



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA
POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA
SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO.**

Autor:

Cholhot Khal, Tony Elías

CI: 25.765.295

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



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

**PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA
POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA
SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO.**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autor:

Cholhot Khal, Tony Elías

CI: 25.765.295

Tutor:

MSc. Jutzy Herrada.

C.I: V-12.809.606

San Diego, septiembre de 2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Propuesta de sistema de tratamiento compacto para potabilización de agua en vivienda multifamiliares, parroquia San José Municipio Valencia - Estado Carabobo.

Realizado por el (la) Br. Cholhot Khal, Tony Elias.

C.I. N° 25765295. cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

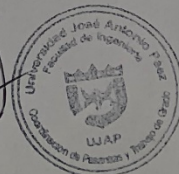
El Jurado

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Julio M. Henada
C.I.: 12809206

Jurado
Nombre: AURA SANABRIA
C.I.: 10176250

Jurado
Nombre: Cus F. Rodriguez
C.I.: 12148806

Fecha: 11/10/22.



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 006 2022-2CR TG

Valencia, 08 de junio de 2022

Ciudadano:
CHOLHOT KHAL, TONY ELIAS
25.765.295
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2022 de fecha 12/05/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de sistema de tratamiento compacto para potabilización de agua en residencias Río Apure, Parroquia San José, Municipio Valencia., Estado Carabobo.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Jutzy Mary Herrada Palma, titular de la cédula de identidad V-12.809.606



Atentamente

Francisco Gelánz Sevilla
Dr. Francisco Gelánz Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



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

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. **Jutzy Herrada**, portador de la cédula de identidad N° 12.809.606, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Cholhot Khal, Tony Elías, titular de la cédula de identidad N° 25.765.295, titulado **PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, 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 19 días del mes de septiembre del año dos mil veinte y dos.

Ing. Jutzy Herrada
C.I.: 12.809.606

DEDICATORIA

Dedico esto a Dios por ser uno de mis más grandes mentores a través de la Fe, abriéndome paso por el camino de la enseñanza y guiarme hacia este sueño que es uno de los más importantes de mi vida que con mucho esfuerzo, arraigo y esmero pude llegar a cumplir.

Este logro tan grande se lo dedico a toda mi familia, que ha estado para mí desde el principio de este trayecto de mi carrera dándome su ejemplo, ayuda y las palabras justas y necesarias cuando los he necesitado, especialmente a mis abuelos que soñaban tanto como yo este momento y que hoy me acompañan en espíritu y corazón desde el cielo. También a mi novia quien ha estado en todo momento a mi lado sin falta apoyándome en cada paso.

Por último, a todas aquellas personas que aportaron valor, conocimiento, esfuerzo y arduo trabajo colaborándome no sólo con consejos si no con acciones que hacen que este mérito sea aún más valioso.

AGRADECIMIENTO

Inicialmente agradecido conmigo mismo, por confiar en mí y tomar la decisión de empezar hace unos años y continuar hasta culminar esta carrera que tanto me apasiona sin rendirme y poniendo de mi parte toda la constancia y el gran esfuerzo que hoy da estos frutos que tanto había añorado.

Gracias a toda mi familia por acompañarme en esto tan importante para mí y formar parte del mismo, con sus consejos, enseñanzas, ayuda y apoyo en cada paso que he dado en este camino que me ha llevado hoy a una de mis más grandes metas cumplidas. A mi novia por su ayuda, compañía, por ser mi soporte siempre que la he necesitado y por tener las palabras correctas para empujarme hacia adelante.

Agradecido infinitamente con mi tutora, la profesora Jutzy Herrada quien me ha forjado y ha estado labrando esta ruta que nos ha traído hasta aquí de la mano del aprendizaje, el conocimiento, la investigación y el gran empeño que le pusimos en equipo a este trabajo.

Para concluir, agradezco a mis compañeros, en especial a Jesús Varela por ser uno de mis ejemplos de constancia y motivación, por ayudarme siempre que necesité una mano amiga, un buen consejo, alguna explicación o aporte y por acompañarme sin falta.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN INFORMATIVO	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.5. Alcance y Limitaciones	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes	6
2.2- Bases Teóricas	7
2.2.1 Sistema de tratamiento para agua potable.....	7
2.2.2 Sistema de tratamiento compacto	8
2.2.3 Calidad del agua.....	13
2.2.4 Características físicas del agua	14
2.2.5 Características químicas del agua	15
2.2.6 Características bacteriológicas del agua	16

2.3-	Bases Legales	17
2.4-	Definición De Términos Básicos	18
2.5-	Cuadro Técnico-Methodológico.....	19

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1	Modalidad De Investigación	21
3.2	Diseño De La Investigación	21
3.3	Nivel De La Investigación.....	21
3.4	Población Y Muestra	22
	3.4.1. Población.....	22
	3.4.2. Muestra	22
3.5	Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos	22
	3.5.1 Técnicas	22
	3.5.2 Instrumentos.....	22
3.6	Técnicas De Análisis De Resultados.....	23
3.7	Fases Metodológicas	23
	3.7.1 Fase I. Diagnóstico.....	23
	3.7.2 Fase II. Factibilidad.	24
	3.7.3 Fase III: Diseño.....	24

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.	Fase Diagnóstico	25
4.2.	Fase Factibilidad.....	31
	4.2.1. Tamaño del proyecto.....	31
	4.2.2. Proceso Global de Transformación.....	32
4.3.	Fase III: Diseño	34

4.3.1. Objetivos del Diseño.....	34
----------------------------------	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	42
5.2. Recomendaciones.....	42

