



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA
EN EL AUMENTO DE LAS INCIDENCIAS
DE ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO
EN LA POBLACIÓN ABASTECIDA
POR EL ACUEDUCTO REGIONAL DEL CENTRO
(I ETAPA) EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA,
LIBERTADOR Y NAGUANAGUA, ESTADO CARABOBO.**

Autor:

Zozaya C. Fabiola A.

C.I.: 20.079.694

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (Máster) - Fax: (0241) 871239



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

**ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL
AUMENTO DE LAS INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES DE ORIGEN
HÍDRICO EN LA POBLACIÓN ABASTECIDA POR EL ACUEDUCTO
REGIONAL DEL CENTRO (I ETAPA) EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA,
LIBERTADOR Y NAGUANAGUA, ESTADO CARABOBO.**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autor:

Zozaya C. Fabiola A.

C.I.: 20.079.694

Tutor: Ing. Ruiz José A.

C.I.: 1.729.432

San Diego, Abril 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-CV-032-2018-1

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadana:

Zozaya Fabiola

C.I. 20.079.694

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL AUMENTO DE LAS INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO EN LA POBLACIÓN ABASTECIDA POR EL ACUEDUCTO REGIONAL DEL CENTRO (I ETAPA), EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA, LIBERTADOR Y NAGUANAGUA, ESTADO CARABOBO." Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. José Ruiz C.I. 1.729.432 y la Ing. Alicia Yanez de 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 (D).

ZS/fr



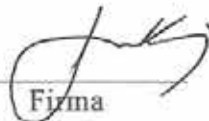
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Ruiz José Antonio, portador de la cédula de identidad N° 1.729.432, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(los) ciudadano(s), Fabiola A. Zozaya C., portador(a) de la cédula de identidad N° 20.079.694, titulado "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL AUMENTO DE LAS INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO EN LA POBLACIÓN ABASTECIDA POR EL ACUEDUCTO REGIONAL DEL CENTRO (I ETAPA) EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA, LIBERTADOR Y NAGUANAGUA, ESTADO CARABOBO", Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, 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.

En San Diego, a los 16 días del mes de MAKZO del año 2018

Ing. Ruiz José Antonio
Tutor Académico


Firma

16-03-18
Fecha

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen de Coromoto

A mis Padres, Williams y Ana

A mis abuelos, Alfonso y María

A mi tutor, Ing. Civil José Antonio Ruiz

A la profesora, Ing. Civil Emerly Castillo

Al Ing. Civil Sanitarista Manuel Pérez Rodríguez

Y a todos los que brindaron su apoyo durante este camino.

ÍNDICE

CONTENIDO	
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN INFORMATIVO	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO	Pp.
I EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema	6
1.2. Formulación del Problema	9
1.3. Objetivos de la Investigación	9
1.3.1. Objetivo General	9
1.3.2. Objetivos Específicos	9
1.4. Justificación	10
1.5. Alcance	11
II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes	12
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1. El Agua	15
2.2.1.1. Importancia del Agua	15
2.2.1.2. Contaminación del Agua	15
2.2.1.3. Agentes contaminante del Agua.	16
2.2.1.4. Impacto Ambiental	17
2.2.2. Enfermedades de Origen Hídrico	18
2.2.2.1. Microorganismos Hídricos	19
2.2.3. Calidad del Agua	20
2.2.3.1. Propiedades Físicas del Agua	22
2.2.4. Agua Potable	25
2.2.4.1. Agua Potable y Saneamiento, Breve Reseña Histórica	26
2.2.5. Aguas Residuales	27
2.2.5.1. Clasificación	27
2.2.5.2. Inconvenientes de las Aguas Residuales	27
2.2.6. Sistema Regional del Centro	28
2.2.6.1. Sistema Regional del Centro I Etapa	28
2.2.6.2. Sistema Regional del Centro II Etapa	31
2.2.7. Ecosistemas	33
2.2.7.1. Componentes.	33

2.2.7.2.	Principales Ecosistemas	33
2.2.8.	Equilibrio Ecológico	34
2.2.9.	Desarrollo Sostenible	35
2.3.	Bases Legales	35
2.3.1.	La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2009), Gaceta Oficial N° 5908	35
2.3.2.	Ley de Aguas (2007), Gaceta Oficial N° 38595	35
2.3.3.	Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (2001), Gaceta Oficial N° 5568 (LOPSAPS)	36
2.3.4.	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998), Gaceta Oficial N° 36395	36
2.3.5.	Norma Venezolana COVENIN 1431-82 denominada: “Agua Potable Envasada” (1982)	38
2.3.6.	Ley Orgánica Del Ambiente (2006), Gaceta Oficial N° 5833	38
2.3.7.	Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del Lago de Valencia (1999), Gaceta Oficial N° 5305	42
2.3.8.	Ley Penal del Ambiente (2012), Gaceta Oficial N° 39.913	46
2.3.9.	“Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, Decreto 883 (1995), Gaceta Oficial N° 5021	48
2.3.10.	“Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao”, Decreto N° 2328 (1993), Gaceta Oficial N° 4599	49
2.4.	Definición de términos básicos	50

III MARCO METODOLÓGICO

3.1.	Tipo de Investigación	54
3.2.	Diseño de la Investigación	55
3.3.	Nivel de la Investigación	56
3.4.	Población.	56
3.5.	Muestra.	57
3.6.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	58
3.7.	Fases Metodológicas	58

IV RESULTADOS	
4.1. Fase I: Evaluar el sistema de tratamiento en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga	62
4.2. Fase II: Considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en la actualidad	81
4.3. Fase III: Explorar las causas de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.	84
4.4. Fase IV: Plantear alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.	100
V CONCLUSIONES	
5.1. Conclusiones	109
5.2. Recomendaciones	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	
1. Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable	22
2. Unidades de Gestión I	29
3. Componentes del Sistema Regional del Centro I Etapa: Embalses	30
4. Componentes del Sistema Regional del Centro I Etapa: Sistemas de Potabilización	30
5. Unidades de Gestión II	31
6. Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa: Embalses	32
7. Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa: Capacidad	32
8. Características del Embalse Pao – Cachinche	75
9. Características del Embalse Guataparo	79
10. Viviendas con frecuencia en servicio de agua, según municipio y parroquia, Estado Carabobo, Censo 2011.	89
11. Hogares pobres y no pobres, según municipio, Estado Carabobo, Censo 2011	91
12. Viviendas con servicio de basura según municipio y parroquia, Estado Carabobo, Censo 2011	94
13. Viviendas con eliminación de excretas, según municipio y parroquia, Estado Carabobo, Censo 2011	95
14. Viviendas con servicio de agua, según municipio y parroquia, Estado Carabobo, Censo 2011	99

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Ubicación Planta Alejo Zuloaga	62
2.	Diagrama de la Planta Alejo Zuloaga	69
3.	Planta Alejo Zuloaga	71
4.	Lemna o Lenteja de Agua, Embalse Pao – Cachinche	74
5.	Embalse Pao – Cachinche	74
6.	Ubicación: Embalse Pao – Cachinche	76
7.	Embalse Guataparo	78
8.	Panorámica, Embalse Guataparo	78
9.	Ubicación: Embalse Guataparo	79



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

**ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL
AUMENTO DE INCIDENCIAS DE ENFERMEDADES DE ORIGEN
HÍDRICO EN LA POBLACIÓN ABASTECIDA POR EL ACUEDUCTO
REGIONAL DEL CENTRO (I ETAPA) EN LOS MUNICIPIOS VALENCIA,
LIBERTADOR Y NAGUANAGUA, ESTADO CARABOBO.**

Autor Zozaya C. Fabiola A

Tutor: Ing. Ruiz José Antonio

Fecha: Octubre, 2017

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito analizar los efectos de la calidad del agua en el aumento de las incidencias de enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el acueducto regional del centro (I Etapa) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo. Se estructura en cuatro fases: 1) Evaluar el sistema de tratamiento en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga, 2) Considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en la actualidad, 3) Explorar las causas de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo, y 4) Plantear alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua. Metodológicamente es un estudio que corresponde al tipo de investigación mixta, es decir de campo y documental, bajo el diseño de campo y documental, con un nivel de investigación descriptiva. Las técnicas de recolección de datos que fueron utilizadas en la presente investigación son la observación directa. Finalmente con todas estas herramientas se espera proponer alternativas que contribuyan al manejo eficiente del recurso hídrico en el Estado Carabobo.

Descriptores: Calidad de aguas, potabilización, gestión de recursos hídricos, enfermedades, ecología.

INTRODUCCIÓN

A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El comportamiento social del hombre, que lo condujo a comunicarse por medio del lenguaje, que posteriormente formó la cultura humana, le permitió diferenciarse de los demás seres vivos. Pero mientras ellos se adaptan al medio ambiente para sobrevivir, el hombre adapta y modifica ese mismo medio según sus necesidades. En base a esta premisa surge la contaminación debido a que el ser humano altera el ambiente que lo rodea provocando desequilibrio, como resultado de la adición de cualquier sustancia al medio, en cantidad tal, que causa efectos adversos en él mismo, en los animales, vegetales o materiales expuestos a dosis que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza.

La contaminación puede surgir a partir de ciertas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o bien debido a los diferentes procesos productivos del hombre (fuentes antropogénicas) que conforman las actividades de la vida diaria. El problema ambiental ha sido recurrente a lo largo de la historia, sin embargo, actualmente la contaminación ambiental, especialmente por sustancias químicas tienen un papel protagónico por su magnitud y trascendencia en las alteraciones del ecosistema del planeta.

Los contaminantes químicos se refieren a compuestos provenientes de la industria química, pueden ser de efectos perjudiciales muy marcados, como los productos tóxicos minerales (compuestos de hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, cadmio), ácidos (sulfúrico, nítrico, clorhídrico), los álcalis (potasa, soda cáustica), disolventes orgánicos (acetona), detergentes, plásticos, los derivados del petróleo, pesticidas, detergentes y abonos sintéticos, entre otros disolventes.

Así como el crecimiento demográfico es inevitable y la evolución tecnológica hay que asumirla con todas sus bondades y debilidades, por lo tanto a través del modelo sostenible en conjunto a la teoría de las tres dimensiones es posible (economía, sociedad y ecología) el equilibrio ecológico de esta forma el hombre podrá armonizar con el ambiente, preservando los recursos naturales renovables y no renovables, contribuyendo así al saneamiento ambiental y coexistir sin generar un efecto negativo sobre el otro.

Uno de los elementos más importantes susceptible de sufrir contaminación es el agua. El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso vulnerable, sin embargo no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. A nivel mundial el problema de la contaminación de las aguas se agudiza cada día; los agentes transportados por el agua son la principal causa de muertes y transmisión de enfermedades.. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo (ONU/WWAP 2003).

De lo antes expuesto, se desprende que la contaminación ambiental y más específicamente la contaminación de las aguas destinadas al consumo humano por sustancias químicas pueden generar enfermedades. En este sentido, debe aclararse que tanto el bañarse en aguas contaminadas, como una mala calidad del agua potable puede provocar enfermedades de origen cutáneo. Por lo que, las enfermedades se pueden producir por la mala gestión y tratamiento del agua, desinfección insuficiente, inadecuado lavado de los alimentos y/o higiene personal. (Cañizalez, A, Peñuela S, Díaz D, Febres M, Caldera O. (2007)).

En Venezuela las causas de contaminación de agua más frecuentes son: la descarga de los desechos industriales y domésticos en ríos, lagos y mares, el uso de plaguicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos químicos en las actividades

agropecuarias, derrames de petróleo, el uso del agua como refrigerante de turbinas termoeléctricas, pues los cambios de temperatura impiden el desarrollo de la fauna y flora acuáticas.

Una de las principales causas de contaminación es el aumento constante de aguas servidas de procedencia doméstica, en las que hay exceso de restos orgánicos, cantidades ingentes de detergentes y otros residuales que transforman el equilibrio de las aguas, generando en ella contaminación que se agrava con la presencia de microorganismos. Todas estas circunstancias causan graves daños a los cuerpos de agua.

En el Estado Carabobo existe un alto déficit en cuanto a la atención y gestión que requieren los recursos hídricos de la zona, como lo es el Lago de Valencia y el Embalse Pao – Cachinche, el Pao - Cachinche es el principal recurso hídrico del Estado, ocasionando un reciclar de aguas contaminadas que están generando enfermedades en todo el centro del país, debido a que tanto las plantas de tratamientos de aguas residuales y de potabilización no cuentan con los recursos necesarios para ejecutar la potabilización de las aguas que reciben, obteniendo como resultados tratamientos deficientes, por lo que el agua bombeada a las casas no sólo sigue estando contaminada con elementos fecales sino que también contiene componentes de aluminio y cloro por parte de la purificación, cuando están presentes fuera de los límites permisibles.

Es por ello que el conocimiento de la calidad del agua es de vital importancia para la población es así como el enfoque de este estudio es analizar los efectos de la calidad del agua en el aumento de las incidencias de enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el acueducto regional del centro (I Etapa) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo, orientado a proponer medidas que colaboren con el manejo adecuado y tratamiento satisfactorio del agua potable, este trabajo de grado se desarrolla a través de cuatro capítulos, estructurados de la siguiente forma:

Capítulo I, contiene el planteamiento del problema, formulación, los objetivos de la investigación, la justificación, alcance de la investigación.

Capitulo II, presenta el marco teórico de la investigación con los antecedentes, bases teóricas compuestas en los aspectos generales relacionados con el tema y las bases legales del mismo, así como la determinación de los términos básicos, que permiten establecer un criterio para desarrollar los objetivos de la investigación.

Capitulo III, describe el marco metodológico, el tipo, diseño y propósito de la investigación, así como las técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos y la metodología del mismo describiendo las fases necesarias para llevar a cabo el análisis de los efectos de la calidad del agua en el aumento de incidencias de enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, en el Estado Carabobo.

Capitulo IV, se presentan los resultados obtenidos mediante el estudio con relación a los objetivos específicos determinados, en donde además, se plantearan alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios por medio de entrevistas semi estructuradas a profesionales expertos en salud, ambiente e ingeniería. Seguidamente, se sitúa la lista de referencias consultadas.

Capítulo V, conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo de este trabajo de grado

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento Del Problema.

El agua es un recurso imprescindible para la vida y para el funcionamiento de los ecosistemas. Los seres humanos utilizamos el agua de acuerdo a nuestras necesidades y en su aprovechamiento introducimos ciertos cambios en el ciclo hidrológico. Estos cambios afectan tanto la disponibilidad como la calidad del agua.

Existe un modo de abordar las problemáticas hidrológicas que se denomina Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH). Este enfoque, plantea un tratamiento de las cuestiones hidrológicas de una manera integradora. La Asociación Mundial del Agua define la GIRH como *“Un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales”*. Particularmente para el agua, esto implica que utilicemos el recurso en la actualidad de modo tal que pueda ser aprovechado con buena calidad y en cantidad suficiente para las siguientes generaciones.

En América Latina la mala gestión de los recursos hídricos ha originado la alteración de las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, siendo la contaminación una de las causas más importantes que contribuyen a la degradación del agua es por ello que gran porcentaje de las enfermedades que afecta la población son originadas por la contaminación del agua, entre ellas, hepatitis A, fiebre tifoidea, enterocolitis, cólera y gastritis, estos trastornos son causados por falta de procesos de purificación, adecuada potabilización e infraestructura en plantas de tratamiento de aguas blancas y aguas residuales.

El agua es un recurso limitado e insustituible que es clave para el bienestar humano y solo funciona como recurso renovable si está bien gestionado. Hoy en día, más de 1.700 millones de personas viven en cuencas fluviales en las que su uso supera la recarga natural, una tendencia que indica que dos tercios de la población mundial podría vivir en países con escasez de agua para 2025. Estableciendo la importancia que el agua posee en cada una de las facetas para el normal desarrollo de la vida en los seres humanos, se determina que se debe cumplir con lo establecido en las leyes vigentes donde los servicios básicos deben ser manejados por los gobiernos municipales, o regionales según sea el caso. En Venezuela, la casa matriz del Agua Potable y Saneamiento es C.A. Hidrológica de Venezuela (Hidroven), constituida el 24 de mayo de 1990, funciona conjuntamente con diez Empresas Hidrológicas Regionales.

En el estado Carabobo la administración, operación, mantenimiento ampliación y reconstrucción de los sistemas de distribución de agua potable y de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales es manejado por C.A. Hidrológica del Centro (Hidrocentro), la cual se encarga de llevar a cabo dichas funciones en el Acueducto del Sistema Regional del Centro (I Etapa), en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, los cuales abarcan una población total de 1.153.459 habitantes según el XIV Censo Nacional de Población y Vivienda de 2011.

El agua es captada mediante el Embalse Pao – Cachinche y se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución. Actualmente dicho sistema cuenta con deficiencias en el proceso de purificación del agua, debido al ingreso de aguas cloacales en el embalse, provenientes de las descargas de la Planta de Aguas Residuales “La Mariposa” causa evidente de las condiciones actuales de dicha planta.

En otras palabras el agua que llega al Pao – Cachinche es de mala calidad lo cual se convierte en un delito ambiental agravado, ya que en la Ley Penal del Ambiente especifica que las aguas deben ser tratadas antes de enviarse a otro cuerpo de agua, cabe destacar que este embalse es la principal fuente hídrica de abastecimiento del Estado Carabobo para consumo humano, pues de allí se abastecen los hogares de los municipios Valencia, Libertador, Naguanagua, San Diego y parte de Los Guayos y Tinaquillo, todos a través de la planta potabilizadora Alejo Zuloaga, que necesita agua de buena calidad proveniente del circuito hidráulico que forma el Lago de Valencia y los Embalses Pao – La Balsa y Pao – Cachinche para cumplir sus funciones.

Por otra parte al emplear procesos de tratamientos con resultados insatisfactorios que en vez de purificar lo que hacen es contaminar más el vital líquido antes de bombearlo directamente a los hogares, se le suma el deterioro de instalaciones producto de la falta de mantenimiento preventivo y correctivo y lo que fomenta equipos que imposibilitan el funcionamiento adecuado de sedimentadores, decantadores, filtros y dosificación de reactivos lo cual genera un ciclo de reciclaje de aguas contaminadas produciendo gravísimas enfermedades de origen hídrico en todo el centro del país. Entre las que se puede mencionar trastornos de intolerancia a alimentos, enfermedades gastrointestinales, inmunodeficiencias, infecciones recurrentes, alergias y problemas en la piel, deterioro en el cabello, conjuntivitis, entre otras, según lo reportan expertos en el área de salud.

Debido a esto habitantes manifiestan que el suministro de agua en sus hogares es de color turbio, con olor a aguas servidas y cloro, debido al uso de altas dosis de esta última sustancia química para tratar de remover las características del agua proveniente del principal embalse de la región central: Pao – Cachinche (que se ha convertido en un estanque de aguas servidas).

Conjuntamente a lo expuesto no hay planes de inversión en el sector “Agua Potable y Saneamiento”, mientras no se invierta en saneamiento más problemas existirán en potabilización, todo esto debido a la situación económica que enfrenta el

país, las inversiones en este sector son cambiantes y dependen de las fluctuaciones en los precios del petróleo para llevar a cabo las adecuaciones de automatización y modernización de la infraestructura, entre otras posibles soluciones al problema descrito como la recuperación del sistema de aguas residuales La Mariposa.

Este cúmulo de factores y la importancia de subsanar un tema tan delicado impulsa a que el objetivo del presente trabajo de grado sea realizar un “Análisis de los efectos de la calidad del agua en el aumento de las incidencias de enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el Acueducto del Regional del Centro (I Etapa), en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.”

1.2. Formulación Del Problema.

Ante el planteamiento mencionado con anterioridad cabe enfatizar la siguiente interrogante: ¿Cómo disminuir los efectos de la calidad del agua en el aumento de las incidencias de las enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el Acueducto Regional del Centro (I Etapa) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar los efectos de la calidad del agua en el aumento en las incidencias de las enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el Acueducto Regional del Centro (I Etapa) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar el sistema de tratamiento en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga.
- Considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en la actualidad.
- Explorar las causas de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.

· Plantear alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.

1.4. Justificación del Problema

El acceso al agua potable y al saneamiento es un derecho; no obstante, este líquido está pasando por un proceso de contaminación alarmante que a través del tiempo se han introducido cambios en la estructura legal y administrativa de los recursos hídricos a nivel nacional y regional es por ello que la gestión de este medio es tan importante porque de su manejo depende, la cantidad, disponibilidad y calidad del mismo, en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua que se encuentran abastecidos por el Acueducto Regional del Centro (I Etapa),

Al evaluar los sistemas de tratamientos que se emplean en la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, pueden estudiarse las deficiencias que presenta que imposibilitan que se cumpla un tratamiento óptimo dentro de los límites de calidad, esto hará posible conocer los agentes causantes de enfermedades de origen hídrico para recopilar la información necesaria para ejecutar acciones que mejoren la calidad de vida de los habitantes de los municipios considerados a estudio.

En el ámbito socio – económico el agua representa uno de los factores fundamentales para el desarrollo de las actividades económicas del Estado Carabobo. El manejo adecuado del agua influye directamente en la disminución de la contaminación urbana general, es decir con el control sanitario apropiado resta el impacto ambiental sobre el medio ambiente, enfermedades de origen hídrico y se reestablecen los ecosistemas, por lo tanto la huella en las poblaciones de seres vivos tanto como seres humanos, flora y fauna va desapareciendo es por ello que es de fundamental importancia proporcionar medidas, que permitan a la comunidad ampliar sus conocimientos acerca del manejo y disposición del agua que abastece sus hogares, así como también mostrar lo perjudicial que puede ser el agua contaminada en sus actividades cotidianas, desde el consumo hasta el riego.

Esta investigación es un aporte a la sociedad por cuanto plantea un análisis que evalúa las condiciones del agua potable que consumen los habitantes del Estado Carabobo en los municipios Valencia, Libertador, y Naguanagua, y con ello proporciona suficiente información para reconocer cuales son los problemas que acarrea la gestión y calidad de este líquido en los organismos responsables de esta vital fuente de vida.

1.5. Alcance y Limites

Evaluar el sistema de tratamiento de agua potable en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga que abastece al Acueducto Regional del Centro (I Etapa) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, y a partir de allí proponer opciones para disminuir el deterioro que afecta su rendimiento en cuanto a la purificación. Conocer las causas de los efectos de la calidad del agua sobre el aumento de incidencias de enfermedades de origen hídrico que enfrenta la población de los municipios de estudio en el Estado Carabobo, a través de fuentes de información de médicos especialistas y documentos que faciliten y respalden la investigación para destacar el principal inconveniente que acarrea esta desfavorable circunstancia.

Conjuntamente al planteamiento de alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua en el sistema de abastecimiento y obtener un manejo sustentable del agua a través la participación efectiva de la sociedad en sus distintos niveles para tomar decisiones bajo una visión compartida y así lograr equidad en el uso del recurso hídrico.

