roberto

### HOJA DE REGISTRO PARA LA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

Instrucciones: Marque con una X el recuadro que identifique su punto de vista respecto al ítem de acuerdo a las siguientes apreciaciones.

- P: Pertinente
- A: Ambiguo
- C: Claro
- D: Debo modificar o reforzar
- E: Eliminar

En la columna de observaciones puede complementar su apreciación

Nº ítem	P	A	C	D	E	Observaciones
1			/			
2			/			
3			/			
4			/			
5			/			
6			/			
7			/			
8			/			
9			/			
10			/			
11			/			

#### OBSERVACIONES GENERALES RESPECTO AL INSTRUMENTO

Nombre y apellido: *Belkyb Arroyo*

Teléfono: *0426-5448584*

Estudios Realizados: *Doctorado*

Firma del Validador: *[Firma]*

**ANEXO (C)**  
**Plan de distribución de Hidrocentro.**

**PLAN ESPECIAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA, LIBERTADOR, NAGUANAGUA.  
ESTADO CARABOBO (13 al 19 de Agosto 2018)**

MUNICIPIO	PARROQUIA	SECTORES	LUNES 13/08	MARTES 14/08	MIÉRCOLES 15/08	JUEVES 16/08	VIERNES 17/08	SABADO 18/08	DOMINGO 19/08	
LIBERTADOR	TOCUYITO	El Socorro, Nueva Valencia, San Luis de la Culata, Barrio Bueno, Los Chorritos, Los Cardonales, La Honda, Simón Bolívar, Pocaterrea, La Luz, Santa Eduvigis, Casco Central de Tocuyito, La Yaguara, Barrera Centro, Barrera Norte, Autopista Campo- Carabobo, Juncalito, Villa Jardín, Honda Norte, El Rosario, El Molino, El Oasis, Urb. Carrizales, Barrera Sur, Las Minas, Las Manzanas, Matadero, Infiernto, Via El Pao y Via El Rincón, La Guasima, Carretera Vieja Tocuyito, La Florida, una parte Nueva Valencia, Manuelita Zaes, Alexis Crabo, sector Curva El Pollo.	08.00 p.m. a 10.00 p.m.			08.00.00 a.m.a 10.00 p.m.				
		MIGUEL PEÑA								
VALENCIA	SAN JOSÉ CANDELARIA EL SOCORRO CATEDRAL	Barrio La Florida I, II, III, Colinas de La Guacamaya, zona Industrial La Guacamaya, zona Industrial Los Criolitos, Av. Lisandro Alvarado, barrio Los Camitos, barrio Central, barrio la Guacamaya barrio Santa Teresa, urb. Cabriales, La Raya, 19 de Abril y sus alrededores.								
		Casco Central de Valencia, sector Inces Los Colorados, Av. Cedeño, San Blas I y II, Lomas del Este parte baja, Av. Bolívar (Cedeño a Los Sauces), Urb. Kerdel La Pastora, Lomas del Este media y alta, Urb. Los Naranjos, Urb. La Alegria Av. Bolívar (Los Sauces hasta la Redoma de Guaparo), San José de Tarbes, Majay, Callejón Prebol, Urb. Los Sauces, Urb. Carabobo, Urb. El Recreo, Mañonquito, barrio Don Bosco, Santa Teresa, La Candelaria, El Calvario, Eutimio Rivas, Cañaverl, Palotal, Carmen Norte, Barrio Unión, barrio La California	hasta 7.00 a.m. 5:00 p.m. a 10:00 p.m.				9:00 a.m a 5:00 p.m.	10:00 p.m. a 7:00 a.m.		9:00 a.m. 5:00 p.m. Desde 10:00 p.m.
VALENCIA	SAN JOSÉ	Urb. Los Nisperos, Terraza Los Nisperos, Santa Celia, Agua Blanca.	07:00 a.m. 9:00 am a 3:00pm	10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm	10:00pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	
		El Bosque, Los Mangos, Valles de Camoruco, parte baja de El Parral, Barrio la Manguita, parte alta El Parral, Valles de Camoruco parte alta Av. Orinoco, Prebo III.	07:00 a.m. 9:00 am a 3:00pm		9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00 pm 10:00 pm	a 07:00 a.m.		9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a
		Guataparo, Guataparo Contry Club, Portachuelo.		10:00 p.m. a 07:00 a.m.			10:00 p.m. a 07:00 a.m.			
		Las Chimeneas, Las Clavellinas, parte baja de: Trigal Centro, Trigal Sur, Trigal Norte, Piedra Pintada. Partes altas de: Trigal Centro, Trigal Sur, Trigal Norte, Piedra Pintada, La Trigaleña desde Av Italia (91) hasta Av. Cabriales, Trigaleña parte alta desde Av. Cabriales calles 128-129-130-131 y 132 (sin booster)		10:00 pm a		07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm			10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm
		Trigaleña parte alta desde Av. Cabriales calles 126-86A y adyacentes								9:00 am a 5:00pm
	Trigaleña parte alta desde Av. Cabriales calles 127-129-130-132-86B y adyacentes		10:00 p.m. a 07:00 a.m.					10:00 pm a	07:00 a.m.	