BIBLIOGRAFÍA.....	44
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro	Pag
1. Características organolépticas del agua potable	18
2. Cuadro Técnico-Methodológico	19
Tabla	Pag
1. Matriz DOFA.....	25
2. Factores condicionantes.....	31
3. Equipos a utilizar en el sistema de tratamiento.....	32
4. Flujograma del proceso global de transformación.....	33
5. Matriz Estrategia.....	34
6. Comparación de resultados antes y después del tratamiento.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pag
1. Redes de agua potable y sistema de cloacas de Hidrocentro cumplieron su vida útil.....	3
2. Consecuencias de sucesivos cortes en el suministro de agua potable	3
3. Sistema de tratamiento compacto	8
4. Lámpara UV	9
5. Tanque Hidroneumático	9
6. Filtros de zeolita.....	10
7. Filtros de Carbón activado.....	11

8. Equipo Suavizador o ablandador	12
9. Equipo de Ósmosis Inversa.....	12
10. Filtro Pulidor.....	13
11. Captación de muestra de agua cruda.....	26
12. Resultados parámetros organolépticos agua cruda	27
13. Resultados parámetros fisicoquímicos agua cruda.	28
14. Resultados parámetros microbiológicos agua cruda.....	29
15. Tanque de almacenamiento Resd. Río Apure.....	30
16. Condiciones actuales del cuarto de bombas	30
17. Desempeño de la zeolita	35
18. Filtro pulidor con carbón activado.....	36
19. Lámpara UV	36
20. Resultados de la caracterización del agua tratada. Requisitos Organolépticos	37
21. Resultados de la caracterización del agua tratada. Parámetros fisicoquímicos.	38
22. Resultados de la caracterización del agua tratada. Parámetros microbiológicos.....	39



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

**PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA
POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA
SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO**

Autor: Cholhot K. Tony Elías

Tutora: Ing. Jutzy Herrada

Fecha: septiembre 2022

RESUMEN INFORMATIVO

En la actualidad, la cantidad de agua que se está abasteciendo por parte de la compañía Hidrológica del Centro (HIDROCENTRO), dista mucho de ser suficiente, numerosas quejas presentadas por las comunidades en los diferentes medios de comunicación dan fe de esta afirmación. Tener acceso al agua potable, no solo es un derecho de todo ser humano, esto ha sido señalado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y está contemplado en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. La carencia de este recurso no solo puede llevar a las comunidades a hacer uso de fuentes poco confiables, sino, además las personas tendrían que incurrir en costos adicionales para poder adquirir un agua apta para el consumo humano. De allí nace el objeto del presente estudio de Proponer un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo. La investigación tuvo como modalidad, el proyecto factible, con un diseño no experimental y un nivel descriptivo. En cuanto a la fundamentación teórica, se realizó una revisión bibliográfica de temas relacionados con la potabilización del agua y de los distintos dispositivos que existen en el mercado. De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio se constató que el agua que llega a la edificación en estudio no es apta para consumo humano. Se procedió a diseñar un sistema de potabilización que comprende las siguientes unidades filtro de zeolita, unidad de pulimento + carbón activado y una lámpara UV, luego de aplicar el tratamiento, los valores obtenidos cumplían con lo establecido en la gaceta 36.395, en consecuencia es apta para consumo humano.

Descriptores: Calidad del Agua, Potabilización, Sistema de Tratamiento Compacto

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la vivienda multifamiliar denominada Residencias Río Apure, ubicada en la parroquia San José del municipio Valencia, estado Carabobo. Tuvo como propósito proponer un sistema de tratamiento compacto para la potabilización del agua que consumen los habitantes de la edificación. Para lograrlo, se captaron muestras del agua con que es abastecido el edificio, se le efectuaron los análisis de laboratorio, para conocer sus características, el laboratorio seleccionado fue el Centro de Investigaciones Microbiológicas y Ambientales de la Universidad de Carabobo, el mismo está certificado por el Ministerio del poder popular para el ecosocialismo; en función de los resultados obtenidos se diseñó el sistema de tratamiento compacto, ya que el consumo de agua potable es un derecho que tiene el ser humano cuya razón principal la preservación de la salud.

La estructura de la investigación fue la siguiente:

Capítulo I. El problema; incluye el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación, general y específicos, la justificación y el alcance. En el Capítulo II. Marco Teórico, se señalan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las bases legales, la definición de términos básicos y el cuadro técnico metodológico.

En el Capítulo III. Marco Metodológico, se indica la modalidad de investigación, el diseño y el nivel de la misma, además, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, las técnicas de análisis de resultados y las fases metodológicas. En el Capítulo IV. Análisis de Resultados, se presenta cómo se logró cada objetivo de la investigación y en el Capítulo V, la Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

De acuerdo a lo indicado por el Instituto Nacional de Estadísticas (2011), un elevado porcentaje (87 %) de los habitantes de Venezuela está abastecido con agua potable, bien sea en la propia vivienda o un lugar adyacente a la misma y que en la actualidad el 84% de la población urbana y el 72% de la población rural, tiene acceso a este servicio.

Las fuentes utilizadas para el abastecimiento pueden ser ríos, quebradas y en algunos casos pozos, que deben ser permisadas ante el organismo competente y a su vez realizar los análisis de las propiedades fisico-químicas y bacteriológicas que estas aguas poseen, a fin de conocer el tipo de tratamiento a aplicar para su potabilidad.

Debe señalarse, que la empresa encargada de administrar el servicio de agua potable en la región central del país es la compañía Hidrológica del Centro (Hidrocentro), la misma posee una capacidad de producción de 5.600 lps en el denominado Sistema Regional del Centro II, el cual abastece actualmente solo al estado Carabobo, (Hidrocentro, 2017).