Dentro de los límites de la investigación se estableció que la información obtenida acerca del proceso, etapas y elementos de purificación del agua en la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga se obtuvo en una entrevista semi estructurada con HIDROCENTRO C.A. y al Ing. Civil Sanitarista Manuel Pérez Rodríguez presidente del Movimiento por la Calidad del Agua en el Estado Carabobo, cabe destacar que no se realizó estudios químicos ni bacteriológicos al agua, se basó en las pruebas documentales, y vivencias de la población abastecida por el Acueducto Regional del Centro (Etapa I) en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua en la

actualidad. Para el sondeo de las causas y consecuencias de enfermedades de origen hídrico, se tomó como referencia el último censo efectuado en Venezuela, en el 2011 por el Instituto Nacional de Estadística, proporcionando datos que evidentemente en han variado, sin embargo se estableció a través de ellos, los factores y parámetros que inciden en el aumento de enfermedades de origen hídrico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

En el ámbito internacional Moran V. Fernanda M. presenta la tesis de grado **“Evaluación Ambiental De La Calidad Del Agua Del Río Santa Rosa Y Lineamientos Para Un Plan Ambiental” (2014)** en la *Universidad de Guayaquil, ubicada en Guayaquil, Ecuador*, para optar por el título de Ingeniero Ambiental, en la que evaluó la calidad del agua del río Santa Rosa de la provincia de El Oro, determinando niveles de concentración de metales pesados (cadmio y plomo) en agua y sedimentos, y la presencia de bacterias totales, coliformes totales y Escherichia Coli como indicadores y bioindicadores de contaminación respectivamente. Se apoyó también de las encuestas como fundamentación social para la determinación de la problemática ambiental existente en el río. Se realizaron tres muestreos para la detección de metales pesados determinando las concentración de Cadmio y Plomo por Espectrofotometría de Absorción Atómica y tres muestreos para la obtención de microorganismos, en los meses de enero a abril en tres puntos estratégicos a los largo de la cuenca del río Santa Rosa.

En base a los valores encontrados de los parámetros se demostró que afectan a la vida acuática como también a los habitantes de Santa Rosa.

En el mismo orden de ideas el trabajo de grado de García Q. Tamara V con el título **“Propuesta De Índices De Calidad De Agua Para Ecosistemas Hídricos De Chile” (2013)** en la *Universidad de Chile, ubicada en Santiago de Chile, Chile*, para optar al título de Ingeniero Civil; con el objetivo de clasificar la calidad de las aguas mediante una metodología que se adapte y represente las condiciones de cada ecosistema.

A pesar de los esfuerzos realizados a la fecha, Chile no cuenta actualmente con un índice de calidad de agua propio y oficial, tal que represente las características particulares de sus sistemas hídricos. Los índices propuestos hasta el momento han mostrado restricciones para indicar la calidad de las aguas nacionales, principalmente por no considerar la variabilidad hidroquímica que presentan sus aguas a lo largo y ancho de todo su territorio y por aplicar metodologías que no se adaptan a las condiciones hídricas del país.

Esta propuesta permite evaluar, en el tiempo y espacio, el estado de la calidad natural de las aguas de los ecosistemas hídricos superficiales del país y su potencial uso como fuente de agua potable y de riego, considerando las características hidroquímicas particulares de cada tipo de cuerpo de agua de Chile, con el objeto final de detectar cambios significativos en la matriz de agua y realizar a tiempo las gestiones necesarias para evitar desastres irreparables en el ecosistema. En nuestro país no es un secreto que la calidad del agua afecta a sus estados en general, ninguno está exento de ello, es por ello que en el ámbito de la salud el Médico Mora Richard desarrolló la **“Construcción De Un Modelo Teórico Sobre La Alteración Del Ecosistema Basado En El Perfil Toxicológico Químico Del Agua Para Consumo Humano Y Su Expresión En Enfermedades Emergentes Y Re-Emergentes”** (2013) en la Universidad de Carabobo ubicada en Carabobo, Venezuela; para optar por el título de Doctor en Ciencias Médicas, en el que planificó su estudio y lo abordó desde la Complejidad: Fenomenológica/Hermenéutica. Las enfermedades neoplásicas cada día aumentan en la población y representan un problema de salud pública.

Decidió establecer una asociación entre enfermedades neoplásicas y ubicación geográfica de quienes las padecían. Los resultados mostraron que la mayor cantidad de neoplasias correspondieron a cáncer de mama y aparato genital femenino. Para su elaboración primero, contactó al Consejo Comunal de una comunidad, El Roble, y planificó un momento vivencial con ellos, palpando su percepción: Percibían que consumían agua contaminada. A continuación, tomó una muestra de esa agua, se determinaron propiedades organolépticas y elementos químicos inorgánicos. El

aluminio y manganeso estuvieron elevados y podrían ser elementos capaces de originar enfermedades emergentes y re-emergentes: Parkinson y Alzheimer, el plomo, no superó el valor crítico de Gaceta Oficial, si superó el COVENIN, el plomo es bioacumulable y poco biodegradable, adicionalmente, los niños podrían ser más vulnerables a esta intoxicación.

Concluye que el agua es un problema de todos y es necesario que las comunidades con el apoyo de las autoridades pertinentes contribuyan a cuidar del ambiente, el agua, a prevenir la aparición de enfermedades emergentes y re emergentes y por tanto contribuyan al autocuidado de su salud.

Así mismo el Químico y M.Sc. En Ingeniería Ambiental Koschelov S. Vicenzo junto a el Biólogo y Doctor en Ciencias Biológicas Fernández D. Rafael y la Bióloga y M.Sc. En Filantropía Smits B. Gunta; presentan una **“Evaluación De La Calidad Del Agua Del Rio Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo Venezuela) Mediante Bioindicadores Microbiológicos Y Parámetros Físicoquímicos” (2013) en la Cumaca, Estado Carabobo**; El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del agua en zonas con y sin afectación ambiental del Río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante el uso de bioindicadores microbiológicos y parámetros físicoquímicos. Estudiaron el río semanalmente durante un año (marzo 2008 a febrero 2009) en tres zonas: cabecera (sin afectación), intermedia (uso recreacional) y zona afectada significativamente (cerca de una cantera y pastizales de ganado vacuno), donde se determinaron parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura y sólidos totales), nutrientes, coliformes totales, coliformes fecales e hifomicetos acuáticos (número de especies y conidios/ml).

Obtuvo como resultados evidencias de que el Río Cúpira aún puede ser considerado como de buena calidad ambiental, a pesar que por la actividad antropogénica en dichas áreas cercanas al río, pudiera verse seriamente afectado si no se toman medidas preventivas tales como controlar o eliminar la presencia del ganado a la cercanía del río, al igual que evitar dejar desperdicios que alteren este ecosistema.

En el oriente del país la Ing. Méndez Cinthia desarrolló el trabajo de investigación **“Creencias Y Sentido Común Sobre El Agua Y Su Gestión Comunitaria En Comunidades Rurales Del Bajo Orinoco”** (2009) en la *Universidad Nacional Experimental de Guayana, en Ciudad Guayana, Venezuela* para optar por al grado de Magister en Ciencias Ambientales cuyo objetivo fue interpretar las creencias, las configuraciones ideológicas y mitológicas sobre el agua y su gestión comunitaria que forman parte del sentido común de los habitantes de cuatro comunidades rurales del Bajo Orinoco. Este interés surgió, debido a la persistencia de prácticas sociales y productivas que ponen en riesgo la calidad del agua del río y la salud de los habitantes y visitantes de estas comunidades, a pesar de tener información sobre saneamiento ambiental.

Los resultados del estudio, permitieron inferir que las creencias y configuraciones mitológicas e ideológicas que hacen parte del sentido común de estos habitantes ribereños del Orinoco, sobre el agua y su gestión comunitaria, determinan sus prácticas sociales cotidianas relacionadas con el consumo de agua y el saneamiento ambiental.

Por otra parte la Ing. Illaramendi R. María A. realiza su trabajo de grado con el nombre de **“Calidad del Agua en la Cuenca del Río Guaire”** (2008) en la *Universidad Simón Bolívar, en Caracas, Venezuela* como requisito parcial para optar al grado de Magister en Desarrollo y Ambiente, esta investigación fue realizada en dos partes primero, la realización de encuestas para determinar la percepción sobre la calidad, el abastecimiento y el uso de las comunidades que habitan la cuenca del río Guare, y segundo, la realización de muestreos de agua para evaluar la calidad de las fuentes agua que abastecen a la población que habita la cuenca.

A través de esta evaluación determinó la presencia de metales en tres estaciones que evidencian el deterioro de la calidad de dichas aguas y el riesgo de la población a contraer enfermedades es así como concluye que no son aptas para el uso doméstico, urbano y recreacional.

2.2. Bases teóricas.

En la presente investigación resulta importante una revisión documental sobre la teoría y conceptos requeridos para sustentar ampliamente la realización de este análisis y se detallan de esta manera:

2.2.1. El Agua.

Es una sustancia abiótica de la tierra y uno de los más principales constituyentes del medio en que vivimos y de la materia viva. En estado líquido aproximadamente un gran porcentaje de la superficie terrestre está cubierta por agua que se distribuye por cuencas saladas y dulces, las primeras forman los océanos y mares; lago y lagunas, etc.; como gas constituyente la humedad atmosférica y en forma sólida la nieve o el hielo.

El agua constituye lo que llamamos hidrosfera y no tiene límites precisos con la atmósfera y la litosfera porque se compenetran entre ellas. En definitiva, el agua es el principal fundamento de la vida vegetal y animal y por tanto, es el medio ideal para la vida, es por eso que las diversas formas de vida prosperan donde hay agua.

2.2.1.1. Importancia del Agua.

El agua es esencial para la vida y es utilizada para satisfacer las necesidades fundamentales de subsistencia de los seres vivos, así como para la producción y preparación de alimentos, para la limpieza personal y doméstica, para la recreación, para la generación eléctrica y para la industria. Todas las actividades sociales y económicas dependen del suministro y calidad del agua dulce, lo que requiere, a su vez, una prudente conservación y una gestión sostenible del recurso (Campos, 2000; Colin, 2001).

2.2.1.2. Contaminación del Agua.

La contaminación de las aguas está relacionada con diversas actividades, destacándose las agrícolas y las ganaderas, ya que provocan la contaminación por medio de la escorrentía, que fluye por la superficie del suelo arrastrando y disolviendo las sustancias que han ido depositadas sobre el suelo. Los fertilizantes, productos fitosanitarios, además de la materia orgánica y otras sustancias tóxicas

producidas por actividades ganaderas y por determinadas actividades industriales, son los principales compuestos contaminantes por escorrentía (Bautista, 2003).

La contaminación del agua es cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tiene un efecto dañino en cualquier cosa viva que consuma esa agua. Cuando los seres humanos beben el agua contaminada tienen a menudo problemas de salud. La contaminación del agua puede también puede hacer a esta inadecuada para el uso deseado

2.2.1.3. Agentes contaminantes del Agua.

Agentes causantes de enfermedad: estos son bacterias, virus, protozoos y los gusanos parásitos que se incorporan desde los sistemas de aguas residuales y las aguas residuales sin tratar.

a) Agentes consumidores de oxígeno: cuando las poblaciones de bacterias son grandes la descomposición de los residuos tiene lugar y se consume mucho oxígeno pudiendo agotar el oxígeno disuelto en el agua. Esto puede ser causa de que otros organismos que viven en el agua, tal como peces, mueran.

b) Agentes contaminantes inorgánicos solubles en agua: tales como ácidos, sales y metales tóxicos. Grandes cantidades de estos compuestos harán el agua inapropiada para beber y pueden causar la muerte de la vida acuática.

c) Nutrientes: son los nitratos y los fosfatos solubles en agua que causan el crecimiento excesivo de las algas y de otras plantas acuáticas, que agotan la fuente de oxígeno del agua. Esto mata a peces y cuando esta se encuentra en agua potable, puede causar la muerte de niños.

d) Compuestos inorgánicos: tales como aceite, plásticos y pesticidas, que son dañinos para los seres humanos y para las plantas y animales acuáticos.

2.2.1.4. Impacto Ambiental.

Hoy en día debido al antropocentrismo extremo se habla de siete grandes amenazas que enfrenta la naturaleza:

Ü La contaminación atmosférica que repercute en el deterioro de la capa de ozono y el efecto de invernadero; la destrucción de la capa de ozono que rodea nuestra atmósfera debido a las emisiones de cloro, flúor y carbonos y los gases de metano; como prueba de esta amenaza desde hace años se descubrió “El agujero de la Antártida”

Ü La contaminación urbana producida por una gran cantidad de residuos sólidos que son incinerados; la contaminación acústica producida por toda clase de ruido y por el tráfico automovilístico, que provoca el “estrés”; la contaminación derivada de las centrales termoeléctricas y nucleares; la contaminación electromagnética, que se deriva de la incidencia de los grandes tendidos eléctricos que atraviesan zonas habitadas, de igual forma se debe considerar las radiaciones como una amenaza que enfrenta la naturaleza

Ü La estremecedora destrucción de la principal fábrica de oxígeno de nuestro planeta: las selvas de la Amazonia y Lacandona, de los bosques húmedos tropicales en países de Centroamérica, América del Sur, África Ecuatorial, etc.; este problema trae consecuencias nefastas como la aceleración del efecto invernadero entre otros.

Ü La lluvia ácida y los incendios forestales de grandes espacios de la tierra.

Ü La esterilización de la tierra, cuya causa ha sido el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas, así como la deforestación y la utilización excesiva de los suelos agrícolas; las consecuencias de este problema conocido como la desertificación ha sido la creciente extensión de superficies áridas promovidas por el hombre, lo cual se manifiesta actualmente en las sequías que cada vez son más frecuentes y prolongadas.

Ü La explosión demográfica.

Ü La contaminación antropogénica, que procede de la expansión acelerada de la población, sumergida en una civilización de consumo, modificando la biósfera como consecuencia de sus efluentes, desechos y vertidos. Sus efectos nocivos para la

conservación de la naturaleza son muchos: la contaminación de aguas continentales que ha propiciado el envenenamiento de los acuíferos; la contaminación de las aguas marinas con el aniquilamiento de los peces y otras especies; la contaminación de los suelos, que tiene como consecuencia la salinización de amplias áreas que no podrán cultivarse más.

2.2.2. Enfermedades de Origen Hídrico.

En América Latina y el Caribe, los riesgos epidemiológicos relacionados con el consumo de agua contaminada por gérmenes muy virulentos, como son los del cólera, las fiebres tifoideas o la hepatitis vírica; así como la existencia de otras enfermedades de origen hídrico resultantes de la contaminación microbiológica de las aguas de consumo humano causan un gran impacto en la población.

Los organismos patógenos para el hombre que se transmiten por el agua incluyen bacterias, virus y protozoarios. Los organismos transmitidos por el agua se desarrollan en el intestino y abandonan el organismo en las heces. Entonces puede ocurrir la contaminación fecal de los suministros de agua y si esta no es tratada adecuadamente los patógenos entran a un nuevo huésped al consumir el agua. Si esta se consume en grandes cantidades puede ser infecciosa aun si solamente contiene una baja cantidad de organismos patógenos (Brock y Madigan, 1993).

La enfermedad hídrica es normalmente aguda (de brusca aparición y desenlace, generalmente en un corto periodo de tiempo en personas saludables) y la mayoría están caracterizadas por síntomas gastrointestinales (diarrea, fatiga, calambres y dolores abdominales). El tiempo entre la exposición a un agente patógeno y en el brote de la enfermedad puede variar de dos días a uno o más semanas. La mayoría de los brotes producidos por el uso de aguas contaminadas no tratadas o por tratamientos inadecuados al agua (AWWA, 2002).

Las enfermedades de origen hídrico o los efectos adversos del agua sobre la salud humana pueden dividirse en cuatro categorías:

a) **Enfermedades transmitidas por el agua:** son aquellas causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos. Por ejemplo cólera, fiebre

tifoidea, shigella, poliomielitis, meningitis, hepatitis, diarrea. En general, la mayoría se puede prevenir con un tratamiento adecuado del agua, antes de consumirla.

b) **Enfermedades con base u originadas en el agua:** son causadas por organismos acuáticos que pasan una parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales. Los causantes de estas enfermedades son una variedad de gusanos trematodos, tenias, lombrices intestinales y nematodos del tejido, denominados colectivamente helmintos que infectan al hombre. Aunque estas enfermedades normalmente no son mortales, impiden a las personas llevar una vida normal y merman su capacidad para trabajar.

c) **Enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua:** son aquellas enfermedades transmitidas por vectores como los mosquitos, que se crían y viven cerca de aguas contaminadas y no contaminadas. Millones de personas padecen infecciones transmitidas por estos vectores que infectan al hombre con malaria, fiebre amarilla, dengue, filariasis, chikunguña, fiebre del zika, etc.

d) **Enfermedades vinculadas a la escasez de agua:** se propagan en condiciones de escasez de agua dulce y saneamiento deficiente (tracoma, dermatitis de contacto, etc.). Esta situación favorece la presencia de parásitos, piojos, sarna y otras enfermedades de la piel.

2.2.2.1. Microorganismos Hídricos.

Características:

Los microorganismos patógenos poseen diversas propiedades que les distinguen de los contaminantes químicos:

Ü No están en solución, sino que se presentan en forma de partículas. Pueden estar en suspensión libre o aglomerados en las materias suspendidas en el agua.

Ü El riesgo de contraer una infección no depende únicamente de la concentración media de microorganismos en el agua. La probabilidad de que un germen patógeno consiga implantarse en el organismo y provoque una infección depende de su grado de invasión, de su dosis mínima infectante así como del nivel inmunológico del individuo.

Ü Si se produce infección, los gérmenes patógenos se multiplican en el organismo huésped. Algunas bacterias patógenas pueden incluso multiplicarse en los alimentos y las bebidas, lo que perpetúa y aumenta los riesgos de infección. Ese no es el caso de los contaminantes químicos.

Ü Contrariamente a los efectos provocados por numerosas sustancias químicas, la relación dosis/efecto de los microorganismos patógenos no es acumulativa. Una única exposición a un microorganismo patógeno puede bastar para provocar una enfermedad.

2.2.3. Calidad del Agua.

Siendo el agua un elemento indispensable, su calidad es un requisito muy importante para el uso designado. Por tanto es necesario conocer la calidad del agua antes de asignar el uso y definir el uso actual o probable antes de hablar de la calidad (Guevara y Cartaya, 2004).

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estandarizados para la calidad del agua determinan el tipo y su potencial uso. No obstante, hoy en día se plantean índices biológicos que fundamental y esencialmente mejoran, complementan y sustentan los parámetros de calidad dulceacuícola. Se ha propuesto el uso de bioindicadores como una herramienta complementaria para conocer la calidad del agua, sin que se plantee el reemplazo de la metodología tradicional de análisis fisicoquímico y microbiológico. Su aplicación sólo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos, basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua.

En Japón las dependencias encargadas del monitoreo del agua ya cuentan con guías ilustradas de los organismos (tales como bacterias, hongos, insectos, anfibios y peces) que se pueden encontrar en algunos ríos, incluyendo información sobre la tolerancia o susceptibilidad que presentan a cierto tipo de contaminante (metales pesados, dioxinas, entre otros), de tal manera que cada una de ellas proyecta información sobre el estado del medio acuático. Un organismo se considera como bioindicador siempre y cuando se conozca su grado de tolerancia, ya que no todos

pueden dar información debido a sus hábitos alimentarios o a su ciclo de vida. También es importante considerar la abundancia con que se les encuentra y la época del año (Vásquez et al., 2006).

Este aspecto es de fundamental importancia para el diseño y tratamiento de sistemas de abastecimientos de agua ya que puede privar la utilización de una determinada fuente de abastecimiento. Generalmente se requiere cumplir con satisfacer Normas de Calidad de Agua, que para condiciones óptimas obligan a un tratamiento completo, aunque es lo deseable no siempre está justificado sobre todo cuando no se dispone de personal local capaz de lograr la operación y el mantenimiento adecuado. Por ello más que normas de calidad del agua, existe una gama de valores para ajustar diseños a condiciones reales capaces de desarrollar programas de abastecimientos satisfactorios para comunidades con marcadas diferencias económicas y sociales o establecer los parámetros necesarios para cumplir efectivamente el tratamiento. (Ver Tabla 1).

Componentes relativos a la calidad organolépticos del agua potable

Componente o característica	Unidad	Valor Deseable menor a	Valor Máximo Aceptable (a)
Color	UCV (b)	5	15 (25)
Turbiedad	UNT (c)	1	5 (10)
Olor o sabor	--	Aceptable para la mayoría de los consumidores	
Sólidos disueltos totales	mg/L	600	1000
Dureza total	mg/L. CaCO ₃	250	500
PH	--	6.5 - 8.5	9.0
Aluminio	mg/L	0.1	0.2
Cloruro	mg/L	250	300
Cobre	mg/L	1.0	(2.0)
Hierro total	mg/L	0.1	0.3 (1.0)
Manganeso total	mg/L	0.1	0.5
Sodio	mg/L	200	200
Sulfato	mg/L	250	500
Cinc	mg/L	3.0	5.0

Tabla 1. – Componentes relativos a la calidad organolépticos

del agua potable, Fuente: NORMAS SANITARIAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE, Capítulo III, De los aspectos organolépticos, físicos y químicos, Artículo 14

2.2.3.1. Propiedades Físicas del Agua.

El aspecto físico del agua es un factor de significativa importancia en lo referente a su calidad, y entre otras, por las reacciones que provoca en los consumidores, reflejándose en un bajo consumo del líquido. A veces esas condiciones físicas pueden ser aun ser contraproducentes al sistema en lo que respecta al funcionamiento y mantenimiento, obligando a aplicar tratamientos correctivos que eliminen esas condiciones.

ü Color

El color en el agua es causado generalmente por la presencia de materias en estado de solución. Lo producen tinturas orgánicas que frecuentemente se encuentran en aguas estancadas o en lagos muy forestados.

El color en el agua puede manchar las piezas sanitarias y tejidos, y afecta en otros casos las operaciones industriales de teñido.

En el color deben distinguirse:

- a) Color real o verdadero, que es el producido por las sustancias en solución solamente; y
- b) Color aparente o total, que es el que incluye, además el color real, aquel producido por sustancias en suspensión.

Por definición se comprende que el color real no puede ser removido sino mediante procesos químicos y, en cambio, qué parte del color aparente puede ser removido por sedimentación y filtración.

Ü Olor y sabor

Están asociados en el agua con la presencia de sustancias tales como materias orgánicas en descomposición, residuos industriales, presencia de algas y gases. El método “umbral” permite expresar cuantitativamente la intensidad de los olores o sabores en un agua dada. Ese número “umbral” representa el número de diluciones requeridas para que desaparezca el olor o sabor presente en el agua.

La remoción de olores y sabores puede obtenerse por aireación con la aplicación de carbón activado, por el método de supercloración, aplicación de sales de cobre, etc.

Ü Turbiedad

La turbiedad es producida por materias en suspensión y se manifiesta por la reducción de transparencia o brillantez del agua. Se deduce definido que la turbiedad puede ser producida por algas u otras materias orgánicas vivas o muertas, además de arcillas y limos.