**PLAN ESPECIAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA, LIBERTADOR, NAGUANAGUA.  
ESTADO CARABOBO (13 al 19 de Agosto 2018)**

MUNICIPIO	PARROQUIA	SECTORES	LUNES 13/08	MARTES 14/08	MIÉRCOLES 15/08	JUEVES 16/08	VIERNES 17/08	SABADO 18/08	DOMINGO 19/08	
NAGUANAGUA	NAGUANAGUA	Av. Andrés Eloy Blanco, barrio Padre Alfonso, Prebo I y II, La Viña, Guaparo, Residencias Centro Norte, Valle Verde, Colinas de Tarapio, Tarapio, La Cidra I y II, Sector La Granja, Fuerte Paramacay, Urb. Lino Clemente, Hospitalito Militar, Tarapio parte baja, La Begofía, La Campiña, Urb. Terrazas de Paramacay, La Campiña, Santa Ana, Barrio Guere, Barrio Colón, Barrio Nueva Esparta, Barrio Oeste, Capreco, Barrio Unión, Mañongo, Tazajal (1/3 del sector), El Rincón, Las Quintas de Naguanagua, Sector La Granja, Av. Valencia, Callejón Mañongo, Sector La Florida.	07:00 a.m. 9:00 am a 3:00pm	10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 3:00pm	10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00pm 10:00 pm a	
		Casco Central, Barrio Lopez, Av. Bolívar de Naguanagua, Los Guayabitos, Guayabal, el Retobo	hasta 7:00 a.m.		10:00 pm a 07:00 a.m.		10:00 pm a	07:00 a.m. 9:00 am a 5:00 pm	Desde 10:00 p.m.	
		Vivienda Rural de Bárbara, Barrio La Luz, Carialinda, El Pinal, El Cafetal, Los Candiles.					10:00 p.m. a 07:00 a.m.			
		Carretera Nacional via La Entrada, Barrio Coromoto, Colinas de Girardot, Los Chorros, sector Lámparas Hermanos Pecorano.				10:00 p.m. a 07:00 a.m.		9:00 a.m. a 5:00 p.m.		
		Gonzales Plaza, Hospital Carabobo y barrios aledaños al Hospital de Carabobo, Universidad de Carabobo (Facultades: Facyt, Faces, Face, Derecho y oficinas planta física)	hasta 7:00 a.m.							Desde 10:00 p.m. a
		Brisas de Carabobo, Fundación Carabobo, comunidad Simón Bolívar, Malariaología, Hospital Oncológico, hospital psiquiátrico, Dependencias Universidad de Carabobo.				10:00 p.m. a 07:00 a.m.		9:00 a.m. a 5:00 p.m.		
VALENCIA	SAN BLAS	Parte alta de San Blas I, La Adobera, La California, La Michelena.		a 07:00 a.m. 10:00 p.m. 9:00 a.m a 5:00 p.m. 07:00 a.m. 10:00 p.m. a				9:00 a.m a 5:00 p.m. 07:00 a.m. 10:00 p.m. a		
	SANTA ROSA	Av. Lara, casco de Santa Rosa norte y sur, Av. Branger, San Rafael de la Michelena, Urb. Ritec, Los Taladros.								
	RAFAEL URDANETA	La Quizanda, Zona Industrial La Quizanda, Industrial Municipal Norte, Industrial Carabobo, Industrial Municipal Sur, La Isabelica I, II, y III.								