En 2021, Edward Zapata, secretario general del sindicato Hidrocentro, sostuvo que se “amerita un plan de sustitución y adecuación de tuberías”. El crecimiento demográfico que se ha producido en los últimos 25 años, imposibilita detectar la verdadera red de distribución, tal como se muestra en la Figura 1 (Cárdenas, 2021). Es importante resaltar que desde el año 2015, se vienen realizando cortes del servicio de distribución de agua potable, tal como lo ha mencionado (El Carabobeño, 2020), esta situación ha traído como consecuencia que los habitantes de diversos sectores se vean en la necesidad de comprar agua a camiones cisternas que ofrecen “*agua potable*” para consumo humano y los usuarios que tengan un mejor nivel adquisitivo, opten por la compra de agua envasada (botellones) para suplir su consumo (ver Figura 2).



Figura 1. Redes de agua potable y sistema de cloacas de Hidrocentro cumplieron su vida útil

Fuente: Cárdenas (2021)



Figura 2. Consecuencias de sucesivos cortes en el suministro de agua potable

Fuente: El Carabobeño (2020)

Esto se traduce a la vez, en el desconocimiento de las características del agua que se está consumiendo ya que no hay una especificación sobre el número de casos de enfermedades ocasionadas por una calidad deficiente en el agua en el sector en estudio lo que podría estar afectando el bienestar de los residentes de la parroquia San José, más específicamente a los

habitantes de resid. Río Apure. De persistir esta situación, no solo se estaría poniendo en riesgo a los residentes de esa edificación, sino que además, los costos por mantenimiento del tanque de almacenamiento y el equipo hidroneumático, sumado a la compra de botellones en una economía donde la inflación es la protagonista, podría incidir en la renta mensual.

De la realidad antes plasmada, nace la propuesta de diseñar un sistema de tratamiento compacto para la potabilización del agua a ser consumida por los residentes de esa vivienda multifamiliar, los procesos a aplicar fueron adaptados a los resultados de caracterización del agua que llega a la edificación con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en la Gaceta 36.395 “Normas sanitarias de calidad de agua potable”.

1.2. Formulación del Problema

¿De qué manera se puede mejorar la calidad del agua para consumo humano abastecida a Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Proponer un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las características físico-químicas y bacteriológicas del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

2. Identificar las variables que influyen en la calidad del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

3. Diseñar un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

4. Determinar la factibilidad técnica, social operativa del diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

1.4. Justificación

El consumo de agua no potable es una de las razones por las que las enfermedades de origen hídrico siguen constituyendo un problema de salud en países en desarrollo. El agua es uno de los medios fundamentales para la transmisión de microorganismos, debido a ello, es importante mantener un control adecuado de su calidad (Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, 2009). La OMS (2019) calcula que los números de casos y el número de muertes derivadas de las enfermedades más graves asociadas con el agua se reducirían entre un 20 y un 80 por ciento, si se garantizara su potabilidad.

El propósito de la presente investigación fue proponer un sistema compacto de potabilización que se pueda utilizar en viviendas multifamiliares, con la finalidad de mejorar la calidad de vida, no sólo desde el punto de vista de la salud sino, además, en lo que a disminución de gastos se refiere, ya que con los índices de inflación que presenta el país, cualquier ahorro por pequeño que sea, es un beneficio para la familia representando un aporte social.

Como aporte académico resalta el conocimiento que se les brindará a los estudiantes de ingeniería civil sobre los procesos de potabilización de agua, ya que en el desarrollo académico se menciona en varias asignaturas, pero no se detalla. Como relevancia ambiental se puede señalar que con el hecho de garantizar la potabilidad del agua se estaría cumpliendo con parte de los objetivos del desarrollo sostenible, además de poner a la disposición de otros profesionales de la ingeniería civil la forma de diseñar una planta potabilizadora compacta, dando a conocer la caracterización a realizar, los equipos a utilizar y la normativa a aplicar.

1.5. Alcance y Limitaciones

Para realizar la propuesta se caracterizaron los parámetros físico-químicos (pH, turbidez, SST y dureza) y los bacteriológicos (coliformes fecales y totales) del agua que llega a la edificación Residencias Río Apure, ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo. Los análisis fueron realizados en el Centro de Investigaciones Microbiológicas y Ambientales (CIMA), laboratorio debidamente certificado y los resultados fueron comparados con la Norma Sanitaria de calidad de Agua Potable, Gaceta 36.395.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Castillo, Grecia (2021) el estudio titulado: **Creación de una Planta para la Producción de Agua Embotellada en el Estado Zulia, publicado en la Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología.** En artículo publicado en la revista ciencia y tecnología, cuyo objetivo general contempló proponer la creación de una planta embotelladora de agua potable en el estado Zulia. Fue una investigación de tipo descriptiva, documental, proyecto factible, no experimental, transversal. La población de estudio estuvo conformada por unidades de estudio procedentes de informes, publicaciones, artículos, trabajos especiales de grado, estadísticas y cotizaciones de proveedores. Los resultados de la investigación arrojaron la necesidad de instalar la planta embotelladora de agua potable debido a la existencia de una demanda insatisfecha en el estado Zulia. Asimismo, se determinó la factibilidad técnica del proyecto a través de la localización óptima, determinación de las maquinarias y equipos requeridos para el proceso de extracción, procesamiento, tratamiento sanitario y embotellamiento del agua potable, descripción del proceso productivo con tecnologías y mano de obra asequibles.

El aporte a la presente investigación es la forma de determinar de la factibilidad técnica del proyecto.