Se distinguen dos tipos de turbiedad en las aguas: la mineral y la orgánica. Cuando la mineral es baja, la orgánica es alta debido a que el libre paso de los rayos solares estimula los crecimientos de las algas

Ü Temperatura

El agua utilizada para usos domésticos debe ser fresca, esto es, que posea una temperatura que produzca esa impresión, obteniéndose esa condición cuando su temperatura no exceda en más de 5°C a la del medio ambiente.

Contenidos minerales y sus límites:

Las aguas en su estado natural poseen, en mayor o menor cantidad, minerales solubles, que provienen del contacto del agua con los suelos que atraviesa y de la mayor o menor cantidad de gases y otras sustancias que ayudan a dar al agua el carácter de solvente casi universal.

Ü Dureza

Es producida principalmente por la presencia de las sales de calcio y magnesio. El hierro también comunica esa propiedad; sin embargo, los contenidos de este último elemento no son privativos.

Puede ser carbonática o temporal y no – carbonática o permanente, según que esté presente bajo la forma de carbonatos y bicarbonatos bien bajo la forma de sulfatos, cloruros, nitratos, etc.

La dureza total en acueductos rurales no debe exceder las 300ppm., expresadas como carbonato de calcio, y en abastecimientos urbanos no debe sobrepasar los 100ppm.

Ü Alcalinidad y acidez

Está representada por el contenido de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos; en las aguas naturales, sin embargo, la alcalinidad está presente mayormente en la forma de bicarbonatos.

La alcalinidad se acostumbra a expresar en ppm. y la producen principalmente en las aguas naturales, los carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, sodio y potasio, rara vez los de litio y hierro. Su determinación es básica para la fijación del tratamiento de agua.

Ü pH

La alcalinidad y la acidez se expresa frecuentemente en términos de pH, el cual indica la intensidad de esa alcalinidad o acidez. El pH 7 indica que el agua es neutra. Es importante, para la aplicación de tratamientos correctivos, conocer el pH del agua, ya que esta se comporta en muchas ocasiones en relación con procesos cuya eficiencia depende del pH y para lo cual se requiere

en diversas ocasiones corregir sus valores para obtener resultados satisfactorios.

Ü Salinidad, Cloruros y sulfatos

Es importante para la verificación de la potabilidad de un agua determinar el contenido de ciertos minerales que puedan comunicarle sabores desagradables o que ejerzan acción laxativa o purgante.

En vista a esas características, las autoridades sanitarias del país han limitado el contenido de cloruros y sulfatos a 250 ppm. para abastecimientos urbanos y en 500 y 300 ppm., respectivamente para acueductos rurales.

2.2.4. Agua Potable.

La Organización Mundial de la Salud sostiene que el agua potable tiene que cumplir con los siguientes requisitos para ser apta para el consumo humano:

- a) No debe contener sustancias nocivas para la salud, es decir, carecer de contaminantes biológicos (microbios o gérmenes patógenos), químicos tóxicos (orgánicos o inorgánicos) y radiactivos.
- b) Debe poseer una proporción determinada de gases y de sales inorgánicas disueltas.
- c) Debe ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

En otras palabras el agua potable es aquella que puede beberse sin peligro, pues no provoca ningún daño para la salud.

2.2.4.1. Agua Potable y Saneamiento. Breve Reseña Histórica

Según Guissé H., 1997, actualmente, 1.400 millones de personas no tienen acceso a agua potable, y casi 4.000 millones carecen de un saneamiento adecuado. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2003), el problema es especialmente grave en las zonas rurales y en las zonas urbanas en rápida expansión. Por ejemplo en África, 300 millones de personas (el 40% de la población) viven sin un saneamiento e higiene básicos, lo cual representa un aumento de 70 millones de personas desde 1990.

En Asia meridional, entre los años 1990 y 2000, 220 millones de personas se beneficiaron con las mejoras en el acceso al agua dulce y al saneamiento. En ese mismo período, se sumaron a la población 222 millones de personas, lo cual anuló totalmente los adelantos logrados. En ese mismo período, en África oriental se duplicó la cantidad de gente sin servicios de saneamiento, que pasando a 19 millones de personas. El costo de suministrar agua potable y servicios de saneamiento adecuados a todas las personas en el mundo para el año 2025, será de 180.000 millones de dólares por año, es decir una inversión de dos a tres veces mayor que la actual.

A nivel de América Latina, los datos revelan que 15% de la población regional (alrededor de 76 millones de personas), no tiene acceso a agua potable, proporción que se duplica en el caso de las zonas rurales, mientras que el 60% de las viviendas urbanas y rurales con conexión no tienen un abastecimiento continuo. Respecto a la eliminación de aguas residuales, menos del 50% de la población está conectada a redes y una tercera parte depende de sistemas individuales; sólo 14% del volumen total es tratado, en muchos casos en lagunas de oxidación obsoletas. Es importante resaltar que en los países en desarrollo, casi la mitad del agua potable de los sistemas de suministro se pierde por filtraciones, falta de mantenimiento y conexiones ilícitas, lo cual aumenta la vulnerabilidad frente al acceso a este recurso.

2.2.5. Aguas Residuales.

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

2.2.5.1. Clasificación:

Esta clasificación se hace con respecto al origen de las aguas, ya que con base en ello se determina su composición:

a) Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen

contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

b) Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

2.2.5.2. Inconvenientes de las Aguas Residuales.

Se encuentran las siguientes características:

Ü **Malos olores y sabores:** son consecuencia de la diversidad de sustancias que portan, y sobre todo, de los productos de la descomposición de éstas, especialmente en aquellos procesos, sobre todo anaerobios, en los que se descompone materia orgánica, con desprendimiento de gases. A esto hay que añadir las causas naturales de olores y sabores: la proliferación de microorganismos, los procesos de descomposición, la presencia de vegetación acuática, mohos, hongos, etc., y la reducción de sulfatos a sulfuros.

Ü **Acción tóxica:** es el efecto y la repercusión que tienen algunos residuos sobre la flora y fauna natural de las masas hídricas receptoras y sobre los consumidores que utilicen esas aguas, o que se vean afectados por la acumulación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimentaria. A este aspecto, es importante tener en cuenta que en numerosas ocasiones las aguas residuales se utilizan, sin un tratamiento previo, para el riego de cosechas de verduras y hortalizas, con el enorme riesgo que esto supone, ya que el hombre puede consumirlas crudas, pasando a él directamente la contaminación por tóxicos o microorganismos.

En otras ocasiones, no son directamente los residuos los que provocan la desaparición de los organismos del agua, sino que para la descomposición de las sustancias contaminantes son necesarias grandes cantidades de oxígeno, llegando a agotarse y creando condiciones anóxicas que impiden la vida acuática.

Los efectos tóxicos pueden ser:

- a) Letales: causan muerte por envenenamiento directo.
- b) Subletales: por debajo de los niveles que causan la muerte, pero que pueden afectar al crecimiento, reproducción o actividad de los organismos.
- c) Agudos: causan un efecto (normalmente la muerte) en un corto período de tiempo.
- d) Crónicos: causan un efecto letal o subletal durante un período de tiempo prolongado.
- e) Acumulativos: se incrementa el efecto con dosis sucesivas.

2.2.6. Sistema Regional del Centro.

En la Región Central existe un gran sistema para la producción, tratamiento y distribución de agua potable, denominado Sistema Regional del Centro (S.R.C.), el cual abastece a la mayor parte de la población del Estado Carabobo, Aragua y parte de Cojedes. Este sistema se encuentra en operación desde la década de los 70, cuando entra en funcionamiento su primera etapa, y luego en 1995 entra en funcionamiento parcialmente la segunda etapa del sistema. (Ver Tabla 2).

2.2.6.1. Sistema Regional del Centro I Etapa.

Su fuente principal de abastecimiento es el Embalse Pao - Cachinche, el agua allí captada se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Cachinche, para luego ser bombeada hasta la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, en donde se inicia el proceso de potabilización y posterior distribución. Como segunda y tercera fuente de abastecimiento se encuentra el Embalse Guataparo y Dique Toma Río Torito, los cuales funcionan como auxiliares del Embalse Pao - Cachinche. El agua captada en estas fuentes se envía, por gravedad, directamente a la planta de potabilización Alejo Zuloaga. (Ver Tabla 3 y 4)

Unidades de Gestión I

Estado	Unidad de Gestión	Municipios
Carabobo	Sistema Regional del Centro I Etapa	Valencia Libertador Naguanagua

Carabobo	Sistema Regional del Centro II Etapa	Carlos Arvelo Valencia (Flor Amarillo) Los Guayos San Diego Guacara San Joaquín Diego Ibarra
Carabobo	Sistema de La Costa	Juan José Mora Puerto Cabello
Aragua	Sistema Regional del Centro I y II	Girardot Mario Briceño Santiago Mariño Bolívar José F. Ribas José R. Revenga El Libertador Zamora Sucre
Cojedes	Sistema Regional del Centro I	San Carlos Tinaco

Tabla 2. – Unidad de Gestión I. Fuente: HIDROCENTRO, Gerencia de Planificación

Componentes del Sistema Regional del Centro I Etapa

Embalses	Capacidad de Almacenamiento
Pao – Cachinche	200.000.000 m ³
Guataparo	26.700.000 m ³

Tabla 3. – Componentes del Sistema Regional del Centro I Etapa, Embalses, Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Componentes del Sistema Regional del Centro I Etapa, Sistema de Potabilización

Planta de Potabilización	Capacidad de Producción (actual)
Alejo Zuloaga – Convencional	3.000 <i>l seg</i>

posterior a la construcción del sistema; así como también se encuentran zonas con características especiales, tal es el caso del Municipio Libertador, en el cual se ubican los sectores de Barrera Norte, dependiente de sistemas aislados, al igual que en el caso de Tocuyito, que tiene aportes desde el bombeo Tocuyito – Nueva Valencia y desde la aducción Tinaquillo – La Pedrera. (Ver Tabla 5)

Unidad de Gestión II

Unidad de Gestión	Sistema de Agua Potable y Saneamiento	Municipios
Sistema Regional del Centro I	Agua Potable Sistema Regional del Centro I Etapa	Valencia Libertador: Zona Tocuyito y Zona Campo de Carabobo Naguanagua
	Saneamiento Planta de Tratamiento La Mariposa Cuenca Pao Cachinche	

Tabla 5. – Unidad de Gestión II, Fuente: HIDROCENTRO C.A.

2.2.6.2. Sistema Regional del Centro II Etapa.

Este sistema de abastecimiento suministra agua al Estado Aragua mediante dos conexiones con el antiguo Sistema Regional del Centro I, la primera en el sector Los Guayos frente al Centro Comercial Palmi II y la segunda en el sector Peaje de Palo Negro. Así mismo, abastece poblaciones del estado Carabobo tales como Guigue, Yuma, Magdaleno, Boquerón, Central Tacarigua, Los Guayos, Guacara, San Joaquín y zonas circunvecinas. Su fuente de abastecimiento es el Embalse Pao - Las Balsas, ubicado en las Galeras del Pao, Municipio El Pao de San Juan Bautista, en el Estado Cojedes. El agua captada del Embalse Pao - Las Balsas, se envía por gravedad a la Estación de Bombeo Primaria, la cual bombea hacia la E/B N°1 Principal y de allí a la E/B N°2 Principal. Finalmente el agua es bombeada a la P/T Baldó Soules para su tratamiento. (Ver Tablas 6 y 7)

Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa, Embalses

Embalses	Capacidad de Almacenamiento
-----------------	------------------------------------

Pao – Las Balsas	403.000.000 m^3
------------------	-------------------

Tabla 6. – Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa, Embalses, Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa, Capacidad

Planta de Potabilización	Capacidad de Producción (Actual)
Baldó Soules	5.600 <i>l seg</i>

Tabla 7. – Componentes del Sistema Regional del Centro II Etapa, Capacidad, Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Instalaciones:

Ü Cinco Estaciones de Bombeo: Primaria, N°1 Principal, N°2 Principal, Guacara, San Joaquín de Guere

Ü Nueve Estanques: Compensación E/B N°1, Compensación E/B N°2, P/P Baldó Soules, San Diego, Guacara, San Joaquín de Guere, Caña de Azúcar, Independencia y La Victoria.

Ü Aducciones con diámetros que van desde 24" hasta 84" con 252.66 km. De longitud.

Características de las Líneas de Aducción que administran.

Constituye el abastecimiento de parte del Edo. Carabobo y de todo el Edo. Aragua. Comprende como fuente el embalse Pao La Balsa, estación de bombeo, Planta Potabilizadora Lucio Baldó Soules y el sistema de distribución que se divide en los tramos denominados 4 y 5, respectivamente.

El tramo 4, proporciona el abastecimiento en diferentes sectores del Municipio Carlos Arvelo que se ubican a lo largo de la carretera nacional vía Güigüe, posteriormente continúa el suministro hacía el Edo. Aragua. 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, la cual fue diseñada con el objetivo de suministrar agua potable en casos de emergencia al S.R.C. I y para el suministro del Municipio San Diego del Pao La Balsa.

El tramo 5 proporciona el abastecimiento para los sectores de las Tinajas en Carlos Arvelo y Flor Amarillo en Valencia, progresivamente se contempla el suministro hacía los municipios Los Guayos, Guacara, San Joaquín y Diego Ibarra en el Edo. Carabobo, continuando así hacía el Edo. Aragua

2.2.7. Ecosistemas.

El ecosistema es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural y su medio ambiente físico, tiene en cuenta las complejas interacciones entre los organismos como plantas, animales, bacterias, algas, protozoos y hongos, entre otros que forman la comunidad, los flujos de energía y materiales que la atraviesan.

2.2.7.1. Componentes.

Ü **Bióticos:** son los seres vivos que habitan el lugar como las plantas, los animales y los microorganismos

Ü **Abióticos:** son el agua, la luz, la temperatura y el suelo.

2.2.7.2. Principales Ecosistemas.

El ecosistema de mayor tamaño que se puede considera es el planeta Tierra, como una unidad funcional y dinámica, en donde interactúan varias partes para el mantenimiento de la vida sobre la tierra. Sin embargo se delimitan ecosistemas menores, como una laguna, una selva, un desierto o un bosque, un charco formado tras una intensa lluvia, un tronco caído, lleno de arañas, hormigas y hongos, son pequeños ecosistemas. Entre los principales ecosistemas en la Tierra encontramos los siguientes:

a) Ecosistema acuático:

Donde se encuentran:

Ü **El medio marino:** en biología es el medio más primitivo. La composición del agua del mar es de tal naturaleza que se le considera como la más apta para que puedan vivir allí los enormes animales marinos como la ballena y otros. Desde la superficie y hacia las profundidades se encuentran que varían la temperatura, la presión, la luz y el alimento. La gama de ecosistemas marinos es amplísima: arrecifes

de coral, manglares, lechos de algas y otros ecosistemas acuáticos litorales y de aguas someras, ecosistemas de mar abierto o los misteriosos y poco conocidos sistemas de las llanuras y fosas abismales del fondo oceánico.

Ü **El medio acuático de agua dulce:** La diferencia con el medio acuático marino son muy grandes. Se destaca que las masas de agua continentales, el volumen de lagos y lagunas es mucho menor que el de los mares y océanos, por eso, sus habitantes son también de menor volumen o talla. También hay ecosistemas híbridos: terrestres y de agua dulce, como las llanuras de inundación estacionales.

b) Ecosistema terrestre: la distribución de los seres vivos en la Tierra se denomina biogeografía o sea la Geografía de los seres vivientes, siendo la fitogeografía la distribución de las plantas y zoogeografía la de los animales. Las investigaciones profundas y prolongadas han permitido establecer la existencia de amplios territorios biogeográficos, caracterizándose por la presencia de determinadas plantas y animales y se hallan separados entre sí por barreras como los mares.

2.2.8. Equilibrio ecológico.

Es una teoría que propone que los sistemas ecológicos estén en un equilibrio estable (homeostasis), es decir, que un pequeño cambio en algún parámetro en particular será corregido por la retroalimentación negativa que traerá el nuevo parámetro para traer a su "punto de equilibrio" original con el resto del sistema. En otras palabras es el resultado de la interacción de los diferentes factores del ambiente, que hacen que el ecosistema se mantenga con cierto grado de estabilidad dinámica. La relación entre los individuos y su medio ambiente determinan la existencia de un equilibrio ecológico indispensable para la vida de todas las especies, tanto animales como vegetales.

2.2.9. Desarrollo sostenible.

“Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.”
Comisión Brundtland: Nuestro Futuro Común (Comisión del Desarrollo y Medio Ambiente citado en Ramírez et al (2004): p55).

El agua es un elemento fundamental en el desarrollo sostenible, indispensable en sus aspectos sociales, económicos y ambientales. El agua es vida, esencial para la salud. El agua al ser un bien económico y un bien social, debe distribuirse en primer lugar para satisfacer las necesidades humanas básicas y luego para permitir el funcionamiento de los ecosistemas y distintas formas de uso en la economía, incluida la seguridad alimentaria. (Vigo, 2015)

2.3. Bases Legales.

2.3.1. La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2009), Gaceta Oficial N° 5908.

Establece en su artículo 304: que las aguas son bienes del dominio público de la nación y que la ley garantizará su protección, al tiempo que en el artículo 127 se consagra la obligación del estado, con la activa participación de la sociedad, a garantizar la protección del agua, además de otros elementos de los ecosistemas.

Esta norma constitucional implica, que es el estado el administrador, en nuestro nombre, de todas las aguas que existan en el país, y que debe garantizar su protección, con la participación de los ciudadanos, como parte componente del estado.

2.3.2. Ley de Aguas (2007), Gaceta Oficial N° 38595.

En su artículo 4, hace referencia a la gestión integral de las aguas, asociada a su conservación y protección y a la prevención y control de los posibles efectos negativos de las aguas sobre la población y sus bienes.

Por su parte, en el artículo 5 de esta misma Ley se menciona, entre otros aspectos, que el agua es un derecho humano y un bien social. Como parte de las medidas de protección del agua, esta ley ordena en su artículo 12 el establecimiento de rangos y límites máximos de elementos contaminantes en los efluentes

2.3.3. Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (2001), Gaceta Oficial N° 5568 (LOPSAPS).

Señala en su Artículo 3 que los servicios serán prestados en consonancia con la preservación de la salud pública, el recurso hídrico y el ambiente, y que todos los

ciudadanos deben tener acceso a la provisión de los servicios de agua potable y saneamiento, ampliándose este aspecto en el artículo 36, en el que se precisa que los servicios de agua potable y de saneamiento deberán ser prestados en condiciones que garanticen su calidad, generalidad y costo eficiente. El artículo 66, se señala que los prestadores de los servicios deberán pública periódicamente información actualizada sobre la calidad de los servicios que prestan.

2.3.4. Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998), Gaceta Oficial N° 36395.

La cual señala en sus artículos 2 y 4, que el agua potable debe cumplir con requisitos microbiológicos, organolépticos, químicos, físicos y radiactivos, los cuales deben ser satisfechos, mediante los tratamientos pertinentes, por los entes responsables del suministro de agua potable, sean públicos o privados, y para ello, deben realizarse mediciones y análisis sistemáticos frecuentes por parte de profesionales competentes en el área. Obliga a los entes del Estado o a los concesionarios de aguas a realizar estudios periódicos para determinar la calidad de agua de consumo humano, y en caso de estar fuera de los parámetros fijados para considerarlas potables, es necesario y obligante realizar los tratamientos adecuados para eliminar su contaminación y hacerlas aptas para su consumo.

Así como también en su artículo 3, a los efectos de la interpretación y aplicación de estas normas, se establecen los siguientes criterios:

Autoridad Sanitaria Competente: Ente Regional adscrito a la Unidad Sanitaria Regional, dependiente del Ministerio del Poder Popular para la Salud.

Valor Máximo Aceptable: Es el establecido para la concentración de un componente que no representa un riesgo significativo para la salud o rechazo del consumidor, teniendo en cuenta el consumo de agua durante toda su vida.

Bacterias Coliformes Termo resistentes: Grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45°C; comprenden el género Escherichia y en menor grado, especies de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter.

Componentes Organolépticos: Sustancias y/o elementos que proporcionan al agua características físicas percibidas por el consumidor (color, sabor, olor, temperatura).

Sitios Representativos del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable: Se consideran así al efluente de la planta de tratamiento, alimentadores principales y secundarios, ramales abiertos y cerrados, estaciones de bombeo y estanque de almacenamiento.

Artículo 4. El agua potable debe cumplir con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radiactivos que establecen las presentes normas.

Artículo 5. Cuando el agua que se destine como potable y no cumpla con los requisitos establecidos en las presentes normas, el responsable del sistema de abastecimiento respectivo deberá aplicar el tratamiento que le haga apta para dicho uso.

Artículo 6. El agua potable destinada al abastecimiento público deberá contener en todo momento una concentración de cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución de 0.3 y 0.5 *mg l*.

Artículo 7. Cuando se excede un valor máximo aceptable, el ente responsable del sistema de abastecimiento de agua potable debe investigar las causas e informar a la autoridad sanitaria competente y tomar las medidas correctivas.

2.3.5. Norma Venezolana COVENIN 1431-82 denominada: “Agua Potable Envasada” (1982).

La cual tiene como objetivo establecer los requisitos que deberá cumplir el agua potable envasada destinada al consumo humano y define Agua Envasada a aquella que es apta para el consumo humano, contenida en recipientes apropiados, aprobados por la autoridad competente y con cierre hermético inviolable, el cual deberá permanecer en tal condición hasta que llegue a manos del consumidor final

2.3.6. Ley Orgánica Del Ambiente (2006), Gaceta Oficial N° 5833.

En sus disposiciones generales, artículo 1, en el que explica que el objeto de esta ley es establecer las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales aun ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

En el artículo 2, explica a los efectos de la presente Ley, se entiende por gestión del ambiente el proceso constituido por un conjunto de acciones o medidas orientadas a diagnosticar, inventariar, restablecer, restaurar, mejorar, preservar, proteger, controlar, vigilar y aprovechar los ecosistemas, la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos del ambiente, en garantía del desarrollo sustentable.

Así como también en su artículo 3, explica que a efectos de esta ley se entenderá por:

Ambiente: Conjunto o sistema de elementos de naturaleza física, química, biológica o socio cultural, en constante dinámica por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia de los seres humanos y demás organismos vivos, que interactúan permanentemente en un espacio y tiempo determinado.

Ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado: Cuando los elementos que lo integran se encuentran en una relación de interdependencia armónica y dinámica que hace posible la existencia, transformación y desarrollo de la especie humana y demás seres vivos.

Aprovechamiento sustentable: Proceso orientado a la utilización de los recursos naturales y demás elementos de los ecosistemas, de manera eficiente y socialmente útil, respetando la integridad funcional y la capacidad de carga de los mismos, en forma tal que la tasa de uso sea inferior a la capacidad de regeneración.

Auditoría ambiental: Instrumento que comporta la evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva realizada sobre la actividad sujeta a regulación,

para verificar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en esta Ley y demás normas ambientales.

Bienestar social: Condición que permite al ser humano la satisfacción de sus necesidades básicas, intelectuales, culturales y espirituales, individuales y colectivas, en un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.

Calidad del ambiente: Características de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica.