Asimismo, Cruz, Jaiber (2020). Presentó una investigación titulada: **Estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en la vereda Cualamaná, municipio de Melgar Tolima.** Para optar al título de Especialista en Gestión de Proyectos, en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. La investigación tuvo como objeto evidenciar los estudios y análisis técnicos realizados para la elaboración del montaje de una planta de tratamiento de agua potable tipo compacta. El diseño de la investigación fue experimental y de tipo investigación de campo. El proyecto fue planteado para beneficiar a una población de 650 habitantes, el muestreo fue de tipo censal ya que la población es igual a la muestra. El trabajo de campo se llevó a cabo de acuerdo al Manual de instrucciones para toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que el agua que estaban consumiendo no está cumpliendo por lo

exigido en la actual normatividad Colombia. Como aporte al presente estudio está la metodología empleada referida a los análisis de laboratorio.

También, Rivera, Darwin (2017) En su trabajo de grado titulado: **Estudio de pre factibilidad de una planta embotelladora de agua potable en el departamento de Tumbes** para optar al título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Nacional de Piura, el cual tuvo como objetivo general Elaborar el estudio de pre factibilidad de una planta embotelladora de agua potable en el departamento de Tumbes, Ecuador, debido al consumo creciente de agua embotellada en la región Tumbes. Se tomaron en cuenta factores como cantidad de agua a tratar y se realizó un análisis financiero para conocer la rentabilidad económica del proyecto. El tipo de investigación fue aplicada con diseño no experimental. La población estuvo compuesta por 47 538 familias y la muestra por 203 familias. Se elaboró un esquema metodológico para la evaluación del proyecto y en concordancia con el análisis efectuado, se pudo comprobar la factibilidad del proyecto. Esta investigación servirá de apoyo al presente estudio en cuanto al análisis de factibilidad.

Finalmente, Expósito, L y Hernández, J (2014), elaboraron un trabajo de grado titulado: **Diseño de una planta piloto potabilizadora de tipo convencional, con coagulantes orgánicos accionada por gravedad, para pequeñas comunidades**, para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica Andrés Bello. Debido a que, en la actualidad las comunidades presentan deficiencias en cuanto al acceso y calidad del agua para consumo. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, la población fue el caudal del agua a tratar de donde fueron captadas 90 muestras para ser analizadas y poder realizar el diseño. La planta fue diseñada con los procesos de una planta potabilizadora convencional (Floculación-coagulación, sedimentación, filtración y desinfección), la desinfección se hizo utilizando el método SODIS, para eliminar los agentes contaminantes que no fueron eliminados en los procesos anteriores. El aporte que brinda esta investigación son los fundamentos teóricos a ser considerados en los parámetros a evaluar.

2.2- Bases Teóricas

2.2.1 Sistema de tratamiento para agua potable

El sistema de tratamiento para agua potable o potabilización, es un conjunto de procesos, mediante los cuales se aplican procedimientos con la finalidad de que el producto final (agua tratada) pueda ser empleado por las personas sin representar un peligro para su salud. Se hace referencia tanto para tomarla como para utilizarla en la preparación de alimentos. La potabilización

radica especialmente en suprimir los elementos que son considerados como sustancias tóxicas para el ser humano y ocasionar daños a la salud, a través de procesos como coagulación, floculación, sedimentación, filtración, cloración, desinfección, entre otras (Acciona, 2020).

2.2.2 Sistema de tratamiento compacto

Este tipo de sistema de tratamiento es de fácil fabricación e instalación. Generalmente, estas plantas incluyen un proceso de decantación compuesto de laminillas para reducción de turbidez, sistemas de filtración, tanque suavizador y finalmente la aplicación de desinfección del agua previo al suministro y distribución, con la finalidad de garantizar la calidad del agua (Hidritec, 2016). Este tipo de sistema de tratamiento compacto también recibe el nombre de plantas purificadoras de agua que se diseñan, como se mencionó anteriormente, para mejorar la calidad del agua de consumo cuya procedencia puede ser: pozos o redes municipales.

A diferencia de las estructuras convencionales, las plantas compactas (ver Figura 3) para el tratamiento de agua potable son una opción ideal para comunidades pequeñas, zonas alejadas o en situación de emergencia. Debido a su versatilidad, facilidad de operación y costo de sus componentes. Además, requieren un consumo mínimo de energía, lo que las hace una alternativa sostenible (Construcción y vivienda, 2020).

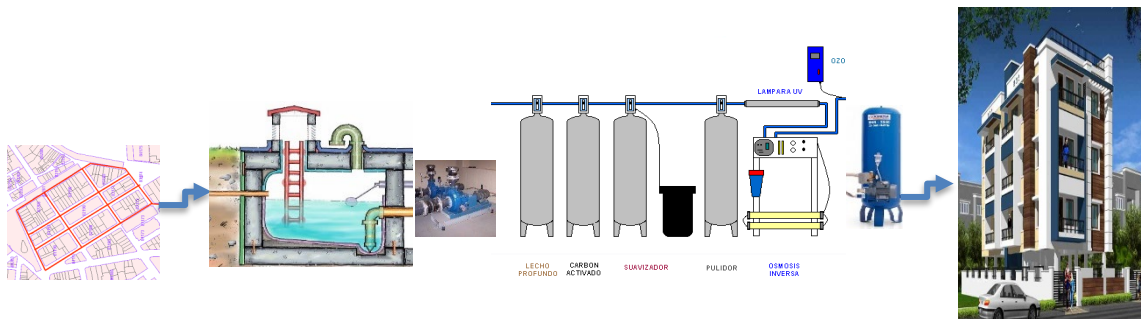


Figura 3. Sistema de tratamiento compacto

Fuente: (Cholhot, 2022)

Principales componentes

En líneas generales, sus componentes son:

a. Unidad de desinfección:

Se define como el equipo necesario para la eliminación de microorganismos que puedan estar presentes en el agua a tratar, en este tipo de plantas se utiliza una lámpara UV (Figura 4) este tratamiento no altera el sabor, olor, y color del vital líquido. El equipo está compuesto por una

cámara de reacción de acero inoxidable, un tubo de cuarzo de alta pureza y un foco germicida con grandes niveles de eficiencia. En algunas ocasiones se puede utilizar un dosificador de cloro (cloración). Si esta operación se realiza como pretratamiento, el agua tratada se almacena en tanques de polietileno virgen (Alianzas Estratégicas, 2022).

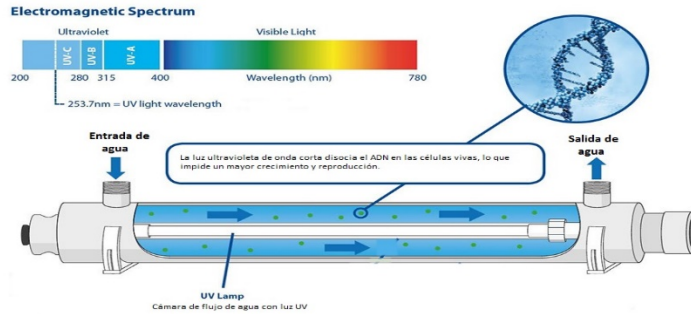


Figura 4. Lámpara UV

Fuente: Puritec (2022)

b. Hidroneumático:

El equipo hidroneumático, mostrado en la Figura 5, dispone de una bomba tipo jet y un tanque hidroneumático de diafragma. Están diseñados para mantener la presión constante requerida en cualquier sistema de demanda de agua. Sus componentes son: una electrobomba, un tanque hidroacumulador, y un cargador de aire diseñados para trabajar en armonía y sincronía (HierroPalermo, 2022). Se utilizan tanto en viviendas unifamiliares como en edificios y conjuntos residenciales.



Figura 5. Tanque Hidroneumático

Fuente: HierroPalermo (2022)

c. Filtro de zeolita:

Es aquel filtro que está compuesto por lecho filtrante con zeolita, una válvula de control construida de plástico o de bronce y un tanque de resina revestida con fibra de vidrio (Fibras y Normas, 2022), tal como se muestra en la Figura 6.

Ventajas del uso de Zeolita:

- Reduce el grado de acidez del agua.
- Se requiere una menor cantidad de producto respecto a la arena silica por la porosidad y densidad.
- Posee una mayor superficie y porosidad.
- Produce una mayor claridad en el agua filtrada.
- La zeolita es el medio filtrante más durable (más de 5 años).
- La zeolita solo requiere de un simple retrolavado periódico para mantener su eficiencia y su desempeño y realizarlo en pocos ciclos, representando esto un ahorro energético
- La zeolita tiene una capacidad de flujo 4 veces superior a la de los medios filtrantes convencionales.
- La zeolita Incrementa el flujo en equipos con multimedia y sistemas de gravedad y presión comparado con los filtros de arena (Alianzas Estratégicas, 2022).



Figura 6. Filtros de zeolita

Fuente: Alianzas Estratégicas (2022)

d. Filtro de carbón activado:

Este filtro permite eliminar color, olor y mejorar el sabor del agua tratada. Es un equipo controlado por una válvula construida en plástico o bronce, normalmente está colocado en un tanque de resina termoplástica de revestida con vidrio de filtro, como el que se señala en la Figura 7 (Alianzas Estratégicas, 2022).



Figura 7. Filtros de Carbón activado

Fuente: Puritec (2022)

e. Suavizador o ablandador:

El equipo mostrado en la Figura 8, se utiliza para eliminar la dureza del agua, a través del proceso de intercambio iónico. La dureza del agua es producida por iones de calcio y magnesio, son sistemas que hacen pasar el agua dura a través de una cama de resinas y, como resultado a la salida, se obtiene agua con bajo contenido de dureza (Carbotecnia, 2020)

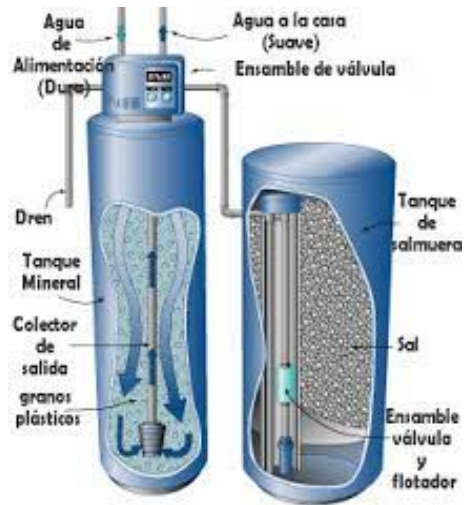


Figura 8. Equipo Suavizador o ablandador

Fuente: Puritec (2022)

f. Ósmosis Inversa:

La ósmosis inversa es una de las tecnologías más utilizadas mundialmente para la potabilización del agua, ya que ofrece una elevada remoción de elementos nanométricos. Están compuestos por membranas de ultra baja presión de ahorro de energía, bomba de alta presión, portamembranas de vidrio de fibras y manómetro de glicerina como también, rotámetros de acrílico o sensores electrónicos, protecciones, tableros de control electrónicos o eléctricos, el equipo de ósmosis inversa se muestra en la Figura 9 (Alianzas Estratégicas, 2022).