Capacidad de carga: Máximo valor posible de elementos o agentes internos o externos, que un espacio geográfico o lugar determinado puede aceptar o soportar por un período o tiempo determinado, sin que se produzcan daños, degradación o impida la recuperación natural en plazos y condiciones normales o reduzca significativamente sus funciones ecológicas.

Compensación: Trabajos realizados o por realizar por el responsable de una afectación de carácter permanente o temporal, con el propósito de compensar los daños o alteraciones ocasionadas a los recursos naturales.

Contaminación: Liberación o introducción al ambiente de materia, en cualquiera de sus estados, que ocasione modificación al ambiente en su composición natural o la degrade.

Contaminante: Toda materia, energía o combinación de éstas, de origen natural o antrópico, que al liberarse o actuar sobre la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural o la degrade.

Control ambiental: Conjunto de actividades realizadas por el Estado conjuntamente con la sociedad, a través de sus órganos y entes competentes, sobre las actividades y sus efectos capaces de degradar el ambiente.

Daño ambiental: Toda alteración que ocasione pérdida, disminución, degradación, deterioro, detrimento, menoscabo o perjuicio al ambiente o a alguno de sus elementos.

Desarrollo sustentable: Proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el cual se procura el desarrollo integral, con fundamento en medidas apropiadas para la conservación de los recursos naturales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las generaciones futuras.

Diagnóstico: Determinación, en un momento dado del estado del ambiente, las especies, poblaciones, ecosistemas, de la diversidad biológica y demás recursos naturales y elementos que lo integran, sus restricciones y potencialidades de uso.

Ecosistema: Sistema complejo y dinámico de componentes biológicos, abióticos y energía que interactúan como una unidad fundamental.

Educación ambiental: Proceso continuo, interactivo e integrador, mediante el cual el ser humano adquiere conocimientos y experiencias, los comprende y analiza, los internaliza y los traduce en comportamientos, valores y actitudes que lo preparen para participar protagónicamente en la gestión del ambiente y el desarrollo sustentable.

Estudio de impacto ambiental y socio cultural: Documentación técnica que sustenta la evaluación ambiental preventiva y que integra los elementos de juicio para tomar decisiones informadas con relación a las implicaciones ambientales y sociales de las acciones del desarrollo.

Evaluación de impacto ambiental: Es un proceso de advertencia temprana que opera mediante un análisis continuo, informado y objetivo que permite identificar las mejores opciones para llevar a cabo una acción sin daños intolerables, a través de decisiones concatenadas y participativas, conforme a las políticas y normas técnicas ambientales.

Gestión del ambiente: Todas las actividades de la función administrativa, que determinen y desarrollen las políticas, objetivos y responsabilidades ambientales y su implementación, a través de la planificación, el control, la conservación y el mejoramiento del ambiente.

Guardería ambiental: Acción de vigilancia y fiscalización de las actividades que, directa o indirectamente, puedan incidir sobre el ambiente para la verificación del cumplimiento de las disposiciones relativas a la conservación de un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.

Restablecer: Aplicación de un conjunto de medidas y acciones a objeto de restaurar las características de los elementos del ambiente que han sido alteradas o degradadas, por un daño ambiental de origen antrópico o natural.

Impacto ambiental: Efecto sobre el ambiente ocasionado por la acción antrópica o de la naturaleza.

Inventario: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa sobre los ecosistemas, la diversidad biológica, los recursos naturales y demás elementos del ambiente.

Manejo: Prácticas destinadas a garantizar el aprovechamiento sustentable y la conservación de los recursos naturales, así como aquéllas orientadas a prevenir y minimizar efectos adversos por actividades capaces de degradarlos.

Medidas ambientales: Son todas aquellas acciones y actos dirigidos a prevenir, corregir, restablecer, mitigar, minimizar, compensar, impedir, limitar, restringir o suspender, entre otras, aquellos efectos y actividades capaces de degradar el ambiente.

Mejorar: Acciones tendientes a incrementar, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, la disponibilidad de recursos naturales y de diversidad biológica y demás elementos del ambiente.

Norma técnica ambiental: Especificación técnica, regla, método o parámetro científico o tecnológico, que establece requisitos, condiciones, procedimientos y límites permisibles de aplicación repetitiva o continuada, que tiene por finalidad la conservación un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado, cuya observación es obligatoria.

Planificación ambiental: Proceso dinámico que tiene por finalidad conciliar los requerimientos del desarrollo socio económico del país, con la conservación de los

ecosistemas, los recursos naturales y un ambiente sano, seguro y ecológicamente equilibrado.

Política ambiental: Conjunto de principios y estrategias que orientan las decisiones del Estado, mediante instrumentos pertinentes para alcanzar los fines de la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable.

Preservación: Aplicación de medidas para mantener las características actuales de la diversidad biológica, demás recursos naturales y elementos del ambiente.

Recursos naturales: Componentes del ecosistema, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para satisfacer sus necesidades.

Reparación: Es el restablecimiento, compensación o el pago indemnizatorio, según cada caso, de un daño ambiental, riesgo ambiental, probabilidad de ocurrencia de daños en el ambiente por efecto de un hecho, una acción u omisión de cualquier naturaleza.

Riesgo Ambiental: Probabilidad de ocurrencia de daños en el ambiente, por efecto de un hecho, una acción u omisión de cualquier naturaleza. Principios para la gestión del ambiente

2.3.7. Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del Lago de Valencia (1999), Gaceta Oficial N° 5305.

Este decreto establece en su artículo 1, la clasificación de las aguas del Lago de Valencia y sus tributarios y las normas para el control de la calidad de los vertidos líquidos a ellos descargados.

En su artículo 3, a los fines de este decreto se entiende por:

Aguas anóxicas: Aguas sin oxígeno disuelto.

Aguas servidas: Aguas utilizadas o residuales provenientes de una comunidad, industria, granja u otro establecimiento, con contenido de materiales disueltos y suspendidos.

Bioacumulación: Proceso de acumulación progresiva de sustancias químicas en los tejidos de los seres vivos, a medida que se asciende en la cadena alimenticia.

Calidad de un cuerpo de agua: Características físicas, químicas y biológicas de aguas naturales que determinan su utilidad al hombre y demás seres vivos.

Carbono orgánico total (COT): Cantidad de carbono en los compuestos orgánicos de una muestra de agua. Como todos los compuestos orgánicos tienen carbono, se considera que las mediciones de carbono orgánico total dan una medida que permite estimar el grado de contaminación orgánica.

Carga másica de un efluente: Cantidad total de contaminante descargado por unidad de tiempo, la cantidad expresada en kilogramos o toneladas métricas y la unidad de tiempo en día o año.

Clorofila: Pigmento verde de las plantas que participa en el proceso de fotosíntesis, como receptor de la energía radiante. Siendo el pigmento principal en el fitoplancton, es frecuentemente utilizado como un indicador de la biomasa presente en las aguas.

Contaminación de las Aguas: Acción o efecto de introducir elementos, compuestos o formas de energía capaces de modificar las condiciones del cuerpo de agua superficial o subterráneo de manera que se altere su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica para el desarrollo de la vida acuática y ribereña.

Contaminación microbiana: Contaminación de las aguas por micro-organismos patógenos que son capaces de transmitir al hombre enfermedades mediante contacto directo o indirecto, bien a través del consumo del agua o a través del consumo de moluscos o mediante el baño en playas ribereñas y litorales. Como indicador de este tipo de contaminación se utilizan los micro-organismos del grupo coliforme

Contaminación orgánica: Contaminación de las aguas por materia orgánica, planteando una demanda de oxígeno al curso de agua receptor y afectando de esta manera el balance de oxígeno de éste.

Déficit de oxígeno disuelto: La diferencia entre el oxígeno disuelto de saturación y la concentración real de oxígeno disuelto en las aguas.

Demanda Bioquímica de Oxígeno, a los 5 días, 20°C (DBO_{5,20}): Cantidad de oxígeno requerido para estabilizar la materia orgánica en descomposición presente en el agua mediante acción bioquímica aeróbica, determinada a los 5 días de incubación a 20 C.

Epilimnio: Estrato superior de aguas menos densas, bien mezcladas, casi isotérmico, en un cuerpo de agua estratificado. En el caso de lagos estratificados térmicamente presenta temperaturas mayores que las de los estratos inferiores.

Eutroficación: El proceso de eutroficación de un cuerpo de agua puede definirse como el enriquecimiento de las aguas con nutrientes de plantas, acompañado de incremento de la producción biológica, típicamente manifestado por crecimiento excesivo de algas. Es un proceso natural, que puede ser acelerado drásticamente por la actividad del hombre.

Fitoplancton: Conjunto de organismos vegetales microscópicos, presentes en el medio acuático, que constituyen la base de la cadena trófica (productores primarios).

Hipolimnio: Estrato más profundo, relativamente no-perturbado, de aguas más densas, generalmente anóxicas, con poca iluminación, en un cuerpo de agua estratificado.

Nivel crítico de las aguas: Nivel del espejo de agua del Lago, expresado en metros sobre el nivel del mar, en exceso del cual se pueden causar daños económicos y sociales por inundación de las riberas del Lago.

Oxígeno Disuelto (OD): Oxígeno molecular que está disuelto en aguas naturales, aguas de desecho u otro líquido, usualmente expresado en miligramos por litro (mg/l) o en porcentaje de saturación.

Oxígeno disuelto de saturación: La cantidad máxima de oxígeno disuelto que un líquido de determinadas características químicas, en equilibrio con la atmósfera, puede contener a una temperatura y presión dadas.

Oxígeno disuelto crítico (Odc): Oxígeno disuelto (en mg/l) a mantener en un cuerpo receptor, según la clasificación de usos de las aguas que se haya hecho para ese tramo.

Plantas de Tratamiento de Propiedad Pública (PTPP): Un sistema de propiedad pública que recolecta, somete a tratamiento y conduce a un sitio de disposición final, aguas servidas de diversa procedencia.

Población Equivalente (PE): Población estimada que contribuiría con una cantidad determinada de un parámetro específico, indicador de contaminación ($DBO_{5,20}$ en el caso de contaminación orgánica, microorganismos coliformes en contaminación microbiana). Las conversiones de carga orgánica a PE se basarán en una contribución de 54 g de $DBO_{5,20}$ /persona/día, las de carga microbiana en número más probable per cápita por día de 200×10^9 coliformes.

Progresivas de un río: Distancias en kilómetros desde la desembocadura en el Lago de Valencia hasta un punto preseleccionado en éste, medida en kilómetros a lo largo de su cauce o canal.

Transparencia de las aguas medida con el disco Secchi: Promedio entre la profundidad a la cual un objeto convencionalmente conocido como el disco Secchi sumergido desaparece a la vista y la profundidad a la cual el mismo disco llevado más abajo de ese nivel y posteriormente elevado dentro de la columna de agua aparece nuevamente a la vista.

Vertido líquido: Descarga de aguas residuales que se realice directa o indirectamente a los cauces, mediante canales, desagües o drenajes de agua; descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descarga al medio marino-costero y descargas submarinas.

2.3.8. Ley Penal del Ambiente (2012), Gaceta Oficial N° 39.913

Tiene por objeto tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo,

determinar las medidas precautelativas, de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales.

En los siguientes capítulos especifica lo referente a la calidad del agua

Capítulo V: Degradación Alteración, Deterioro y Demás Acciones Capaces de Causar Daños a las Aguas

Artículo 56 Cambio, Obstrucción o Sedimentación: la persona natural o jurídica que modifique el sistema de control o las escorrentías de las aguas, obstruya el flujo o el lecho natural de los ríos, o provoque su sedimentación en contravención a las normas técnicas vigentes y sin la autorización correspondiente, será sancionada con prisión de uno a cinco años o multa de un mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a cinco mil unidades tributarias (5.000 U.T.).

Artículo 57 Interrupción del Servicio de Agua: la persona natural o jurídica que ilegalmente interrumpa el servicio de agua a un centro poblado, será sancionada con prisión de dos a cinco años o multa de dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.) a cinco mil unidades tributarias (5.000 U.T.).

Capítulo VIII: Delitos contra la Calidad Ambiental

Sección primera: envenenamiento, contaminación y demás acciones capaces de alterar la calidad de las aguas

Artículo 83 Corrupción y Envenenamiento de Aguas de Uso Público: la persona natural o jurídica que contamine o envenene las aguas destinadas al uso público o a la alimentación pública, poniendo en peligro la salud de las personas, será sancionada con prisión de dieciocho meses a cinco años o multa de un mil ochocientas unidades tributarias (1.800 U.T.) a cinco mil unidades tributarias (5.000 U.T.).

Artículo 84 Vertido de Materiales Degradantes en Cuerpos de Agua: la persona natural o jurídica que vierta o arroje materiales no biodegradables, sustancias, agentes biológicos o bioquímicos, efluentes o aguas residuales no tratadas según las disposiciones técnicas dictadas por el Ejecutivo Nacional, objetos o desechos de cualquier naturaleza en los cuerpos de aguas, sus riberas, cauces, cuencas, mantos

acuíferos, lagos, lagunas o demás depósitos de agua, incluyendo los sistemas de abastecimiento de aguas, capaces de degradarlas, envenenarlas o contaminarlas, será sancionada con prisión de uno a dos años o multa de un mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.).

Artículo 85 Daños a Aguas Subterráneas: la persona natural o jurídica que realice trabajos que puedan ocasionar daños, contaminación o alteración de aguas subterráneas o de las fuentes de aguas minerales, será sancionada con prisión de dos a cuatro años o multa de dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.) a cuatro mil unidades tributarias (4.000 U.T.).

Artículo 87 Alteración Térmica de Cuerpos de Agua: la persona natural o jurídica que provoque la alteración térmica de cuerpos de agua por verter en ellos aguas utilizadas para el enfriamiento de maquinarias o plantas industriales, en contravención a las normas técnicas que rigen la materia, será sancionada con prisión de tres meses a un año o multa de trescientas unidades tributarias (300 U.T.) a un mil unidades tributarias (1.000 U.T.).

Artículo 88 Descargas Ilícitas al Medio Marino, Fluvial, Lacustre o Costero: la persona natural o jurídica que descargue al medio marino, fluvial, lacustre o costero en contravención a las normas técnicas vigentes, aguas residuales, efluentes, productos, sustancias o materias no biodegradables o desechos de cualquier tipo, que contengan contaminantes o elementos nocivos a la salud de las personas o al medio marino, fluvial, lacustre o costero, será sancionada con prisión de dos a cuatro años o multa de dos mil unidades tributarias (2.000 U.T.) a cuatro mil unidades tributarias (4.000 U.T.). El tribunal deberá ordenar la instalación de los dispositivos necesarios para evitar la contaminación y fijará un plazo para ello. Para los efectos de esta Ley, el medio marino o costero comprende las playas, mar territorial, suelo y subsuelo del lecho marino y zona económica exclusiva.

Artículo 89 Vertido de Hidrocarburos: la persona natural o jurídica que vierta hidrocarburos o mezcla de hidrocarburos o sus derivados, directamente en el medio marino, con ocasión de operaciones de transporte, exploración o explotación de la

Plataforma Continental y Zona Económica Exclusiva que pueda causar daños a la salud de las personas, a la fauna o flora marina o al desarrollo turístico de las regiones costeras, será sancionada con prisión de uno a tres años o multa de un mil unidades tributarias (1.000 U.T.) a tres mil unidades tributarias (3.000U.T.).

2.3.9. “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, Decreto 883 (1995), Gaceta Oficial N° 5021.

Decreta “Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos”, donde establece las normas para el control de la calidad de los cuerpos de agua y de los vertidos líquidos.

De su capítulo II se clasifican las aguas de la siguiente manera, en el siguiente Artículo 3, las aguas se clasifican en:

Tipo 1 Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas del tipo 1 se desagregan en los siguientes sub-tipos:

Ü Sub Tipo 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Ü Sub Tipo 1B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración.

Ü Sub Tipo 1C: Aguas que pueden ser acondicionadas por proceso de potabilización no convencional.

Tipo 2 Aguas destinadas a usos agropecuarios.

Las aguas del Tipo 2 se desagregan en los siguientes sub-tipos:

Ü Sub Tipo 2A: Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano.

Ü Sub Tipo 2B: Aguas para el riego de cualquier otro tipo de cultivo y para uso pecuario.

Tipo 3 Aguas marinas o de medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo.

Tipo 4 Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia.

Las aguas del Tipo 4 se desagregan en los siguientes subtipos:

Ü Sub Tipo 4A: Aguas para el contacto humano total.

Ü Sub Tipo 4B: Aguas para el contacto humano parcial.

Tipo 5 Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable.

Tipo 6 Aguas destinadas a la navegación y generación de energía.

Tipo 7 Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de polientas sin que se produzca interferencia con el medio ambiente adyacente.

2.3.10. “Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao”, Decreto N° 2328 (1993), Gaceta Oficial N° 4599

El objetivo de este Plan de Ordenamiento de la Zona Protectora de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao como lo indica su artículo 2, tiene como objetivo primordial el ordenamiento del espacio físico de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao, mediante la regulación de la ocupación y el adecuado manejo y administración del área protegida, para garantizar su conservación integral, así como su potencial como fuente generadora y reguladora del recurso hídrico.

En el artículo 3, se presenta de forma específica los objetivos de dicho Plan de Ordenamiento y son los siguientes:

1. Que la asignación de los usos y actividades en las áreas o espacios denominados unidades de su ordenamiento, estén acorde con su vocación y potencialidad.
2. Que la aplicación de medidas de control contribuyan a regular y prevenir los procesos erosivos en sus distintas formas, así como a minimizar el proceso de sedimentación en los embalses existentes en la Cuenca Alta y Media del Rio Pao.

3. Maximizar la eficiencia de captación, distribución y suministro del recurso agua, a través de las obras y estructuras destinadas para tal fin, para garantizar la satisfacción de la demanda de agua correspondiente a la Región Central.
4. Elaborar programas de operación y mantenimiento de Embalse Pao – La Balsa, Pao – Cachinche y Guataparo.

2.4. Definición de términos básicos.

A continuación se definen los términos relevantes que dan fundamentos teóricos al presente trabajo de grado:

Ü **Autótrofos:** son organismos con la capacidad de sintetizar todas las sustancias esenciales para su metabolismo a partir de sustancias inorgánicas, de manera que para su nutrición no necesitan de otros seres vivos.

Ü **Bacterias patógenas:** comprenden el grupo heterogéneo de bacterias que no siempre producen enfermedades en la gente, pero pueden causar severas enfermedades en recién nacidos, pacientes de SIDA de avanzada edad e individuos con sistemas inmunitarios debilitados. Estos organismos son ubicuos en el ambiente y comunes en las aguas tratadas y en biofilms de las tuberías (Kramer et al. 1996).

Ü **Coliformes totales:** son un grupo de bacterias que han sido utilizadas durante muchas décadas como el indicador idóneo para el agua potable. El grupo se define como aeróbico y anaeróbico facultativamente, Gram – negativo, no formador de esporas, son bacterias de forma redondeada que fermentan la lactosa del azúcar lácteo para producir ácido y gas en el plazo de 48 horas a 35° C. El grupo coliformes totales incluye la mayoría de las especies de los géneros, Citrobacter, Enterobacter, websiella y Escherichia coli, también algunas especies de Serratia y otros géneros. Aunque todos los géneros de coliformes pueden encontrarse en el intestino de los animales, la mayoría de estas bacterias están muy diseminadas en el ambiente, incluyendo el agua potable y las aguas residuales (AWWA, 2002).

Ü **Coliformes fecales:** son un subconjunto del grupo coliformes totales. E. Coli es el mayor subconjunto del grupo coliformes totales. Se distinguen en el laboratorio por su capacidad para crecer a elevadas temperaturas (44.5°C). los coliformes fecales y el

E. Coli, son mejores indicadores de la presencia de contaminación fecal reciente que los coliformes totales, pero no distinguen entre contaminación humana y animal (AWWA, 2002).

Ü **Comensalismo:** es una forma de interacción biológica en la que uno de los intervinientes obtiene un beneficio, mientras que el otro no se perjudica ni se beneficia.

Ü **Conductividad eléctrica:** es una medida de capacidad de una solución acuosa de transportar una corriente eléctrica (COVENIN 2634,2000).

Ü **Clorofenoles:** son un grupo de sustancias químicas que se forman al agregar cloros (entre uno y cinco) al fenol. La mayoría de los clorofenoles liberados en el medio ambiente va al agua, y en muy pocas cantidades al aire. Comúnmente se usan en pesticidas, pinturas y productos farmacéuticos.

Ü **Helminto:** es un gusano, sin valor clasificatorio, que se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies

Ü **Homeostasis:** es una propiedad de los organismos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo).

Ü **Metales:** metales pesados como el cadmio, plomo, cromo, zinc, níquel, entre otros suelen estar relacionados con la actividad industrial y posible contaminación de aguas, suelos y sedimentos. La contaminación por metales en cuerpos de agua requiere especial atención por las implicaciones sobre abastecimiento de los sectores de la población que utilizan estas fuentes de agua (Ferrara y Lara, 2001).

Ü **Nematodos:** son organismos esencialmente acuáticos, aunque proliferan también en ambientes terrestres. Se distinguen de otros gusanos por ser pseudocelomados, a diferencia de los anélidos que son celomados al igual que los animales superiores. Existen especies de vida libre, marinas, en el suelo, y especies parásitas de plantas y animales, incluyendo el hombre. Son agentes causales de Enfermedades de transmisión alimentaria

Ü **Nitrógeno:** los elementos de nitrógeno y fosforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. En aquellos casos en los que sea necesario el control de crecimiento de algas en la masa de agua receptora para reservar los usos que se destina, puede ser necesario la eliminación o reducción del mismo. El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoniac, nitrito y nitrato (Metcalf y Eddy, 1995)

Ü **Nitratos NO_3 y Nitritos NO_2 :** el nitrato es uno de los aniones principales en las aguas naturales, pero sus concentraciones pueden ser elevadas gradualmente debido al lixiviado del nitrógeno proveniente de abonos agrícolas, de lotes alimentarios o fosas sépticas. El nitrito no se da típicamente en las aguas naturales a niveles significativos, excepto bajo condiciones reductoras (AWWA, 2002)

Los nitritos tienen mucho mayor efecto nocivo que los nitratos, a pesar de que su presencia suele darse en pequeñas concentraciones, los nitritos tienen gran importancia en el estudio de las aguas residuales, dada su toxicidad para gran parte de la fauna y demás especies acuáticas (Metcalf y Eddy, 1995).

Ü **Organismos Anaeróbicos:** son aquellos que no utilizan el oxígeno para su desarrollo (Patricia Campos, 2002).

Ü **Organismos Aeróbicos:** son aquellos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno (Patricia Campos, 2002).

Ü **Pesticidas:** con este nombre se agrupan varios compuestos orgánicos que se usan con variados propósitos en el campo agrícola como el control de plagas y malezas por ejemplo. Entre los más comunes se tienen los hidrocarburos clorados, carbamatos, organofosforados y los clorofenoles. La presencia de estos compuestos en niveles tóxicos generan problemas en la ecología y en el ambiente (Illarramendi, 2000).

Ü **Protozoos:** son organismos unicelulares o compuestos por un grupo de células que son idénticas entre sí.