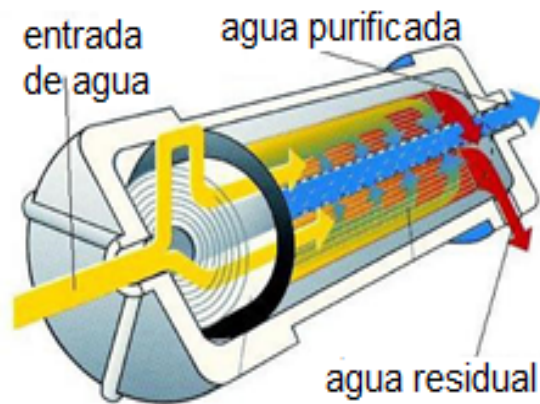


Figura 9. Equipo de Ósmosis Inversa

Fuente: Puritek (2021)

g. Filtro pulidor:

El Filtro pulidor de la Figura 10, es utilizado para la remoción de sólidos suspendidos, el mismo está compuesto por un portacartucho y un cartucho de sedimento de alta calidad, 1 o 5 micras. La función principal de estos filtros de cartucho son la retención de sedimentos y la remoción de cloro.



Figura 10. Filtro Pulidor

Fuente: Hidrofiltec (2022)

Todos los equipos mencionados anteriormente, son utilizados para mejorar la calidad del agua en consonancia con lo establecido en la Gaceta 36.395 “Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable”

2.2.3 Calidad del agua

Se puede definir como la capacidad que tiene el agua para ser usada en una determinada actividad, esto va a depender de las características físicas, químicas y bacteriológicas que ese suministro requiera. Para su determinación, se usan métodos estandarizados señalados por cada país y los parámetros caracterizados se comparan con los límites establecidos en sus normas (Cordy, 2014).

¿Cómo se mide la calidad del agua?

Varios parámetros de la calidad del agua pueden ser medidos in situ, en la fuente de abastecimiento tales como: temperatura, acidez (pH), oxígeno disuelto y conductancia eléctrica, otros deben ser determinados por medio de análisis realizados en un laboratorio (Cordy, 2014).

Parámetros de calidad del agua

Como señala Pardillo (2016), Posiblemente te preguntes cuando abres el grifo para beber un vaso de agua ¿qué ocurre hasta que llega el agua a mi casa? o ¿qué controles pasa?

El cuidado que se debe tener de las características del agua utilizada para consumo humano, de iniciar en el cuerpo de agua que la contiene, es decir, en embalses, ríos y pozos, seguir en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y continuar a lo largo de la red de distribución hasta llegar a cada vivienda que se va a abastecer. En esta investigación los puntos de recolección de muestras de agua que, posteriormente, se caracterizarán en el laboratorio, están ubicados en la planta de tratamiento (antes y después de cada unidad de tratamiento).

Con los métodos adecuados, el profesional del laboratorio analizará los parámetros obligatorios para saber si el agua es apta para consumo humano. Todos los resultados obtenidos de las caracterizaciones realizadas son analizados e interpretados para verificar si existe alguna inconformidad con los valores permitidos en la norma. De allí la importancia de poder determinar las características, físicas, químicas y bacteriológicas del agua.

2.2.4 Características físicas del agua

El agua posee algunas características físicas entre las que se pueden mencionar: color, olor, sabor y turbidez, que tienen repercusión en su apariencia, lo que puede ocasionar desconfianza en los consumidores al momento de utilizarla. Estas características pueden verse alteradas por diversos factores, por ejemplo: el color puede ser causado por la presencia de materia orgánica, hierro o manganeso. El olor y el sabor, por descargar de desechos industriales o compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas. En el caso de la turbidez, puede afectar el atractivo del agua para ser consumido. De aquí que, en las plantas potabilizadoras de agua se caracterizan estas propiedades para distribuir un agua que cumpla con los límites máximos establecidos en las normas de cada país (TECNOSOLUCIONES, 2020).

a. Color

Es una característica sensorial que aporta información sobre la composición del agua y el procedimiento a utilizar para mejorar lo relativo a su percepción. En el laboratorio, se determina

el “color real”, una vez eliminada la turbidez y el “color aparente” que es indicativo de sólidos suspendidos y disueltos (Blancas & Javier, 2019).

b. Olor y Sabor

Estos parámetros son los principales causantes de la desconfianza que puede tener un usuario en cuanto a consumir el agua, ya que por ejemplo los compuestos fenólicos son fácilmente detectados por el sentido del olfato, a pesar de que en bajas concentraciones no se perciben en forma gustativa, otro ejemplo que se puede señalar es el olor que caracteriza al sulfuro de hidrógeno (huevo podrido) que puede ser un indicador de contaminación por compuestos orgánicos en el agua (Hidalgo, 2020).

c. Turbidez

Es un parámetro indicativo de materia orgánica e inorgánica en suspensión, el contenido de estas es un condicionante del color y beneficia el proceso de crecimiento microbiano, debido a que suministra nutrimentos además de una base para su proliferación (Blancas & Javier, 2019).

d. Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Son sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico que queda disuelto en el agua, son los pasantes de un filtro de fibra de vidrio con abertura de 1.5 micras, para su determinación deben ser calentados en estufa a una temperatura de 180°C. El resultado se reporta en mg/L (Carbotecnia, 2021).

e. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos totales (SST) son los retenidos en el filtro de fibra de vidrio con abertura de 1.5 micras. La sumatoria de los SDT + SST, permite conocer la cantidad de sólidos totales (ST) en la muestra de agua L (Carbotecnia, 2021).