Ü **pH:** se entiende por pH el logaritmo recíproco de la cantidad del ion hidrógeno en una solución acuosa o de otro solvente especificado. El pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con un pH – metro (COVENIN 2634,2000).

Ü **Shigella:** es un género de bacterias con forma de plato hondo gran - negativa, inmóvil, no formadora de esporas e incapaz de fermentar la lactosa, que pueden ocasionar diarrea en los seres vivos. Son coliformes fecales anaerobias facultativas con fermentación ácido-mixta.

Ü **Sólidos suspendidos totales:** es la porción de sólidos de tamaño mayor a una micra de diámetro y pueden ser, generalmente removidos mediante la aplicación de tratamientos físicos sencillos (sedimentación simple, por ejemplo) (Rivas, 1978). La determinación de sólidos suspendidos es de gran valor en el análisis de aguas contaminadas, es una de los principales parámetros para evaluar la concentración de las aguas residuales domésticas y para determinar la eficiencia de las unidades en plantas de tratamiento (Sawyer et al., 2001)

Ü **Tenia:** es un parásito de la clase Cestoda, que vive en el intestino delgado de los seres humanos, donde mide normalmente de 3 a 4 m y produce una enfermedad llamada teniasis. Es, junto con T. Saginata, una de las especies conocidas como lombriz solitaria.

Ü **Trematodos:** son una clase del filo de gusanos platelmintos que incluye especies parásitas de animales, algunas de las cuales infestan al hombre.

Ü **Virus:** en biología, un virus es un agente microscópico, portador de una infección, que únicamente puede multiplicarse dentro de las células de otros organismos y que es la causa de un sinnúmero de enfermedades.

Ü **Zika:** es una enfermedad causada por el virus del Zika, perteneciente al género Flavivirus, la cual se transmite por la picadura de mosquitos vectores del género Aedes.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico es el apartado del trabajo que da el giro a la investigación, es donde se expone la manera como se va a realizar el estudio, los pasos para realizarlo, su método. La metodología consta de la descripción y análisis de los métodos que se emplearán en el estudio de investigación. La metodología se centra más en el proceso de investigación que en los resultados, aunque estos últimos dependen de ella.

Cervo y Bervian (citado por Arias, 2006), define la investigación como una actividad encaminada a la solución de un problema.

En el capítulo que a continuación se presenta, se enfocan los aspectos relativos a la metodología que se empleó para realizar el presente estudio, tomando en consideración el tipo de investigación, diseño, población y muestra, así como también, se describen las técnicas e instrumentos de recolección de los datos, los procedimientos que se emplearon para darle validez y confiabilidad a fin de procesar y analizar los resultados y de esta manera obtener una conclusión que permita dar respuestas a los objetivos planteados.

3.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recoger las informaciones o datos necesarios.

El presente de trabajo de grado se desarrolló a través de una investigación de campo y documental, por lo tanto se trata de una investigación mixta, la cual se define de la siguiente forma: la investigación documental es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.).

La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos. De igual manera según el autor (Arias (2006)), define: la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

En el mismo orden de ideas el autor antes mencionado (Arias (2006)), define: la investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos-escritos u orales- uno de, los ejemplos más típicos de esta investigación son las obras de historia.

3.2. Diseño de la Investigación.

Arias (2006), define el diseño de la investigación como “La estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”.

En el estudio de la investigación se definió la técnica y el plan de acción adecuado, más aplicable al tipo de investigación, que conlleva a la solución del problema planteado. En el diseño se establece la estrategia a seguir para obtener resultados positivos, además de definir la forma de encontrar respuestas a los interrogantes.

El diseño de esta investigación es de campo y documental, puesto a que se basó sobre hechos reales es necesario llevar a cabo una estrategia que nos permita analizar la situación directamente en el lugar donde acontecen, en los municipios de Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo. Arias (2006) explica que este tipo de investigación se apoya en informaciones que provienen entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones. Como es compatible desarrollar este tipo de investigación junto a la investigación de carácter documental, se recomienda que primero se consulten

las fuentes de la de carácter documental, a fin de evitar una duplicidad de trabajos.

Para el segundo caso del tipo documental, Radamar (2010) indica que este tipo de investigación es la que se realiza, como su nombre lo indica, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie. Como subtipos de esta investigación encontramos la investigación bibliográfica, la hemerográfica y la archivística; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, etc.

3.3. Nivel de la Investigación.

Según Palella y Martins (2006). “El nivel de investigación, tal como lo plantea Arias (2006), se refiere “Al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”. El tipo de investigación a realizar determina los niveles que es preciso desarrollar”.

Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o problema planteado. Para efectos de esta investigación, la misma está enmarcada en una investigación de nivel descriptivo, debido a que según el autor (Fidias G. Arias (2006)), define: La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

3.4. Población.

Una población está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina población o universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación. Según Tamayo y Tamayo, (1997),

“La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

En vista de lo planteado, el marco demográfico de este trabajo de grado, consta de instituciones y expertos en el área de la salud, ambiente e ingeniería, que basados en sus experiencias profesionales puedan proporcionar la información necesaria para el desarrollo de los objetivos planteados en esta investigación. Basados en el criterio de Carl McDaniel y Roger Gates (2016) mencionado en su libro Investigación de Mercados donde resaltan que “no hay reglas específicas que se puedan seguir para definir la población; lo que debe hacer el investigador es aplicar la lógica y el criterio para abordar el problema básico”.

3.5. Muestra.

Balestrini (2006), señala que: “Una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben producirse en ella, lo más exactamente posible”. Así como también Barrera (2008), señala que la muestra se realiza cuando: “La población es tan grande o inaccesible que no se puede estudiar toda, entonces el investigador tendrá la posibilidad seleccionar una muestra. El muestro no es un requisito indispensable de toda investigación, eso depende de los propósitos del investigador, el contexto, y las características de sus unidades de estudio”.

Esta investigación debido a la cantidad de habitantes de los municipios, la muestra será de tipo casual e intencional la que se tratan según Arias (2006) la primera como entrevistar los individuos hasta un número determinado, de forma casual, y la segunda consiste en seleccionar casos típicos, según el interés. De esta manera la muestra de esta investigación está basada en profesores y profesionales (en el área de salud, ambiente e ingeniería) egresados de la Universidad José Antonio Páez y la Universidad de Carabobo.

3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Fidias G. Arias (2006), menciona que “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas de obtener información”. Así mismo Rodríguez Peñuelas, (2008) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas y encuestas.

Como complemento Bavaresco (2001), indica que la técnica de recolección de datos constituye “El conjunto de herramientas científicamente validadas por medio de los cuales se levanta los registros necesarios para comprobar un hecho o fenómeno en estudio”. En vista de lo explicado la técnica de utilizada es la observación la cual Méndez (1999), define como una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente. La observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación.

También Hernández, Fernández y Baptista (1998), definen que “La observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas”. De esta forma el tipo de observación es directa y documental la primera según Arias (2006), explica que la observación directa consiste “En visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación pre-establecidos”. La segunda es definida por Hurtado (2008) y la señala como “Una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros autores, como textos que en sí mismo constituyen los eventos de estudio”.

El desarrollo de estas técnicas permite percepción del problema y la realidad que enfrentan los habitantes de los municipios Valencia, Libertador y

Naguanagua, acerca de la calidad del agua en el Acueducto Regional del Centro Etapa I.

Además de la elaboración de entrevistas lo que Arias (2006) comenta que “Desde el punto de vista del método es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación”, para este caso es útil una entrevista del tipo semiestructurada, con el organismo encargado Hidrocentro C.A., en vista de la información que se obtiene es la que está en posibilidades de brindar en el ente administrador del Acueducto Regional del Centro Etapa I, la cual Sabino (1992) especifica cómo una entrevista semiestructurada (no estructurada o no formalizada) “Es aquella en que existe un margen más o menos grande de libertad para formular las preguntas y las respuestas”.

Finalmente a través de las técnicas mencionadas, verificar el manejo de información acerca de los recursos hídricos de la población de estudio, con el objetivo de planificar alternativas para fomentar el equilibrio ecológico del agua, en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.

3.7. Fases Metodológicas

Fase I: Evaluar el sistema de tratamiento en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga.

Actividad:

La evaluación del sistema de tratamiento de dicha planta fue a través de la recopilación de información de distintos medios de comunicación social y además de una entrevista semiestructurada a Hidrocentro C.A. organismo encargado del Acueducto Regional del Centro (I Etapa) que abastece la población de los municipios Valencia, Naguanagua y Libertador, Estado Carabobo.

Fase II: Considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en la actualidad.

Actividad:

Para considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro, en primer lugar se empleó tiempo para obtener la compilación de suficiente información para conocer el estado en que se encuentra dicha planta de tratamiento y que se puede considerar para optimizar su rendimiento con propuestas que permitan un manejo satisfactorio del recurso hídrico en el Estado Carabobo para los tres (3) municipios de estudio: Valencia, Libertador y Naguanagua.

Fase III: Explorar las causas de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.

Actividad:

En esta fase para explorar las causas de enfermedades de origen hídrico, se estableció a través de investigación documental, como se definen, sus causas y consecuencias, por consiguiente, una vez con el manejo de esta información a través de la observación directa y documental y el apoyo de entrevistas semiestructuradas y el testimonio de expertos en la salud se reunieron las características que presentan los municipios que se tratan en esta investigación, con respecto al abastecimiento del agua potable y así se determinaron las causas de las incidencias en el aumento de enfermedades de este tipo en el Acueducto Regional del Centro (I Etapa) que abastece la población

Fase IV: Plantear alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.

Actividad:

Finalmente con la información obtenida durante el desarrollo de esta investigación y con la participación de profesionales del área de la salud, ambiente e ingeniería se verificó el manejo de información que posee la población a través de distintos medios de comunicación acerca de la gestión de recursos hídricos en su municipio y se plantearon alternativas que colaboren al mantenimiento del equilibrio ecológico del agua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Fase I: Evaluar el sistema de tratamiento en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga.

Ubicación:

Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga



Figura 1. – Ubicación Planta Alejo Zuloaga, Fuente: Fabiola Zozaya, Google Maps

La planta está ubicada en el sector San Luis, Municipio Libertador, Estado Carabobo, con salida directa a la Autopista Valencia – Campo de Carabobo, y cuenta con una capacidad nominal de $8m^3 \text{ seg}$, y una capacidad de servicio de $6,5 m^3 \text{ seg}$. El agua tratada en esta planta proviene de los embalses Pao – Cachinche y Guataparo. (Ver Figura 1)

Esta planta fue construida durante el primer gobierno del doctor Rafael Caldera en 1973, a un costo de 100 millones de bolívares. A partir de 1992 se acomete la rehabilitación de la planta, a un costo de 780 millones de bolívares,

financiada por recursos provenientes del proyecto “Sistema Regional del Centro, II Etapa”. La conforman dos instalaciones: la planta original que funciona con Sistema Convencional, diseñada para una capacidad nominal de $3m^3 \text{ seg}$, donde se aplica el tratamiento de pre – cloración y dosificación de productos químicos, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, estabilización y post – cloración, y el sistema De Grémont, con una capacidad nominal de $5m^3 \text{ seg}$, ambas abastecen a los municipios Valencia, Naguanagua, San Diego, Libertador, parte de los Guayos.

Se entiende por capacidad nominal también llamada capacidad de diseño, y es aquella capacidad que por diseño puede llegar a tener una instalación en base a los recursos en instalaciones físicas que cuenta y la capacidad de servicio es la obtenida en condiciones normales de funcionamiento con el calendario normal y turnos habituales, con un estado de mantenimiento del proceso dentro de lo habitual.

La Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga recibe toda la producción del Embalse Pao – Cachinche, sumándose en el sistema los aportes provenientes de diferentes pozos profundos ubicados en toda la zona, adicionalmente se suman los caudales de fuentes superficiales menores: Torito en Libertador, Alto Cabriales en Naguanagua y La Cumaca en San Diego. Además se incluye el Sistema Tirgua en el estado Cojedes, relacionado con el acueducto de Valencia por medio del alimentador Tinaquillo- Estanque La Pedrera, cuyo aporte es variable, dependiendo del volumen de agua tratada en la planta Alejo Zuloaga y de las condiciones de operación del sistema de distribución.

En la planta se trata el agua cruda proveniente del Embalse Pao – Cachinche, mediante una línea de impulsión, a través de dos aducciones y en ocasiones del embalse de reserva Guataparo, mediante una aducción por Gravedad. Tiene un diseño inusual, alberga dos sistemas independientes de

potabilización: el convencional y el sistema Degremont, este último de tecnología francesa.

El proceso de potabilización se explica de la siguiente manera:

Sistemas de tratamiento convencional: es un sistema de tratamiento integrado que incluye todos los procesos para la obtención de agua potable, como los son: coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, clarificación, filtrado y desinfección. Dependiendo de las características del agua se coloca un sistema de filtración simple o doble el cual es recomendable cuando el agua tiene alto color o contenidos altos de hierro y manganeso.

Tecnología: Americana

Caudal de entrada: $3m^3 \text{ seg.}$

Elementos y Etapas del Proceso:

- a) Aereador – Desarenador – Rompe Carga: consiste en el mejoramiento de las condiciones físico – químicas del agua cruda.
- b) Mezcla rápida: la adición de coagulante como el sulfato de aluminio (coagulación), Pre – cloración (oxidación – desinfección).
- c) Sedimentadores (3 unidades).

Mezcla lenta (floculación): está constituida por tres tanques con agitación mecánica.

Sedimentación: consiste en precipitar a una velocidad determinada los coágulos formados. Esta velocidad dependerá del tamaño, peso y forma de los coágulos y de las características del agua.

- d) Filtración: consiste en dejar pasar el agua a través de un medio filtrante, retiene la materia en suspensión y gran parte de las bacterias presentes.
- e) Post – Cloración: desinfección.
- f) Pozo de succión: sistema de recolección de agua filtrada
- g) Estanques de almacenamiento (2 unidades) con capacidad de $30.000m^3 \text{ c/u}$

- h) Estación de bombeo: Red media
- i) Red de distribución

Sistema De Grémont:

Tecnología: Francesa

Caudal de entrada: $3,5 \text{ m}^3 \text{ seg}$

Elementos y Etapas del Proceso:

- a) Desarenador – Aereador: mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas del agua cruda
- b) Mezcla rápida: adición de sustancias químicas, coagulación
Pre – cloración: oxidación – desinfección
- c) Decantadores (3 unidades):
Agitación violenta y de corta duración (floculación)
Decantación: proceso mediante el cual los coágulos se forman a través del contacto con una masa uniforme de lodo, la cual actúa como zona de floculación, reteniendo los sólidos o impurezas que trae el agua cruda.
- d) Filtración: consta de 10 filtros
- e) Post – cloración: desinfección
- f) Pozo de succión: sistema de recolección de agua filtrada. El agua procesada en la Planta De Grémont se mezcla con el agua proveniente de la Planta Convencional en la línea de aducción, antes de la llegada a la estación de bombeo
- g) Estación de bombeo: Red Media
- h) Red de distribución

Funcionamiento:

En el sistema convencional, el agua entra a una mezcla rápida, la cual se estima que su velocidad sea 80 rpm , es en esta etapa es donde son aplicadas las sustancias químicas en el siguiente orden de adición; primero el carbón activado, luego los *coagulantes*: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (*sulfato de aluminio*) líquido,

$Al_2(SO_4)_3$ sólido y *policloruro de aluminio (PAC)* después el *polímero*, la cal y por último el cloro – precloración. Una vez adicionados los reactivos se procede a la etapa de *floculación*, esta se da en la mezcla lenta, donde unas paletas mueven el agua a una velocidad de 5-10rpm, aquí se toma una muestra de agua (canal de agua floculada) para monitorear el sistema midiendo las propiedades fisicoquímicas.

Luego pasa a los sedimentadores, donde se elimina el movimiento del agua para permitir que los flóculos formados sedimenten y un sistema de barrido remueva los lodos formados, en esta etapa se vuelve a monitorear el tratamiento tomando una muestra de agua (canal de agua sedimentada), y se le miden las propiedades fisicoquímicas. Terminada la sedimentación el agua es pasada por unos filtros de arena, antracita y arcilla para eliminar los sólidos suspendidos presentes en el agua junto con una post – cloración, para ser pasada a un pozo de succión, donde se verifican las propiedades fisicoquímicas del agua nuevamente y se mezcla junto con el pozo de succión de Degremont en Red Media, para ser enviada por redes de distribución a las zonas correspondientes.

Por otra parte en la Planta Degremont, el agua entra directamente a los decantadores una vez que se ha adicionado las sustancias químicas para poder separar efectivamente los sólidos suspendidos contenidos originalmente por el agua y los formados por dichas sustancias las cuales son agregadas en el siguiente orden; primero el carbón activado, segundo el cloro – precloración, luego los coagulantes, $Al_2(SO_4)_3$ respectivamente, después el polímero y por último la cal, en esta etapa se toma una muestra de agua en el canal de agua decantada para monitorear el sistema midiendo las propiedades fisicoquímicas.

Luego se pasa a una tanquilla de agua estancada, donde el agua tratada reposa favoreciendo la formación de flóculos, pasando inmediatamente por una post – cloración hasta llegar a los filtros de arena, antracita y arcilla donde son

removidos los sólidos suspendidos presentes en el agua, llegando al pozo de succión donde se verifican las propiedades fisicoquímicas del agua nuevamente y se mezcla junto con el pozo de succión de convencional en Red Media, para ser enviada por redes de distribución a las zonas correspondientes. (Ver Figura 2)

Respecto a la aplicación de reactivos es importante destacar lo siguiente:

Policloruros de aluminio: o también llamados productos PAC son usados para remover sólidos suspendidos (turbidez), y otros contaminantes tales como partículas orgánicas de las aguas superficiales y profundas, con la aplicación de policloruros de aluminio tiene lugar una reacción por la cual se forma un precipitado insoluble que absorbe y precipita los sólidos coloidales y en suspensión enviándolos hacia el fondo del tanque. Su formación depende de una gran variedad de condiciones como el pH, tipo de mezcla, el periodo de sedimentación y la circulación del lodo entre otras.

Sulfato de aluminio líquido $Al_2(SO_4)_3$ en potabilización: es uno de los coagulantes inorgánicos más empleados en clarificación de agua cruda usado en el proceso de potabilización, puede ser usado como auxiliar de coagulación en la desestabilización de emulsiones aceite en agua y remoción de colorantes, es efectivo en aguas cloradas, produce pocos lodos, alta densidad para su fácil disposición, buena formación de flóculos en tamaño y densidad específica

Polímeros: son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas suelen emplearse conjuntamente con los coagulantes para mejorar la formación de flóculos y lograr tasas de sedimentación más elevadas, mayor compactación de lodos y mejor calidad del agua.

Carbón activado: tiene la capacidad de adsorción de diversos elementos, sumado a la posibilidad de limpieza del lecho filtrante con gran facilidad y rapidez, así como a la capacidad de regeneración del mismo.

Cal: permite modificar la calidad del agua, bien remineralizando las aguas demasiado blandas o, por el contrario, descarbonatando las aguas demasiado duras.

En cuanto a los procesos:

Floculación: es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. Estos flóculos inicialmente pequeños, al juntarse crean aglomerados mayores que son capaces de sedimentar.

Pre – cloración: la aplicación del cloro antes del tratamiento de clarificación se justifica en aquellos casos en que se requiera promover una más eficiente coagulación, cuando se desea evitar la descomposición de materias orgánicas presentes en el agua cruda, para eliminar o controlar el crecimiento de algas, protozoarios u otros pequeños organismos que de una u otra manera pudieran comunicarle olores o sabores desagradables al agua

Sedimentación: emplea el asentamiento por gravedad para separar las partículas del agua. Es un método relativamente sencillo y económico que se puede aplicar en estanques redondos, cuadrados o rectangulares

Filtración: el agua es separada de la materia en suspensión haciéndola pasar a través de una sustancia porosa, como arena, antracita y arcilla

Coagulación: es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado.

Es el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo. El término coagulo se refiere a las reacciones que suceden al agregar un

reactivo químico (coagulante) en agua, originando productos insolubles. La coagulación comienza al agregar el coagulante al agua y dura fracciones de segundo, durante el tratamiento del agua, al agua se le agregan coagulantes para desestabilizar las partículas, remover materia orgánica y mejorar su remoción, inducir la floculación y obtener una buena sedimentación

Decantación: consiste en la separación de las partículas sólidas del agua por gravedad, el agua permanece durante varias horas en estado de reposo hasta que las partículas se junten en grandes coágulos con el objetivo de sedimentarlas, disminuyendo la velocidad del agua, normalmente la decantación se favorece por medio de la coagulación y la floculación

Post – cloración: consiste en la aplicación de cloro después de la filtración, y en esta parte del proceso tanto como el de pre – cloración, las dosis deben ser determinadas en base a los residuos mínimos requeridos para la protección de todo el sistema de abastecimiento, para no perjudicar la salud.

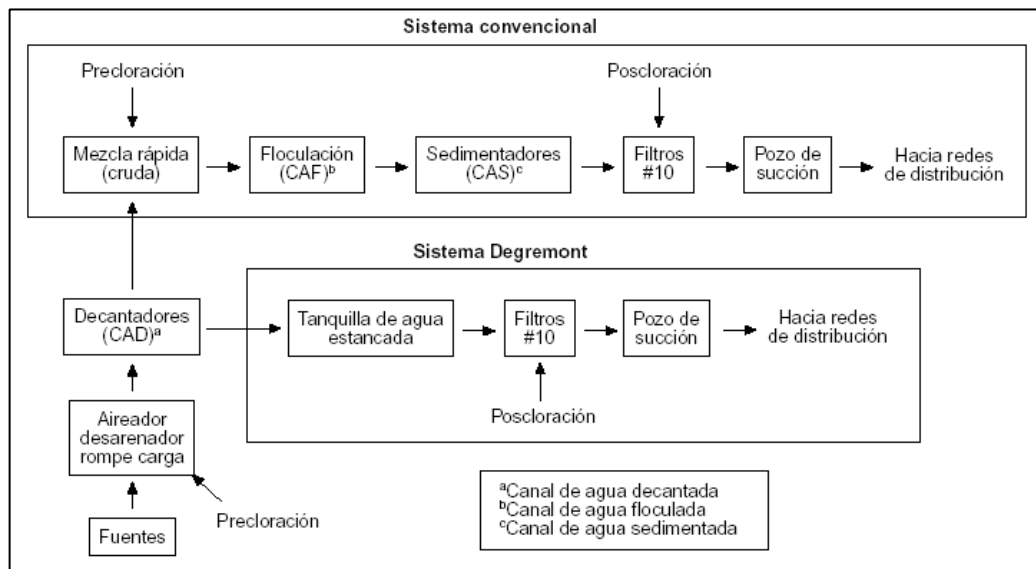


Figura 2. – Diagrama de la Planta Alejo Zuloaga, Fuente: HIDROCENTRO C.A.