2.2.5 Características químicas del agua

La presencia de sustancias químicas en el agua bien sea de origen natural o antrópico, pueden alterar sus características químicas, para provecho o para perjuicio de la salud, dependiendo de la composición y la cantidad que esté presente. Se pueden mencionar el Aluminio, el cual disminuye el nivel de pH, el Mercurio que afecta directamente a la salud por su toxicidad, el Hierro que, a pesar de encontrarse en algunas aguas naturales en baja concentración, puede causar turbidez, transmitir color al agua y ocasionar incrustaciones en las tuberías (TECNOSOLUCIONES, 2020).

a. pH

El pH es una característica del agua potable que depende de la concentración de iones hidrógeno en la misma e indica el carácter ácido o básico de esta, tanto valores muy altos ($\text{pH} > 10$), como valores muy bajos ($\text{pH} < 4$) pueden ocasionar daños en el organismo. Es importante su determinación ya que influye en los procesos de coagulación y la desinfección (SCIELO, 2018).

b. Acidez

La acidez del agua es la capacidad del agua para neutralizar bases. Este parámetro es un indicativo de la cantidad de base que se debe añadir para aumentar el pH a un valor deseado. Se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro (Sawakinome, 2022)

c. Alcalinidad

Se refiere a la capacidad del agua para neutralizar ácidos, la alcalinidad es causada sobre todo por sales de ácidos débiles, siendo los mayores contribuyentes a los valores de este parámetro el hidróxido y el bicarbonato. Se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro. Casi siempre, si el agua es pura solo se obtienen valores de alcalinidad, ya que las aguas naturales contienen dióxido de carbono disuelto (Sawakinome, 2022).

d. Dureza

La dureza de un agua es producida generalmente por iones de Ca^{++} , Mg^{++} y más ocasionalmente por estroncio bivalente, en algunas investigaciones se ha señalado que los iones de Aluminio trivalente, también pueden ser causantes de la dureza del agua. Se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro, usualmente en el laboratorio se determina la dureza cálcica y la dureza magnésica, esta última se obtiene de la diferencia entre la dureza total y la cálcica (Ulloa, 2019)

2.2.6 Características bacteriológicas del agua

En toda la bibliografía consultada hacen referencia a la presencia de patógenos en el agua destinada al consumo humano y se señala a las bacterias del grupo coli como el indicador de este tipo de contaminación del agua, de allí la importancia de la determinación del NMP/ 100 ml de agua captada en el muestreo (ICB Editores, 2017).

a. Bacterias coliformes, Coliformes Fecales y Coliformes Totales

Las bacterias coliformes con del grupo de enterobacterias, es decir, se encuentran en el tracto intestinal sin causar ninguna patogenicidad. Cuando de calidad del agua se habla se hace necesario

la caracterización de bacterias Coliformes Fecales y Coliformes Totales. La *Escherichia coli* pertenece a este grupo y es usada como parámetro en los análisis de calidad de agua ya que es un indicativo de contaminación fecal. Esta bacteria al entrar en contacto con el ambiente u otras cepas del grupo coli, aumentan su virulencia al punto de ocasionar problemas intestinales (ICB Editores, 2017).

2.3- Bases Legales

Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1.999, vigente denominada: **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**, en el artículo 127 señala “Es un derecho y deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí mismo y del mundo futuro...”, así como también, expone en el artículo 326 “La seguridad de la nación se fundamenta en la correspondencia entre el estado y la sociedad civil para dar cumplimiento a los principios que rigen dicha seguridad, entre ellos el servicio de conservación ambiental”.

La Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.395 de fecha 13 de febrero de 1998, vigente denominada: “**Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable**” en el capítulo II de los aspectos microbiológicos, describe en el artículo 9. Los resultados de los análisis bacteriológicos del agua potable deben cumplir los siguientes requisitos: a. Ninguna muestra de 100ml., deberá indicar la presencia de organismos coliformes termorresistentes (coliformes fecales)”. En este mismo orden de ideas, también señala el artículo 11, que cita “el agua potable no debe contener organismos heterótrofos aerobios en densidad mayor a 100 ufc/ml”.

En el capítulo III artículo 14, se indican los Componentes relativos a la calidad organoléptica del agua potable.

Cuadro 1. Características organolépticas del agua potable

Componentes o Características	Unidad	Valor Desable 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/LcaCo ₃	250	500
pH	--	6,5-8,5	9,0
Aluminio	mg/L	0,1	0,2
Cloruro	mg/L	250	300
Cobre	mg/L	1,0	(2,0)
Hierro Total	mg/L	0,1	0,3 (1,0)
Manganeso Total	mg/L	0,1	0,5
Sodio	mg/L	200	200
Sufato	mg/L	250	500
Cinc	mg/L	3,0	5,0

Fuente: Normas Sanitarias De Calidad Del Agua Potable (1998)

En este mismo sentido, Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°38.595 del 2 de enero de 2007, denominada: “**Ley de Aguas**”, en el artículo 2 señala “La gestión integral de aguas comprende un conjunto de actividades dirigidas al manejo de las aguas en beneficio colectivo, efectuadas en forma coordinada y en cooperación...”. También destaca en el artículo 3, numeral 1 “El objetivo principal de garantizar la conservación y aprovechamiento sustentable de las aguas con el fin de satisfacer las necesidades humanas, ambientales y las demandas generadas por los procesos productivos del país”.

2.4- Definición De Términos Básicos

- **Agua cruda:** es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas (Acosta, 2022).
- **Equipo de bombeo:** Un equipo de bombeo es un transformador de energía, mecánica que puede proceder de un motor eléctrico, térmico, etc. Y la convierte en energía, que un fluido adquiere en forma de presión, de posición y de velocidad.(Peña, 2020).
- **Red de distribución de agua potable:** La red de distribución es la parte del sistema de abastecimiento de agua potable, por medio de la cual el agua llegue desde el lugar de captación al punto de consumo en buenas condiciones, tanto en calidad como en cantidad. Su adecuado funcionamiento depende de una selección de cuidados de los materiales que se utilizan, de

mano de obra calificada, de la observancia de las especificaciones de construcción y de la correcta supervisión de la ejecución de la obra (Aceves, 2016)

- **Sistema:** es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que actúan entre sí para lograr un objetivo. Los sistemas reciben (entrada) datos, energía o materia del ambiente y proveen (salida) información, energía o materia (Alegsa, 2021).
- **Válvulas:** Nombre genérico para un dispositivo con características móviles que permite abrir y cerrar una vía de circulación con el fin de permitir, prevenir ó controlar el flujo de fluidos (TLV, 2022).
- **Vivienda Multifamiliar:** es aquella en la que una construcción vertical u horizontal está dividida en varias unidades de viviendas integradas que comparten el terreno como bien común (REALIA, 2022).