Situación Actual:

Es un conjunto de factores los que determinan el estado actual de la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga, dicha planta debería satisfacer la demanda de toda la población a la cual fue destinada, sin embargo esto no es posible debido a las fallas constantes que presenta, instalaciones y equipos que tienen un largo periodo de uso y desgaste, generan racionamiento del servicio en distintas zonas del Estado Carabobo, además del crecimiento demográfico de la población, no está a la par con la expansión y tratamiento que se ejecuta.

La Planta Alejo Zuloaga fue construida para potabilizar aguas fluviales con escasos niveles de polución, se ve rebasada en su capacidad por el volumen y las características de los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en las aguas. La presencia de contaminantes es masiva y variada: desde excrementos humanos y animales, hasta fósforo, nitrógeno y aluminio, en ella se procesa agua desde el embalse Pao-Cachinche, cabe destacar que este recibe aguas cloacales sin tratar debido a la inoperatividad de las plantas depuradoras La Mariposa y Los Guayos y potabilizar implica más tiempo y más recursos. Esta planta no fue diseñada para tratar agua residual o cruda.

En época de precipitaciones, estas remueven el lecho fangoso del embalse que genera que el agua cruda llegue a la planta con mayores concentraciones de materia orgánica, arena, y otro tipo de residuos, generando mayor cantidad de lodo y un menor tiempo útil de los filtros.

En vista de la falta de inversión, desde de filtros, bombas hasta la falta de reactivos, coagulantes, cloradores, etc., ocasionan que la planta trabaje al 30% de su capacidad instalada de *7000l seg*, es decir solo procesa *2000l seg*, además el proceso de sedimentación no se cumple de la forma adecuada y los flóculos quedan suspendidos por la cantidad de materia orgánica en el agua, lo que significa que la materia orgánica ha arrevesado los demás pasos de potabilización, incluso hasta llegar a las tuberías, parte de los desechos no se

queda en los sedimentadores. El mal estado del agua causa que los flóculos queden flotando al agregarse los coagulantes en vez de precipitarse, por lo que siguen hacia los filtros y terminan en la fase de post – cloración.



Figura 3. – Planta Alejo Zuloaga Fuente: El Nacional Web, 14 de Marzo de 2018

En consecuencia la respuesta ha sido la de incrementar, por encima de los niveles de tolerancia, la clorinación de las aguas que se distribuyen a través del Acueducto Regional del Centro, dando inicio a la supercloración del agua para compensar la deficiencia de los demás procesos de purificación. La supercloración se usa para remover determinados olores y sabores presentes en el agua o para evitar que la propia cloración le comunique sabores desagradables, el exceso de cloro sobre la demanda original debe ser posteriormente removido por medios físicos o químicos para evitar inconvenientes, lo que se denomina descloración. Este proceso no es aplicado en la planta.

El uso de cloro como desinfectante es un método muy utilizado en todo el mundo para la potabilización de agua, esto se debe a su bajo costo y relativa facilidad de manejo y tiempo residual, en la actualidad se ha comprobado la generación de sub – productos nocivos para la salud durante el proceso de

desinfección, entre los cuales están los trihalometanos que son generados en reacciones secundarias con la materia orgánica, y se han comprobado como cancerígenos.

En la Planta Alejo Zuloaga (PAZ) se forman como subproductos indeseados una cantidad de trihalometanos que son posible factor en el aumento del cáncer en el estómago y colon en la población. Este tipo de desinfección se utiliza para los dos sistemas de potabilización presentes Degremont y Convencional; donde la materia prima del proceso es el agua cruda proveniente del embalse Pao –

dependiendo de factores naturales que no pueden ser controlados y antropogénicos, como la pluviosidad o sequía, la temperatura, y el ingreso de materia orgánica mencionado anteriormente por inoperatividad de las PTAR, por tal razón a pesar de ser una posible causa no pueden ser tomados en cuenta sino como fluctuaciones del sistema. Aunado a la falta de personal capacitado para manejar, mantener y reparar fallas, delegando operaciones para las que no son entrenados, o no están instruidos.

A la fecha, distintos medios de comunicación reflejan reparaciones en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga así como el SRC I y II, así como mantenimiento correctivo en aducción de agua cruda, diámetro 60, recuperación de la línea de 115Kv que alimenta el Sistema Regional del Centro I, reparaciones de alta tensión eléctrica.

Embalse Pao – Cachinche:

Embalse del Estado Cojedes, se nutre de los ríos El Pao, Chirgua El Paíto y La Paya (Ver Tabla 8 y Figura 5)

El principal aporte hídrico de esta represa proviene del Río El Paíto, el cual acusa un alto grado de contaminación como producto de los detritus provenientes de las actividades agrícolas e industriales, empleo abusivo de agroquímicos, que se desarrollan en sus riberas, como parte de la contaminación se suma el trasvase que se hizo para disminuir la cota del lago

de Valencia, muy contaminado por aguas residuales, lo que aporta alto contenido de sal, que genera a su vez un elevado grado de conductividad que bloquea el elemento purificador que produce el sulfato de aluminio, en consecuencia el agua bombeada a las casas no sólo sigue estando contaminada con elementos fecales sino que también contiene aluminio, que no puede ser extraído debido al efecto de conductividad de la sal. (Ver Figura 4)

Así como el desvío del Río Cabriales lo que provocó la proliferación incontrolada de fitoplancton, y la descarga de las plantas de tratamiento de aguas servidas Los Guayos y La Mariposa, causan que las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo) en las desembocaduras de los ríos y, por tanto, del embalse, sean muy elevadas, ambos componentes, provenientes en gran medida de heces fecales, funcionan como fertilizantes que inciden en el crecimiento de vegetales acuáticos, esto se suma al fenómeno denominado hiper eutrofización, que no es otra cosa que la recepción de una carga considerable de nutrientes y contaminantes en una porción de agua, lo que en efecto incide en el crecimiento de algas, principalmente las cianófitas, cianobacterias y algas verde azuladas, como la bora y la lemna que recubren casi completamente al embalse, lo que impide que la luz solar entre al agua evitando la fotosíntesis, contribuyendo a la rotura del equilibrio ecológico del embalse. (Ver Figura 5)

Simultáneamente se ve afectado también por las descargas de lixiviados del vertedero La Guásima, en el que se recolecta la basura municipal de las alcaldías, los Guayos, Naguanagua, San Diego, Tocuyito y Valencia, además de los desechos hospitalarios, el vertedero no cuenta con un diseño adecuado y sus lixiviados caen en la quebrada El León y esta a su vez llega al Río la Arenosa, el cual converge en el embalse Pao Cachinche.



Figura 4. – Lemna o lenteja de agua, Embalse Pao – Cachinche, Fuente: Carlos Lira Sarcos

El racionamiento del agua, no se trata de que el Embalse Pao – Cachinche alcance su cota máxima, si no de que el agua que recibe se ha convertido un líquido intratable.



Figura 5. – Embalse Pao – Cachinche, Fuente: Movimiento por la Calidad del Agua

Características: Embalse Pao – Cachinche

Embalse Pao – Cachinche
Nombre de la Presa: Sesquicentenario de la Batalla de Carabobo
Identificación:
Ubicación: Sobre el Río Pao, a 4Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Paito y Chirgua, Estado Carabobo Propósito: Abastecimiento de agua potable y riego. Operación: HIDROCENTRO C.A.
Características de la Cuenca:
Cuenca principal: Río Pao Afluentes principales: Rio Pao Área de la cuenca: 121.068Ha
Embalse:
Capacidad normal: 170Hm ³ Capacidad útil: 165Hm ³ Superficie del embalse: 1.650Ha Vida útil: 100 años
Presa:
Tipo: De tierra Zonificada Altura máxima: 53m Longitud de la cresta: 260m Ancho de la cresta: 11m
Beneficios:
Abastecimiento a la ciudad de valencia y riego de 6.000Ha

Tabla 8. – Características: Embalse Pao – Cachinche, Fuente: Ministerio del Poder Popular de Ecosocialismo y Aguas

UBICACIÓN:

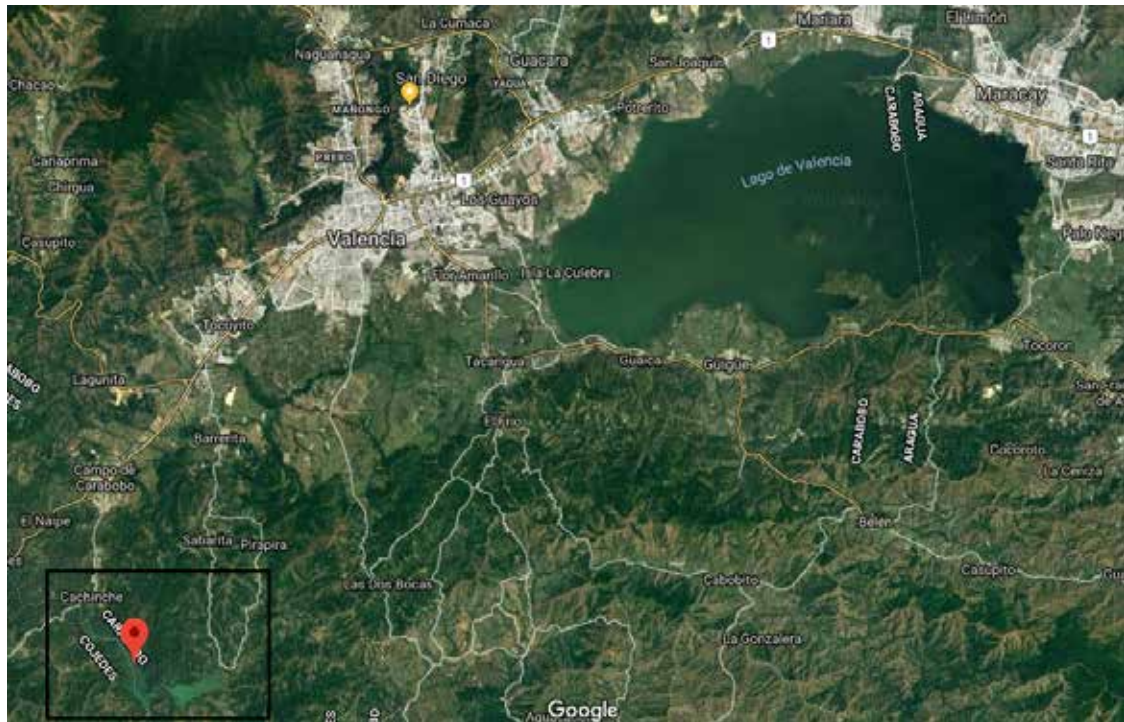


Figura 6. – Ubicación Embalse Pao – Cachinche 1, Fuente: Fabiola Zozaya, Google Maps

Embalse Guataparó:

También llamado “Dique de Guataparó”, es una represa, lago artificial situado al noroeste de la ciudad de Valencia, al estar ubicado en medio de un valle montañoso, sus aguas se podían depurar de forma natural más rápidamente, posee un sistema de oxigenación natural, beneficioso por el viento que recibe pero en las condiciones que se encuentra actualmente no es eficiente. Se creó con el propósito de cubrir cualquier contingencia que se presentara en el Servicio Regional del Centro I, aportando a la Planta Alejo Zuloaga hasta 3000 l s, suficientes para cubrir las necesidades de un millón de habitantes. Sumados a los 2000 l s que sólo puede bombear en estos momentos desde Cachinche, se dispondría de 5000 l s, sectorizados en la red de distribución de la Gran Valencia

Por eso se utilizaba el agua del embalse de Guataparó, más clara y mejor, para diluir la carga de materia orgánica de Pao-Cachinche, en el Dique se

practicaban deportes como canotaje, velerismo, sin embargo ahora es una cuenca medio vacía con lemna, bora y basura, donde la fauna fue arrasada.

En la actualidad se surte del Embalse Pao – Cachinche, y se ha convertido en un embalse que posee el agua con características similares o iguales a su portador, el artículo 29 de la Ley Penal del Ambiente dictamina que está prohibido descargar en reservas naturales, aguas residuales sin tratar, de origen residencial, comercial o industrial, que servirán para el consumo humano, y este es el escenario que presenta el Embalse Guataparo

El embalse está seco, significa que el cuerpo de agua auxiliar o fondo de reserva está agotado, por lo que se llena con excedente del Embalse Pao – Cachinche, el embalse funcionaba para mejorar la calidad del agua en Carabobo. Sus aguas eran mezcladas, por ser más puras, con las de otros embalses.

“Desde 1968 quedó establecido que lo que esté almacenado en ese dique se utilizará en situaciones de emergencia como la actual. Esta vez no ha sido así. Luis Fernando Arocha, integrante de la comisión de enlace del agua en el Colegio de Ingenieros de Carabobo, explicó que por las constantes interrupciones eléctricas desde Cachinche solo se puede enviar a la planta potabilizadora Alejo Zuloaga dos mil litros por segundo de agua, de una capacidad de seis mil, y en Guataparo existe la disponibilidad de tres mil litros por segundo”. Fuente “El Carabobeño” por Dairy Blanco el 05/03/2018. (Ver Figura 7 y 8).



Figura 7. – Embalse Guataparo, Fuente: Diario El Carabobeño



Figura 8. – Panorámica. Embalse Guataparo, Fuente: Diario El Carabobeño

Características: Embalse Guataparo

Embalse Guataparo
Identificación:
Ubicación: Sobre el Río Cabriales, a 2km de Valencia, Estado Carabobo Propósito: Abastecimiento de agua potable y riego. Operación: HIDROCENTRO C.A.
Características de la Cuenca:
Cuenca principal: Río Guataparo Afluentes principales: Río Guataparo Área de la cuenca: 5.000Ha
Embalse:
Capacidad normal: 28,9Hm ³ Capacidad útil: 28,8Hm ³ Superficie del embalse: 380Ha Vida útil: 100 años
Presa:
Tipo: De tierra zonificada con núcleo impermeable de grava arcillosa Altura máxima: 30m Longitud de la cresta: 108m Ancho de la cresta: 6m
Beneficios:
Abastecimiento a la ciudad de Valencia y riego de 2.500Ha

Tabla 9. – Características: Embalse Guataparo, Fuente: Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Agua

UBICACIÓN



Figura 9. – Ubicación Embalse Guataparo, Fuente: Fabiola Zozaya, Google Map

4.2. Fase II: Considerar opciones que permitan reducir los niveles de deterioro en la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga en la actualidad.

Durante el desenlace de la Fase I, se demostró que es un conjunto de factores los que ocasionan que el deterioro y rendimiento de la Planta Alejo Zuloaga, no sea óptimo y satisfactorio, el agua no cumple con los requisitos microbiológicos, organolépticos, químicos, físicos y radiactivos, los cuales deben ser satisfechos mediante el tratamiento pertinente, además, no existe un aprovechamiento sustentable del recurso hídrico y demás ecosistemas colindantes, a la planta y embalses, y lo que la Ley Orgánica del Ambiente define como control ambiental no está en práctica, por lo que para el desarrollo de esta Fase, las opciones consideradas son las siguientes:

- Ü Pre – tratamiento en las aguas de los Embalses Pao – Cachinche y Guataparo, al mejorar el sistema de aireación, para evitar la acumulación de nitrógeno orgánico, ya que es el elemento que alimenta la proliferación de algas, bora, lemna, etc., y de esta manera recuperar el equilibrio ecológico de los embalses.

- Ü Mantenimiento en los embalses, para evitar el crecimiento descontrolado de bora y lemna, debido a que crean una barrera en la superficie del cuerpo de agua e imposibilita el paso de la luz del sol al agua, interrumpiendo diversos procesos ecológicos esenciales como la fotosíntesis, afectando a la biota acuática, la producción de oxígeno y la fijación de carbono.

- Ü Cesar el trasvase del Lago de Valencia hacia el embalse Pao – Cachinche

- Ü Legislar y colocar en vigencia, el “Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora de la Cuenca Alta y Media del Río Pao” Decreto N° 2328. (1993), posee 25 años y tiene como objetivo garantizar su conservación integral, así como potencial fuente generadora y reguladora del recurso hídrico, del mismo modo establecer leyes en materia de uso de agroquímicos en la agricultura y de fabricación y, comercialización en el país de detergentes no biodegradables

Ü En los vertederos de basura a cielo abierto, implementar Plantas Procesadoras de desechos sólidos y líquidos, además del control de relleno sanitario, en vista de que al convertirse en un relleno excesivo, el lixiviado percola y son fuentes de contaminación de acuíferos y cursos de agua superficiales en sus respectivos municipios, además de desviar aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al mismo, así como ejecutar auditorías ambientales de las fuentes que pueden ser afectadas por los vertidos susceptibles a degradar el medio hídrico.

Ü Actualización e inventario de fuentes acuíferas intermitentes, como la Quebrada Bermeja y Quebrada El Zanjón que confluyen entre sí para continuar su curso hasta descargar al Río Paito, ambas quebradas colindan con el vertedero La Guásima, con el objeto de conocer y delimitar los sistemas acuíferos y plantear las medidas para recuperar y mantener el medio acuático, que su efecto desembocan en los embalses Pao – Cachinche y Guataparó

Ü Aplicar las buenas prácticas de la gerencia moderna en la operación, mantenimiento y rehabilitación, en las plantas depuradoras de La Mariposa, y Los Guayos, debido a que su inoperatividad y ausencia de procesos de tratamiento correctivos, ingresan a los embalses materia orgánica y otros desechos ya descritos, también para la Planta Alejo Zuloaga, en consecuencia del aumento demográfico que presentan los municipios, Valencia, Libertador y Naguanagua, la demanda aumenta a medida que aumenta la población.

Ü Control de los métodos correctivos, en los elementos y etapas del proceso de potabilización, con respecto a la hipercloración, aluminio y otros metales ya presentes en el agua, y los coagulantes que se le agregan en los procesos de coagulación, floculación y sedimentación.

4.3. Fase III: Explorar las causas de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, Estado Carabobo.

El desarrollo de esta fase estuvo enfocado en la investigación documental para conocer la definición, causas y consecuencias del aumento de las incidencias de enfermedades de origen hídrico en la población abastecida por el Acueducto Regional del Centro (Etapa I) en los municipios de estudio.

La exploración documental comenzó a través de la consulta bibliográfica de *“Tratamiento de Potabilización de las Aguas”* del Dr. Sc. En Ingeniería Civil y Sanitaria, Gustavo Rivas Mijares, egresado de la Universidad Central de Venezuela en el cual define las enfermedades de origen hídrico de la siguiente manera:

Además de las sustancias químicas normalmente presentes en las aguas naturales, existen en ellas organismos vivientes que han encontrado un medio de vida más o menos favorable. Unos organismos tienden a morir con el tiempo y ciertas condiciones adversas, dependiendo de su sensibilidad específica, y otros persisten por un tiempo apreciable. Estos organismos pueden modificar sensiblemente la calidad de las aguas que los contienen, en especial desde el punto de vista microbiológico y organoléptico.

La mayor o menor presencia en ellos y las propiedades indeseables que puedan comunicarle provocan modificaciones aun en el aspecto físico de esas aguas, como sería el caso de grandes concentraciones de algas o protozoarios que le causan malos olores o sabores y aun turbiedad. En efecto, la concentración de los organismos depende básicamente de los contactos que el agua haya tenido en su recorrido a través y sobre diferentes capas y superficies terrestres. Las condiciones sanitarias de las zonas podrán contaminar en mayor o menor grado esas aguas.

Por consiguiente el Ing. Civil y Sanitaria, Gustavo Rivas Mijares afirma que los organismos que provocan enfermedades como la fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería y cólera se encuentran en aguas contaminadas con

excretas humanas; ellos tienden a desaparecer porque el medio no le es favorable en cuanto a temperatura, alimentos, etc.

Entre las enfermedades de origen hídrico más comunes se encuentran:

Ü Fiebre tifoidea: la incidencia de esta enfermedad se considera que constituye la manifestación más significativa de la calidad sanitaria de los abastecimientos de aguas de una comunidad a pesar de que esta enfermedad podría ser transmitida a través de los alimentos de consumo humano como leche, ostras, frutas, etc., y por las moscas.

Informaciones estadísticas vitales sobre esta enfermedad muestran que, de acuerdo a sus incidencias, la enfermedad se transmite principalmente a través del agua.

Los focos de contaminación, por supuesto, son factores importantes en la incidencia de la enfermedad, tales como la contaminación de manantiales o galerías de infiltración, de riachuelos o ríos, la infiltración hacia conductos por gravedad, etc. Sin embargo la *Salmonella tifosa* es algo más resistente a la acción del cloro que *E. coli*, siendo esa diferencia notable solo cuando el agua posee un pH por debajo de su rango normal en aguas, cuando la concentración del cloro residual está por debajo del aceptado en la práctica de cloraciones, cuando el periodo de desinfección es más corto o cuando el tratamiento que se aplica es a base de cloraminas.

Sus principales síntomas son fiebre, fatiga, cefalea, náuseas, dolores abdominales y estreñimiento o diarrea. Algunos pacientes pueden presentar erupciones. En los casos graves pueden surgir complicaciones de importancia, que a veces incluso resultan fatales. (OMS – Enero 2018)

Ü Disentería bacilar: se considera casi como un definitivo que grupo patógeno que provoca esta enfermedad es similar a la *Salmonella tifosa* en lo referente a transmisibilidad por el agua y a su sensibilidad a los procesos de tratamiento.

En principio, si un agua no transmite fiebre tifoidea, no debe tampoco transmitir disentería bacilar.

Ü Disentería amibiana: es provocada al ingerir la *Endoamiba histolítica*. El organismo causa de esta enfermedad es resistente a la acción del cloro en dosis que produzca bajas concentraciones de cloro residual. De acuerdo a lo mencionado una supercloración, con su correspondiente decloración, sería un tratamiento efectivo en estos casos. Una filtración efectiva se ha determinado que es capaz de remover del agua este organismo.

Sin embargo la disentería amibiana es endémica en muchas poblaciones de Venezuela. La contaminación de las aguas se explica por el porcentaje de portadores de quistes (50 por 100 de población rural y 20 por 100 de población urbana). También conocida como amibiasis por lo general se presenta con pocos síntomas. Los primeros días de tener la infección, las personas en general tienen fiebre y experimentan molestias abdominales leves y calambres acompañados de diarrea. Los síntomas diarreicos en general pueden agudizarse a medida que empeoran la infección y el dolor abdominal puede intensificarse. Como la disentería amebiana progresa, las personas pueden experimentar pérdida de peso notable y que se fatiguen con facilidad con el mínimo esfuerzo. (OMS – Enero 2018)

Ü Cólera: el tratamiento adecuado de potabilización es capaz de remover el organismo patógeno que la produce.

El cólera es una enfermedad muy virulenta que puede causar una grave diarrea acuosa aguda. La aparición de los síntomas tras la ingestión de alimentos o agua contaminados puede tardar entre 12 horas y 5 días. El cólera afecta a niños y adultos y puede ser mortal en cuestión de horas si no se trata.

La clave para prevenir el cólera, controlarlo y reducir las defunciones consiste en adoptar un criterio multidisciplinario basado en la vigilancia, el agua, el saneamiento y la higiene, la movilización social, el tratamiento y la vacunación oral. (OMS – Enero 2018).

Ü Gastroenteritis: se entiende por dicha afección a la enfermedad diarreica del tracto intestinal, que, por no ser específica, no puede ser clasificada dentro de ninguna de las enfermedades intestinales ya citadas, ni como enfermedad toxica bacterial preformada en los alimentos. En otras palabras: que sirve para designar trastornos gastrointestinales no diagnosticados. En todo caso, existe una relación entre la ocurrencia de esta enfermedad con condiciones sanitarias pésimas, donde se disemina por contacto directo.

En el mismo orden de ideas el Dr. Rafael Tobías Blanco Vilariño, Médico Microbiólogo Clínico, en Noviembre 2017, explica que:

“Por enfermedades de origen hídrico, se entienden aquellas que son transmitidas por el consumo de aguas portadoras de microbios, parásitos o de productos minerales en altas concentraciones y/o de sustancias tóxicas. Esa es la definición que debemos tener a la luz de los conocimientos actuales en su constitución microbiológica y bioquímica del S.XXI; en el sentido, de que el agua verdaderamente “POTABLE”, es aquella que “Podemos beber sin ninguna restricción BACTERIOLÓGICA NI QUÍMICA”. Y, para ese logro, debe haber en ella un verdadero equilibrio entre los parámetros bacteriológicos, bioquímicos y el toxicológico; el primero es el que impide el que sea una vehiculizadora de entes patógenos: bacterias, virus, hongos y parásitos y el segundo, es el que nos garantiza poseer una concentración adecuada de cloro, cobre, hierro, plomo, zinc, magnesio etc. y el tercero el estar carente de sustancia venenosas o tóxicas del tipo parasiticidas o fungicidas de origen vegetal o animal, proveniente de los agricultores y ganaderos. Cuando esos tres parámetros están en equilibrio, es cuando podemos admitir que esa agua es verdaderamente: “BIO-POTABLE”, lo que se traduce por ser Inodora, Incolora e insípida y, que podemos consumir sin ninguna restricción.”

Así como también define la Salud, como el estado de equilibrio psicorgánico de un ciudadano que le permita ejercer normalmente sus funciones laborales. Ese equilibrio es el que nos permite darnos protección

ante cualquier amenaza a nuestro equilibrio psíquico y orgánico “Mente Sana en Cuerpo Sano”. Con ello afirma que el sistema de salud pública en Venezuela se encuentra deteriorado y esto es un factor condicionante del resurgimiento de enfermedades que habían sido erradicadas o controladas como el paludismo, El Mal de Chagas, Dengue, Zika, Tuberculosis, Lepra, Enfermedades Gastrointestinales, Sarampión, Difteria, etc.

Consultando la OMS, la diarrea es el síntoma frecuente de estas enfermedades transmitidas por el agua, afirma que este trastorno ocupa un puesto destacado entre las enfermedades como causa de morbimortalidad, pues se cobra la vida de 1,8 millones de personas y provoca unos 4 mil millones de casos de enfermedad al año. Los niños son los más afectados, ya que con cada episodio diarreico se reduce la absorción de calorías y nutrientes además se retrasa el crecimiento y el desarrollo. El 90% de las defunciones de origen diarreico afectan a los niños menores de cinco años de edad, casi siempre en países en desarrollo.

Estima que el 94% de los casos de diarrea podrían evitarse a través de modificaciones del medio, como son las intervenciones para aumentar la disponibilidad de agua salubre y mejorar el saneamiento y la higiene. En vista de lo planteado, el factor común que domina el desarrollo metodológico de esta fase establece que la consecuencia de las enfermedades de origen hídrico proviene evidentemente del tratamiento y suministro de agua potable, es decir aquella destinada para el consumo humano y la cual define el Ing. Civil Sanitarista Manuel Pérez Rodríguez como *“Aquella que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida.”*

Ahora bien al sondear las causas y consecuencias de las enfermedades de origen hídrico en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, con base en lo investigado, existen factores que generan las condiciones propicias para que aumente las incidencias de enfermedades de origen hídrico.

Por ello el Instituto Nacional de Estadística (INE) en Venezuela, a través del Censo del 2011, muestra como es el servicio de agua en los municipios de estudio y su disposición de excretas, respecto a la cantidad de viviendas por parroquia en cada municipio.

Viviendas con frecuencia en servicio de agua, según municipios y parroquias, Censo 2011

Municipio	Parroquia	Frecuencia con que llega el agua				
		Total	Todos los Días	Cada Dos o Tres Días	Una Vez por Semana (Cada 8 días)	Una Vez Cada Quince Días
Valencia	Urb. Candelaria	6.830	5.831	977	18	4
	Urb. Catedral	857	844	11	2	0
	Urb. El Socorro	1.689	1.437	244	6	2
	Urb. Miguel Peña	84.322	65.203	16.711	1.698	710
	Urb. Rafael Urdaneta	46.843	39.781	6.409	429	224
	Urb. San Blas	5.577	4.846	708	23	0
	Urb. San José	40.455	36.095	3.939	318	103
	Urb. Santa Rosa	15.532	13.246	2.002	174	110
	No Urb. Negro Primero	702	588	94	17	3
Libertador	Urb. Tocuyito	26.202	8.562	10.079	6.844	717
	Urb. Independencia	6.107	2.253	2.446	1.176	232
Naguanagua	Urb. Naguanagua	42.047	27.613	13.089	1.089	256

Tabla 10. – Viviendas con frecuencia en servicio de agua, según municipios y parroquias, Fuente:
Censo 2011, INE, Instituto Nacional de Estadística

Estos valores reflejan escasez del suministro de agua, lo que origina la necesidad de su almacenamiento, debido a que las viviendas a las que el suministro de agua es intermitente o eventual, se ven en la obligación de almacenar el agua y suelen incurrir en costumbres incorrectas por no tener la cantidad necesaria para mantener la higiene tanto personal, como de sus hogares, lo que incrementa las probabilidades de contraer una enfermedad, además se ha convertido en una práctica esencial en casos de emergencia, cuando las fuentes de suministro de agua podrían no estar disponibles o estar impuras, como lo es el caso que se representa en la Tabla 10.

La falta de continuidad del servicio de abastecimiento de agua en los municipios bajo estudio ha traído como consecuencia el almacenamiento de agua en envases domésticos inadecuados o no aptos para dicho propósito, el almacenamiento inadecuado influye en las enfermedades de origen vectorial relacionadas con el agua, debido a que son transmitidas por mosquitos que se crían y viven en el agua, entre otras causas.

Aunado a esta crisis que presentan estos habitantes se le suma la forma de eliminación de excretas que si no es la adecuada puede contaminar cuerpos de agua que sirven de fuente de abastecimiento para otras parroquias de los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.

Con respecto a lo investigado se establece una relación **Pobreza – Disposición de Excretas – Salud:**

Los municipios bien equipados en el acceso a agua potable por acueducto tienden a registrar altos niveles de acceso a sistemas de cloacas para eliminación de excretas, sistemas de recolección y disposición de desechos sólidos y combustibles; además son los que van a presentar menores porcentajes de hacinamiento crítico y mayor proporción de viviendas estables (desde el punto de vista de sus materiales de construcción). Los peor equipados tienden a presentar una peor dotación o acceso precario a los servicios considerados, mayores porcentajes de hacinamiento crítico y de viviendas estructuralmente inestables.

Los sistemas de eliminación de excretas presentan una elevada asociación con los niveles de pobreza al igual que el caso del acceso al agua por acueducto. La deficiencia o inexistente disposición de las excretas infectadas contamina el suelo y el agua, transmitiendo los agentes patógenos a la comunidad y elevando los índices de morbilidad y mortalidad. Además permite la reproducción y multiplicación de ciertos vectores, especialmente moscas. (Ver Tabla 11)

La crisis del agua afecta en primer lugar a los pobres, para quienes su escasez está asociada al hambre, las enfermedades y la falta de servicios

públicos, lo cual pone en riesgo su propia existencia. Por ello, abastecer agua a estos segmentos de la población debe ser el objetivo de más alta prioridad.

Hogares Pobres y No Pobres, Según Municipios, Censo 2011

Municipio Entidad	Total Hogares	No Pobres	(%)	Pobres No Extremos	(%)	Pobres Extremos	(%)	Pobres	(%)
Estado Carabobo	591.664	463.778	78,4	95.424	16,1	32.462	5,5	127.886	21,6
Valencia	223.465	178.804	80,0	33.583	15,0	11.078	5,0	44.661	20,0
Libertador	43.358	28.099	64,8	10.760	24,8	4.499	10,4	15.259	35,2
Naguanagua	44.279	39.141	88,4	4.210	9,5	928	2,1	5.138	11,6

Tabla 11. – Hogares Pobres y No Pobres, Según Municipios, Estado Carabobo, Fuente: Censo 2011, INE, Instituto Nacional de Estadística

En cuanto al manejo de excretas según la Norma Sanitaria Para Proyecto, Construcción y Reparación De Edificios Gaceta Oficial N°4044 vigente en Venezuela, se clasifica de la siguiente manera:

Ü **Letrina de hoyo seco:** esta letrina es la más común. Se trata simplemente de un hoyo en el terreno cubierto con una plancha de cemento o madera en la que se ha practicado un agujero sobre el que eventualmente se puede colocar una taza. Está compuesta por: hoyo o cámara, brocal, losa, terraplén, aparato sanitario, caseta.

Para su diseño se localizará en terrenos secos y en zonas libres de inundaciones. Debe ser ubicada en sitio conveniente, estipulándose como mínimo las siguientes distancias: 15 m. de Fuente de abastecimiento, 15 m. de un estanque subterráneo, 3 m. de la vivienda, 3 m. de un lindero.

Ü **Letrina de tanque:** consiste en un depósito lleno de agua en el que penetra un tubo de caída que desciende desde el piso de la letrina. Las heces y la orina caen al depósito por el tubo de caída y allí sufren la descomposición anaerobia lo mismo que en un pozo séptico. Se puede construir cerca de la vivienda, si la instalación se encuentre limpia e inodora. La caseta de la letrina estará ubicada a: 15 m de la fuente de abastecimiento de agua, 3 m de la vivienda y 3 m del límite de propiedad. La letrina contará con un tanque séptico de una capacidad

de $1m^3$ de volumen como mínimo y estará ubicado debajo de la letrina. No podrán ser construidas en áreas pantanosas inundables.

Ü Tanque o pozo séptico: es un receptáculo que recibe la descarga de aguas servidas de una edificación, proyectado y construido de manera que permita separar los sólidos del líquido. Para su diseño deberá ubicarse en sitio donde sea fácil su inspección, operación, y mantenimiento. Se Estipula como mínimas las siguientes distancias: 15 m. de una fuente de abastecimiento de agua, 5 m. de un cuerpo de agua, 10 m. estanque subterráneo, 1,5 m. de una vivienda, 1,00 m. de lindero.

Métodos de disposición del efluente séptico:

Ü Sumideros: es una excavación practicada en el terreno debidamente protegida para la disposición del efluente de un tanque séptico por absorción en el subsuelo. Para su ubicación La ubicación del sumidero deberá cumplir con las distancias: 30m. de una fuente de abastecimiento de agua, 15 m. de un cuerpo de agua, 15 m. estanque subterráneo, 5 m. de una vivienda, 4,5 m. de lindero.

Ü Zanjas de absorción: es el método de disposición del efluente de un tanque séptico por absorción en el subsuelo, utilizando zanjas y tuberías con juntas abiertas. Su localización será en un sitio adecuado que no ofrezca riesgo de contaminación, estipulándose como mínimo las siguientes dimensiones: a la fuente de abastecimiento de agua 30,00 m.; al estanque subterráneo 15,00 m.; a cualquier lindero o construcción 3,00 m.

Ü Zanjas filtrantes: es el método de acondicionamiento de la calidad del efluente de un tanque séptico, que se realiza por filtración a través de una capa de arena de características determinadas, utilizando zanjas y tuberías con juntas abiertas, tanto de distribución como de recolección y en terrenos de poca capacidad de absorción. La insuficiencia de los sistemas de evacuación de excretas está ligada frecuentemente con la falta de suministro de agua adecuado y de otros medios de saneamiento, y por

lo general también tiene que ver con el bajo nivel económico de la población rural. Ese conjunto de contextos, influye sobre la salud y hace difícil saber cuál es la intervención de cada uno de esos elementos en la transmisión de enfermedades.

Por otra parte la Ley Penal del Ambiente, en su capítulo VIII, Delitos contra la calidad del ambiente, en el artículo 84 reza que vertido de materiales degradantes en cuerpos de agua es sancionado con prisión de uno a dos años, entre el vertido de materiales degradantes se encuentra: materiales no biodegradables, sustancias, agentes biológicos o bioquímicos, efluentes o aguas residuales no tratadas según las disposiciones técnicas dictadas por el Ejecutivo Nacional, objetos o desechos de cualquier naturaleza en los cuerpos de aguas, sus riberas, cauces, cuencas, mantos acuíferos, lagos, lagunas o demás depósitos de agua, incluyendo los sistemas de abastecimiento de aguas, capaces de degradarlas, envenenarlas o contaminarlas.

En este contexto el manejo de excretas antes mencionado, es un delito, lo que debe considerarse su revisión ante el organismo correspondiente.

Estos medios de disposición de excretas generan condiciones que son especialmente propicias para que ciertas especies de moscas pongan sus huevos, se críen, se alimenten en el material no evacuado y transmitan infecciones. También atraen a los animales domésticos, roedores e insectos, los cuales propagan las heces y en ocasiones pueden ser causa de intolerables molestias. (Ver Tabla 12)

Ante la evidente falta de servicios es necesario agregar la forma de desechos de la basura, constituye una situación de alarma, la inadecuada disposición de desechos sólidos, la ineficiencia en el saneamiento de ríos y quebradas sobre los cuales se descargan desechos industriales y domésticos; las inadecuadas prácticas agrícolas en el uso de plaguicidas, fertilizantes, herbicidas; los derrames de sustancias químicas y debido a que el servicio de recolección de basura directa a la vivienda es de poca cobertura, lo que tiene mucha relación con el uso de “containers” para la recolección de basura, en

zonas con la falta del servicio, en vista de las dificultades de acceso a un urbanismo no controlado

Viviendas con eliminación de excretas, según municipios y parroquias, Censo 2011

Municipio	Parroquia	Formas de eliminación de excretas					
		Total	Poceta Conectada a Cloaca	Poceta Conectada a Pozo Séptico	Poceta sin Conexión a Cloaca o a Pozo Séptico	Excusado de Hoyo o Letrina	No Tiene Poceta o Excusado
Valencia	Urb. Candelaria	6.890	6.799	49	7	11	24
	Urb. Catedral	860	854	4	0	0	2
	Urb. El Socorro	1.691	1.688	2	0	0	1
	Urb. Miguel Peña	94.150	83.140	9.190	530	264	1.026
	Urb. Rafael Urdaneta	50.916	44.335	4.757	321	212	1.291
	Urb. San Blas	5.741	5.659	40	5	4	33
	Urb. San José	41.067	39.603	1.367	44	10	43
	Urb. Santa Rosa	16.851	16.215	492	37	29	78
	No Urb. Negro Primero	2.471	8	1.227	53	217	966
Libertador	Urb. Tocuyito	33.425	20.545	11.886	202	221	571
	Urb. Independencia	9.507	62	8.267	61	642	475
Naguanagua	Urb. Naguanagua	43.983	40.583	2.900	205	46	249

Tabla 12. – Viviendas con eliminación de excretas, según municipios y parroquias, Estado Carabobo,

Fuente: Censo 2011, INE, Instituto Nacional de Estadística

Si bien el “container” constituye un sistema informal de recolección, su potencial contaminante es muy elevado y sus efectos sobre la condición de salud son sentidos particularmente por los menores, por la proliferación de moscas, bacterias y parásitos que se expresan en casos frecuentes de diarrea, en particular debido a la frecuencia de recolección y vaciado de los depósitos, así como el poco uso que frecuentemente le dan los habitantes que viven en estos sectores por razones de lejanía, cabe destacar que el “container” representa un ejemplo. El Instituto Nacional de Estadista en su último censo del 2011 clasifica las formas de desecho de la basura de la siguiente manera: (Ver Tabla 13)

Viviendas con servicio de basura, según municipios y parroquias, Censo 2011

Municipio	Parroquia	Formas de desechos de la basura						
		Total	Es Recogida por el Servicio de Aseo Urbano	Se Bota en Container o Depósito Colectivo	Se Entierra	Se Quema	Se Bota en Río, Caño, Quebrada o Laguna	Se Lanza en Cualquier Lugar
Valencia	Urbana Candelaria	6.890	6.756	63	2	20	1	48
Valencia	Urbana Catedral	860	855	3	1	0	0	1
Valencia	Urbana El Socorro	1.691	1.644	47	0	0	0	0
Valencia	Urbana Miguel Peña	94.150	86.730	3.088	244	1.823	662	1.603
Valencia	Urbana Rafael Urdaneta	50.916	43.716	4.587	184	1.449	248	732
Valencia	Urbana San Blas	5.741	5.043	609	2	9	15	63
Valencia	Urbana San José	41.067	39.098	1.780	7	14	16	152
Valencia	Urbana Santa Rosa	16.851	15.823	538	10	131	199	150
Libertador	Urbana Tocuyito	33.425	26.310	1.534	350	3.807	593	831
Libertador	Urbana Independencia	9.507	6.215	258	103	2.401	235	295
Naguanagua	Urbana Naguanagua	43.983	39.363	3.833	36	453	159	139

Tabla 13. – Viviendas con servicio de basura, según municipios y parroquias, Estado Carabobo, Fuente:

Censo 2011, INE, Instituto Nacional de Estadística

Por otra parte no es solo la forma de desechos de la basura, si no también, a donde van estos desechos luego de ser recolectados, para los municipios Valencia, Libertador, Naguanagua y San Diego, en encuentra el vertedero “La Guásima” ubicada en Tocuyito, Municipio Libertador, con una carga media diaria de unas ochocientas (800) Toneladas de la que se estima que en el sitio existen zonas con 20 a 30 m de desechos enterrados. Actualmente no hay material de préstamo para el cubrimiento diario de los rellenos, y se encuentra asentado en la cuenca del Pao – Cachinche, está delimitada por dos quebradas de régimen intermitente de nombre Quebrada Bermeja y Quebrada El Zanjón que confluyen entre sí para continuar su curso hasta descargar al Río Paito, principal afluente del embalse Pao – Cachinche, lo que en épocas de lluvias se generan y acumulan grandes cantidades de lixiviados en algunos sectores del vertedero ya que éstos no son recolectados ni tratados dado que no existen sistemas de controles ambientales.

Y en consecuencia se genera un proceso de contaminación, que en evidencia de la falta de organización que existe en el sistema de recolección de desechos sólidos y deterioro de este vertedero se suman al cumulo de factores que permiten el aumento de incidencias de enfermedades de origen hídrico, así como es importante mencionar la las ventajas del cumplimiento de las especificaciones en la construcción de cada método para el manejo de excretas, y la descarga final de las aguas servidas.

De esta forma entra en el marco del desarrollo de esta fase la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “La Mariposa”, construida en 1982, para recibir aguas residuales de una población de 770.000 habitantes, de los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua; la planta destinada a proveer de efluente de tratamiento terciario con eliminación parcial de nutrientes para su transferencia fuera de la cuenca del Lago Valencia para la reutilización indirecta como agua potable y de capacidad de 2.400l s., la inoperatividad de esta planta ha formado una pista hidráulica de materia orgánica que se desemboca en el embalse Pao – Cachinche, lo que ha ocasionado el aumento de la cloración en la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, el cloro se aplica en exceso de manera que pueda satisfacer la demanda para oxidar estos compuestos y eliminar estas bacterias, y reste una cantidad de cloro residual en los conductos de agua.

Este cloro residual es el cloro libre que queda en el agua después que ha sido desinfectada en la planta. Su utilidad es de continuar desinfectando el agua desde que sale de la planta de tratamiento hasta que llegue al consumidor. Este cloro residual es importante que se encuentre en niveles seguros para el consumo humano. Si este se encuentra en exceso, el cloro puede resultar tóxico para el consumo, al ser una substancia tan activa, un exceso de cloro puede reaccionar con distintos compuestos orgánicos, generando sub – productos, por lo que aumenta el riesgo de que se produzcan trihalometanos (THMs), dos

de los cuales, el cloroformo y el bromoformo son considerados cancerígenos cuando se está expuesto a ellos en altas concentraciones por un período largo de tiempo.

Es por esto que hay que mantener la cantidad de cloro residual dentro de unos límites, la existencia de riesgo en el consumo de agua clorada radica en la toxicidad indirecta de sus subproductos. Durante la cloración, se produce una serie de subproductos debido a la reacción del cloro con la materia orgánica presente.

Actualmente dicha PTAR se encuentra en rehabilitación y recuperación, además de la corrección de fugas en las redes de distribución de los acueductos y mantenimientos a las estaciones de bombeo, sin embargo tras el abandono actualmente, las aguas residuales no tratadas satisfactoriamente se están depositando en el río Paíto y eventualmente ingresan al embalse Pao – Cachinche. Y como ya ha sido mencionado el embalse Pao – Cachinche abastece la Planta de Potabilización Alejo Zuloaga.

Otro elemento perjudicial presente en el agua es el aluminio, en la Planta Alejo Zuloaga se utiliza el Sulfato de Aluminio para clarificar el agua, pues el sulfato de aluminio atrapa a las partículas disueltas y ayuda a que estas se depositen como sedimentos que pueden ser fácilmente removidos, Sin embargo, en presencia de grandes cantidades de material orgánico disuelto, como sucede actualmente con el agua proveniente del Embalse Pao – Cachinche, el proceso pierde eficiencia y el Sulfato de Aluminio pasa disuelto a la red de distribución, y por lo tanto llega al consumidor.

El Movimiento por la Calidad del Agua, explica las repercusiones del Aluminio en la salud, haciendo referencia a que son los niños los principalmente afectados, presentan ciertos síntomas que no van de acuerdo a su desarrollo cognitivo, como problemas del habla, dificultad motora, pérdida de la fijación de la mirada, aislamiento (entre otros), se proceda a descartar contaminación por metales, la cual puede hacerse por orina, sangre y a través

de un mineralograma de cabello, siendo este el estudio de diagnóstico recomendado por ser el más completo. Es necesario es aclarar que la intoxicación por metales, en particular por Aluminio, puede provenir de diversas fuentes y no solo del agua, pero también es cierto que ha habido un aumento por casos de falsos diagnósticos dentro del espectro autista en el Estado Carabobo, por intoxicación de metales, siendo el aluminio el más común, tal cual lo ha certificado Dra. Lorena Benarroche.

El Aluminio causa en la salud, según la OMS:

Sistema Nervioso Central: alzheimer, deterioro de funciones cognitivas encefalopatías y convulsiones

Sistema Musculoesqueletico: osteomalacia

Sistema Renal: insuficiencia renal

Sistema Hematopoyetico: anemia

Sistema Respiratorio: asma, fibrosis pulmonar.

Los siguientes datos tomados del Instituto Nacional de Estadística del Censo 2011, se muestra que la mayor parte de la población se abastece a través de acueducto o tubería, por lo que un total de 270.256 mil habitantes que pertenece a los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, y que otros medios de consumo se aplican. (Ver Tabla 14).

De esta manera se plantea la relación entre todos los factores antes señalados y la forma de abastecimiento de la población de estudio, explicando a través de estas cifras cuantas personas consumen el agua que distribuye la Planta Alejo Zuloaga y cuantas se ven afectadas.

Viviendas con servicio de agua, según municipios y parroquias, Censo 2011

Municipio	Parroquia	Formas en que llega el servicio									
		Total	Acueducto o Tubería	Camión Cisterna	Pila Pública	Pozo con Tubería o Bomba	Pozo o Manantial Protegido	Aljibes o Jagüeyes	Rio, Caño, Quebrada	Lago, Laguna	Otros Medios
Valencia	Urb. Candelaria	6.890	6.817	13	8	17	1	1	4	5	24
	Urb. Catedral	860	855	2	0	0	0	0	0	1	2
	Urb. El Socorro	1.691	1.686	3	0	0	0	1	0	0	1
	Urb. Miguel Peña	94.150	81.626	2.696	1.693	6.147	297	462	129	142	958
	Urb. Rafael Urdaneta	50.916	45.825	1.018	1.546	2.050	171	3	3	48	252
	Urb. San Blas	5.741	5.570	7	7	113	0	0	0	7	37
	Urb. San José	41.067	40.313	142	43	300	194	5	5	55	10
	Urb. Santa Rosa	16.851	15.364	168	129	1.034	0	11	2	12	131
	No Urb. Negro Primero	2.471	699	3	11	604	344	15	607	11	177
Libertador	Urb. Tocuyito	33.425	24.874	1.328	537	5.227	239	615	220	5	380
	Urb. Independencia	9.507	5.235	872	191	2.398	196	401	38	4	172
Naguanagua	Urb. Naguanagua	43.983	41.662	385	358	1.093	323	18	50	1	93

Tabla 14. – Viviendas con servicio de agua, según municipios y parroquias, Censo 2011. Fuente: Censo 2011, INE, Instituto Nacional de Estadística

4.4. Fase IV: Plantear alternativas para mantener el equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua.

La escasez de agua es un fenómeno natural, pero también puede ser un fenómeno inducido por los seres humanos al igual que la contaminación. Aun cuando hay suficiente agua dulce en el planeta para satisfacer las necesidades de una población mundial cercana a siete mil millones de personas, su distribución es desigual tanto en el tiempo como en el espacio, y mucha de ella es desperdiciada, contaminada y manejada de manera no sostenible

La insuficiencia de agua es la condición en la cual la demanda de este recurso, en todos los sectores, incluyendo el del medio ambiente, no puede ser satisfecha debido al impacto del uso del agua en el suministro o en la calidad del recurso. Puede empeorar a causa del cambio climático, especialmente en zonas áridas y semiáridas, que ya de por sí presentan estrés hídrico. Así, la protección de los recursos de agua dulce mundiales requiere que el impacto de origen humano sobre el medio ambiente y el clima sea abordado de manera integrada. Es de importancia crítica invertir en programas que protejan el medio ambiente natural, conserven los recursos hídricos y los utilicen de manera eficiente. (UNESCO – Noviembre 2017)

Para el desarrollo de esta fase, es de gran importancia enfatizar en la cultura del agua, ya que por medio del trabajo con las comunidades y los profesionales de los medios masivos, de salud, ambiente e ingeniería es posible lograr la seguridad del recurso y es necesario involucrar a las comunidades; sin embargo, su participación debe basarse en un conocimiento adecuado de sus cuencas (condiciones naturales, sociales y culturales, así como políticas, reglamentos, tendencias económicas y oportunidades de desarrollo, entre otros aspectos).

Cuando las comunidades están organizadas, se involucran de forma más productiva en términos de manejo y conservación de los recursos hídricos. Es

por ello que UNESCO al abordar la problemática de la calidad y la contaminación del agua en el marco de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, indica que para lograr un control efectivo de la contaminación del agua y manejo de la calidad del agua se requiere de un ambiente propicio que incluya políticas y marcos jurídicos e institucionales.

En este orden de ideas la cultura hídrica es fundamental porque se trata de un conjunto de valores que son transmitidos a la comunidad y a los niños para crear una conciencia responsable hacia el uso racional y eficiente del agua.

El urbanista e investigador del Instituto de Estudios Regionales y Urbanos de la Universidad Simón Bolívar, Roger Martínez, afirmó que la solución al problema en cuanto al suministro y saneamiento del agua, pasa por la descentralización de este servicio. Repartir la responsabilidad entre los municipios y las comunidades es una medida necesaria. (Octubre – 2017). Tal como lo contempla la Ley Orgánica para La Prestación De Los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento, Gaceta N° 5568, en su artículo 3 donde dispone el equilibrio entre la protección de los derechos y obligaciones de los suscriptores y la de los prestadores de los servicios y la transparencia en las decisiones e imparcialidad de tratamiento a todos los prestadores de los servicios y suscriptores, y en su artículo 11 donde reza que corresponde a los municipios y distritos metropolitanos, la prestación y el control de los servicios de agua potable y de saneamiento

La educación sanitaria popular tiene una importancia decisiva. Debe tratarse de que la estructura y la organización del plan de culturización de agua se ajusten al sistema económico y social de la localidad. Así como:

Ü **Formar a los jóvenes en las Universidades, en los Tecnológicos y Escuelas Técnicas** para que en un futuro se encarguen de mantener y manejar eficientemente las infraestructuras encargadas para el suministro de agua en el país.

Ü **Municipalizar funciones de suministro de este líquido vital** en municipios que estén aptos para la tarea. Tal como está establecido en la legislación venezolana vigente.

La OMS indica que una revisión sistemática efectuada en 2005 permitió concluir que los episodios diarreicos (siendo la diarrea el síntoma común en los trastornos ocasionados por las enfermedades de origen hídrico), se reducen un 25% al mejorar el abastecimiento de agua, un 32% al mejorar el saneamiento, un 45% por medio del lavado de manos y un 39% mediante el tratamiento y el almacenamiento seguro del agua doméstica.

Visto de esta forma el desarrollo de las alternativas para el mejoramiento y conservación del equilibrio ecológico del agua a través del manejo de los recursos hídricos en los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua, vienen dadas a través de la creación de un planteamiento integral de evaluación y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor y su uso adecuado por parte de este.

Lo que representa un circuito hidráulico formado por El Lago de Valencia – El Rio Cabriales – La Red Sub – superficial de recarga del Río Pao – El embalse Pao – Cachinche y La Planta de Potabilización Alejo Zuloaga, siendo la última la encargada de la calidad del agua potable con la que se abastece el consumidor a través del Acueducto Regional del Centro (I Etapa) para los municipios Valencia, Libertador y Naguanagua. (Ver Figura 6)

La evaluación y gestión de los riesgos considera medidas preventivas, de mitigación y correctivas que son planteadas en conjunto para esta red hidráulica:

Medidas preventivas: es más eficaz invertir en medidas de prevención en la cuenca de captación que en grandes infraestructuras de tratamiento para controlar un factor de peligro, una gestión eficaz de la cuenca de captación presenta numerosas ventajas. Al reducir la contaminación del agua de origen,

se reducen las necesidades de tratamiento, lo que permite reducir al mínimo los costos operativos y la generación de subproductos del tratamiento.

Ü Programa de educación ambiental y sanitaria para generar una cultura hídrica que incluya:

Campañas de sensibilización, información y difusión en torno a la problemática existente. Dentro de las campañas de información a la población, se incluye explicación de ventajas y desventajas acerca del manejo del agua en lo que se refiere al almacenamiento, y diseño de métodos de disposición de excretas, y recomendaciones para el consumo del agua desde el punto de vista sanitario, como hervir el agua, dejar reposarla luego de hervir, la higiene personal, lavarse las manos al entrar y salir del sanitario, además promover cambios en toda la población, especialmente los centros de educación que permitan conducir de manera permanente actividades de capacitación, educación ambiental cultura hídrica y reflexión objetiva sobre la importancia y necesidad de gestionar el recurso hídrico, en otras palabras los conocimientos necesarios para monitorear y gestionar la inocuidad del agua que consumen.

Ü Inspecciones periódicas de las zonas de captación y de todos los componentes sensibles del sistema.

Ü Monitoreo permanente de los parámetros de calidad de agua en la fuente de abastecimiento, la constante verificación de la calidad del agua de consumo proporciona información sobre el funcionamiento general del sistema de abastecimiento de agua y sobre la calidad final del agua suministrada a los consumidores.

Ü Revisión y actualización de las normas técnicas sobre calidad del agua potable y el saneamiento.

Ü Monitoreo de los fines con que se presta el servicio, es decir: empresas que se dedican a la venta y recarga de botellones de agua potable, así como estándares de calidad de las mismas.

Ü Desarrollo de planes de gestión que describan las medidas que deben adoptarse durante el funcionamiento normal y cuando se produzcan incidentes, y que se documenten los planes de evaluación, para revisiones futuras, por ejemplo: manuales actualizados que faciliten la capacitación de nuevo personal o medidas de control que permitan tener los medios para controlar los riesgos, como posibles fuentes de contaminación de la cuenca

Ü Realizar un diagnóstico de la red de colectores de aguas servidas de toda la zona en el entorno del Pao – Cachinche así como de las redes de distribución.

Medidas mitigantes:

Ü Dar cumplimiento a la Ley Orgánica de Prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, la cual prevé el acceso oportuno y veraz a información sobre la calidad del agua potable y aguas residuales de las plantas depuradoras.

Ü Capacitación de personal constante con respecto a nuevas tecnologías, en materia de Ingeniería Sanitaria, para la operación y el mantenimiento de las instalaciones; el mantenimiento de una buena calidad del agua en el sistema de distribución será función del diseño y buen funcionamiento del sistema y de los procedimientos de mantenimiento y vigilancia aplicados para impedir la contaminación y para evitar y eliminar la acumulación de pozos en el interior del sistema, también mantenimiento de la protección necesaria para evitar el sabotaje, las conexiones ilegales y la manipulación inadecuada del sistema o instalaciones.

Ü Revisión y actualización de las normas de la calidad de agua potable normas de calidad de efluentes por el organismo correspondiente.

Ü Control de las actividades humanas dentro de los límites de la cuenca de captación, como la protección de acuíferos no confinados y poco profundos en relación a la contaminación que produce el vertedero “La Guásima”.

Ü Procedimientos para garantizar que la reglamentación sobre la planificación que protege los recursos hídricos (planificación de los usos de la tierra y gestión de la cuenca) de actividades potencialmente contaminantes, y que se supervise su aplicación además de fomentar la toma de conciencia por la comunidad sobre el efecto de las actividades humanas en la calidad del agua.

Como lo indica el “Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Zona Protectora de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao”, Decreto N° 2328 (1993), Gaceta Oficial N° 4599, como reza en el artículo 32, los usos y actividades que no son permitidas dentro de un área asignada bajo el término “uso protector”, este se le asigna a todas aquellas áreas imprescindibles para el mantenimiento y conservación del balance hídrico de la Cuenca Alta y Media del Rio Pao, como lotes boscosos, zonas con pendientes mayores a 50% y áreas que constituyen nacientes de ríos, entre las actividades están:

- a) El uso agropecuario
- b) El uso silvopastoril
- c) El aprovechamiento de la fauna
- d) El uso residencial
- e) La apertura de vías de todo tipo, excepto senderos peatonales
- f) Construcción de edificaciones y cualquier otro tipo de infraestructura
- g) La deforestación, intervención de la vegetación y cualquier tipo de alteración
- h) Extracción de tierra y especies vegetales, excepto aquellas con fines científicos debidamente autorizadas por el Ministerio de Ecosocialismo y Aguas
- i) La cacería no autorizada y fuera de temporada
- j) Instalaciones complementarias a la actividad recreacional

Ü Diseño actualizado de tarifa por la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, que permita aumentar la inversión en el sector.

Ü Actualizar los programas de inversión en el mantenimiento y modernización del sistema de distribución, el Acueducto Regional Del Centro
I Etapa

Ü Saneamiento del Embalse Pao – Cachinche

Ü Revisar los manuales de Procedimientos de reparación y adecuarlos a las normativas vigentes en la materia, incluida la desinfección de las tuberías.

Medidas correctivas:

Ü Concluir la red de Colectores de aguas servidas para la cuenca del Lago de Valencia y la cuenca del embalse Pao Cachinche

Ü Rehabilitación, modernización y saneamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, como La Mariposa, Los Guayos y Taiguaguay.

Ü Modernización Tecnológica de los procesos de potabilización la Planta Alejo Zuloaga y Planta Lucio Baldó Soulés

Ü Construcción de nuevas Plantas de Potabilización

Ü Pretratamiento de las aguas que ingresan al embalse Pao – Cachinche y Guataparo

Ü Optimización del proceso de tratamiento del agua, con control de: la dosificación de las sustancias químicas, la descolmatación de filtros por inyección y el caudal

Ü Implementación de sistemas de bombeo, que permitan la reducción del tiempo de permanencia del agua en el sistema, evitando su estancamiento en depósitos de almacenamiento, bucles y puntos ciegos, contribuirá también a mantener la calidad del agua de consumo.

Ü Añadir protección a los embalses de almacenamiento de agua tratada a cielo abierto, estos están potencialmente expuestos a fuentes de contaminación fecal como el agua de escorrentía superficial y las heces de aves acuáticas y otros animales, y que pueden no estar protegidos contra actos de vandalismo o manipulación.

Ü Adecuación de las instalaciones para controlar variaciones del caudal que superan los límites de diseño de las instalaciones.

Ü Inversión en el sector general de saneamiento, abastecimiento y distribución de agua potable en el Estado Carabobo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Ü En base a lo estudiado es necesario establecer mediante el uso de la legislación y organismos encargados, una tarifa adecuada del consumo del agua potable, ya que su bajo costo incide en el manejo inapropiado

Ü Es un conjunto de factores lo que mantiene la contaminación en los embalses Pao – Cachinche y Guataparo, la inoperatividad de las plantas de tratamiento de aguas residuales La Mariposa y Los Guayos, el trasvase del Lago de Valencia y el desvío del Rio Cabriales, por otra parte la recolección de desechos y vertederos a cielo abiertos que afectan otros afluentes que dan al Rio Pao

Ü La materia orgánica ha atravesado todo el sistema de potabilización, por lo que ha generado la hipercloracion, como medida , en el tratamiento del agua, formado sub productos como los Trihalometanos, y al agregar coagulantes como el Sulfato de Aluminio no cumplen su función, por lo tanto no forman flóculos, no tienen efectos sobre el proceso de sedimentación, y este también atraviesa los filtros, y culmina en la salida de las redes de distribución, el Acueducto Regional del Centro

Ü La Planta Alejo Zuloaga no está destinada a tratar aguas crudas con materia orgánica, por ello el sistema Convencional y Degremont no es eficiente y resulta insatisfactorio

Ü Inversión, organización, capacitación, modernización, atención y disposición de recursos y plantas, potabilizadoras y aguas residuales, para satisfacer la demanda poblacional

Ü Las plantas de tratamientos de aguas residuales son muy importantes para controlar los elementos nocivos vertidos en los cuerpos de agua, preservando así ecosistemas acuáticos, y a la vez también controlando los elementos patógenos, dañinos para la salud pública.

Ü El cloro es el desinfectante más económico y eficaz, pero su aplicación debe ser controlada y manipulada cuidadosamente, evitando que interfiera en los demás procesos de tratamiento del agua

Ü La bora y la lemna, no son totalmente perjudiciales porque aportan nutrientes al agua, sin embargo su proliferación descontrolada si, por lo tanto es necesario el mantenimiento y control de cada una de ellas.

Ü El efecto del cloro, el aluminio en la salud, se demuestra a largo plazo, por lo tanto la supervisión de la aplicación de estos elementos a los tratamientos debe ser altamente supervisada.

Ü Para controlar las enfermedades transmitidas a partir de las excretas hay que romper o interrumpir la cadena de transmisión interponiendo barreras para evitar que los agentes causales contenidos en dichas excretas, o aguas negras u otros desechos, lleguen al hospedero sano utilizando las vías señaladas. La barrera interpuesta no es más que una medida de saneamiento ambiental

Ü La diarrea es el síntoma común de los trastornos gastrointestinales causados por el agua contaminada, ocasionando morbilidad y mortalidad infantil

Ü El nivel de salud de una población está fuertemente relacionado con el tipo de vivienda que habita, el saneamiento del barrio donde vive, posibilidades de acceso a servicios de salud, educación, en otras palabras a sus condiciones de vida, por lo que la principal forma de mejorar esto es disminuyendo las inequidades sociales, lo cual se hace a través de acceso a la educación, salud, empleo, programas deportivos y culturales

Ü Agua, pobreza y salud son factores que se encuentran estrechamente ligados. Al tener un acceso limitado al agua doméstica y al saneamiento, se incrementan los niveles de enfermedades y se contribuye a mantener la pobreza.

Ü La degradación de la calidad del agua contribuye a la escasez de este recurso. Este es un aspecto importante en el manejo de los recursos hídricos, el cual ha sido tratado con negligencia. La mala calidad del agua tiene múltiples consecuencias para la salud y el medio ambiente, que vuelven al recurso no

apto para su uso, dando como resultado la reducción en la disponibilidad de recursos hídricos. En efecto, la contaminación del agua ha devenido en una de las grandes amenazas para la disponibilidad y reúso del agua dulce. La acelerada urbanización, el incremento en las actividades agrícolas, el uso de fertilizantes y plaguicidas, la degradación del suelo, las altas concentraciones de población y la deficiente eliminación de desechos afectan la disponibilidad de los recursos de agua dulce.

Ü Es necesario la educación hídrica, la cultura hídrica forma parte fundamental de la solución al problema, y establecer a través de ella criterios técnicos – sanitarios, para obtener el manejo adecuado del recurso hídrico

Ü Enseñar en materia de hidrología, cuencas, y el valor de agua dulce desde la educación primaria, la participación de la comunidad es de vital importancia

Ü El agua es un elemento vital a nivel mundial, su uso es imperativo para la vida humana y animal, en el hogar, la escuela, centros hospitalarios, la calle, clave para el desarrollo humano y de los pueblos con incidencia en el desarrollo físico y emocional de un individuo, de la misma manera, es clave para el desarrollo económico, con influencia directa sobre innumerables actividades (agricultura, ganadería, alimentación, salud, educación, ecología, prestación de servicios, industria, turismo, ornato, etc.) y por ende también con influencia sobre la actividad cultural y política de los pueblos.

RECOMENDACIONES

Ü En el hogar, hervir el agua, durante 10 minutos, elimina cualquier microorganismo presente que pueda causar enfermedades, el sabor del agua hervida puede mejorarse cambiándola de un envase a otro, y se conoce como aireación

Ü El manejo de excretas, el fecalismo al ras del suelo es una práctica que debe ser reemplazada, o aplicable solo en casos estrictos de ruralidad, en lo que no es posible la instalación de excusados.

Ü Estimular estudios poblacionales para estimar prevalencia de enfermedades y sus factores de riesgo.

Ü Evitar el almacenamiento del agua, de forma inadecuada, ya que de esta forma se generan enfermedades de origen hídrico a través de vectores. De almacenar agua, por efectos del racionamiento, se deben efectuar servicios de mantenimiento, limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua y de cada envase de recolección

Ü Clasificar los desechos solidos

Ü Reusar el agua, para fines de riego

Ü La desinfección en el lugar de uso puede ser una opción de bajo costo. La desinfección solar es gratuita.

Ü Es imperante la participación de la población en el problema del Agua que presenta el Estado Carabobo, es un problema silencioso, las autoridades competentes del servicio, no prestan la información completa, y la indiferencia es palpable, el daño que se ocasiona sobre el medio ambiente no tiene valor, si no repercute de inmediato en la integridad del agente que lo causa

Ü Existen planes de manejo a distintos niveles de desarrollo, la Fase IV, plantea como controlar, mitigar e identificar las amenazas, también la OMS posee planes de seguridad del agua que pueden desarrollarse en cualquier entorno, para hacer uso eficiente de los recursos económicos disponibles y

concientizar a la población sobre la importancia que juega en el contexto e involucrarlas en actividades de conservación

Ü Establecer un programa constante de vigilancia de la calidad del líquido en las fuentes de agua, realizando análisis periódicos de parámetros físicos, químicos y biológicos, es absolutamente indispensable, para la gestión integrada del recurso hídrico

Ü Se recomienda a la población, en cada municipio, exigir a través de las autoridades comunales la evaluación y caracterización periódica del agua para consumo humano tal, como se señala en la Gaceta Oficial, e invitar periódicamente a instituciones no gubernamentales a servir como veedores y árbitros para el análisis y manejo de tan vital recurso.

Ü Sensibilizar y capacitar a técnicos institucionales y equipos municipales sobre campañas que vayan dirigida a la población, para la adopción de métodos de desinfección, así como establecer una metodología de planificación del recurso hídrico, para ordenar el uso de la tierra y potenciar sus usos de manera consensuada con la comunidad, sus necesidades e intereses.

Gordon M. Fair, John C. Geyer y Daniel A. Okun (1992). *Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales*. Editorial: Limusa, México

Hernández, Fernández y Baptista (2006) *Metodología de la Investigación* (cuarta edición). Editorial: McGraw-Hill, México

Laguna Ana Isabel (2015), *Enfermedades hídricas se manifiestan en el tiempo*, [Artículo en la web] disponible en la página: <https://www.el-carabobeno.com/Enfermedades-hidricas-se-manifiestan-en-el-tiempo/>.

(Consultado Agosto 2017)

Ley de Aguas (2007), Gaceta Oficial N° 38595.

Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (2001), Gaceta Oficial N° 5568 (LOPSAPS).

Ley Orgánica Del Ambiente (2006), Gaceta Oficial N° 5833.

Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del Lago de Valencia (1999), Gaceta Oficial N° 5305.

Ley Penal del Ambiente (2012), Gaceta Oficial N° 39.913.

Martínez, Zoila (2011), *Situación de los Recursos Hídricos en Venezuela* Publicado por: Asociación Venezolana para el Agua (AveAgua), Caracas – Venezuela.

Morles, V (1994) *Planeamiento y Análisis de Investigaciones*. Caracas – Venezuela: Editorial El Dorado.

Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable (1998), Gaceta Oficial N° 36395.

Norma Venezolana COVENIN 1431-82 denominada: *Agua Potable Envasada* (1982)

Rodríguez Marianela (2014), *Peligra salud de los carabobeños por elevada contaminación del agua potable*. [Artículo en la web] disponible en la página: <http://www.eluniversal.com/nacional-y-politica/140622/peligra-salud-de-los-carabobenos-por-elevada-contaminacion-del-agua-po>. (Consultado Agosto 2017)

Rivas Mijares Gustavo (1963), *Tratamiento de Potabilización de las Aguas*. Editorial: Nuevas Graficas, Madrid – España

Sarco Lira Carlos (2010), *Alto deterioro en calidad del agua de Pao-Cachinche*. [Artículo en la web] disponible en la página: <http://sarcoliracarlos.blogspot.com/2010/05/alto-deterioro-en-calidad-del-agua-de.html> (Consultado Agosto 2017)