2.5- Cuadro Técnico-Methodológico

Cuadro 2. Cuadro Técnico-Methodológico

Objetivo General: PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO. (Caso estudio: Residencias Río Apure).				
Objetivos Específicos.	Variables	Definición	Dimensión	Indicador
Diagnosticar las características físico-químicas y bacteriológicas del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.	Diagnóstico	Determinar los parámetros organolépticos, físico-químicos y bacteriológicos del agua a tratar	Técnica	Análisis de calidad del agua
Identificar las variables que influyen en la calidad del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.				
Diseñar un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la	Propuesta	Plan detallado para la ejecución del Diseño	Económica	Recursos

Objetivo General: PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO COMPACTO PARA POTABILIZACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARROQUIA SAN JOSE, MUNICIPIO VALENCIA, ESTADO CARABOBO.

(Caso estudio: Residencias Río Apure).

Objetivos Específicos.	Variables	Definición	Dimensión	Indicador
parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.				
Determinar la factibilidad técnica del diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.	Factibilidad	Disponibilidad de las herramienta, materiales, equipos, Jurídica y personal capacitado necesario para la ejecución de la investigación	Jurídica	Normas Análisis de calidad del agua

Fuente: Cholhot (2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico está integrado por elementos correspondientes a una serie de criterios teórico-metodológicos que abarcan tanto la naturaleza o enfoque del estudio, como el diseño de investigación, el cual reviste características y clasificaciones particulares para cada enfoque de investigación (Investigalia, 2021).

3.1 Modalidad De Investigación

La modalidad se enmarca el Proyecto Factible, según la UPEL (2004) el proyecto factible se define como un estudio “que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (p.7).

La Investigación se considera proyecto factible, debido a que se elaboró una propuesta para la potabilización del agua a utilizar en viviendas multifamiliares, analizando la factibilidad de que sea susceptible de ejecutarla en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

3.2 Diseño De La Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2017) los diseños no experimentales son “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (p. 149). En este sentido, los resultados de la calidad del agua que abastece a la vivienda multifamiliar Residencias Río Apure, fueron tomados tal como se presentan, para analizar los tratamientos necesarios a fin de que el agua sea apta para consumo humano. Además, tomando en cuenta que los datos con los que se elaboró el diseño son obtenidos de fuentes primarias, se considera como una Investigación de Campo. La investigación de campo es una de las metodologías más usadas en el área de la investigación, ya que ofrece varias ventajas cuando se trata de recopilar datos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2017).

3.3 Nivel De La Investigación

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, tomando en cuenta la calidad y profundidad de la información con que se cuenta al inicio del proceso (Arias, 2012). Señala el mismo Arias (2012) La investigación descrip-

tiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (p.24). El presente estudio tiene un nivel descriptivo, ya que se caracterizaron los parámetros de calidad del agua para establecer si cumple con los límites establecidos en la Gaceta 36.395 sin manipular los datos obtenidos.

3.4 Población Y Muestra

3.4.1. Población

De acuerdo con Arias (2012), la población “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p. 81). En la presente investigación la población estuvo representada por todas las viviendas multifamiliares.

3.4.2. Muestra

Destaca el mismo autor que la muestra es “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (p. 83). En el caso de estudio, la muestra fue la vivienda multifamiliar Residencias. Río Apure, con un muestreo no probabilístico e intencional.

3.5 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos

3.5.1 Técnicas

En cuanto a la técnica Palella y Martins (2012), exponen que “...se refiere a las distintas formas y maneras de obtener la información. Para el acopio de los datos se utilizan técnicas como observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras”. (p.115).

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos de acuerdo con Duarte y Parra (2014), como “aquellos medios impresos, dispositivos, herramientas o aparatos que se utilizan para registrar la información obtenida”. (p.93)

Las técnicas aplicadas fueron:

Observación Directa: Según Tamayo y Tamayo (2006) la observación directa “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”.

Observación Participante: Así mismo, “la observación participante puede ser usada para ayudar a responder preguntas de investigación, para construir teoría, o para generar o probar hipótesis” (p. 193).

Encuesta: Arias (2012) define encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismo, o en relación con un tema particular.

Los instrumentos empleados fueron:

Matriz DOFA: Según Rockcontent (2018) El análisis DOFA es una herramienta muy utilizada en la planificación estratégica de las empresas o de nuevos proyectos, pues consiste en la realización de un diagnóstico completo sobre el negocio y el ambiente que lo rodea. En la investigación que se llevará a cabo, se utilizará para efectuar el diagnóstico de la calidad del agua que consumen los habitantes de Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

Entrevista: Tamayo y Tamayo (2006) dice que la entrevista “es la relación establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales”.

3.6 Técnicas De Análisis De Resultados

Parte del proceso de análisis requiere del ordenamiento de todos los datos en limpio para determinar patrones. Asimismo, con la cantidad de información y herramientas que se manejan en esta tarea, el orden es el mejor aliado, incluso para evitar la tendencia de analizar un grupo de números que no representan prioridades.

Una vez que se tienen todos los datos ordenados y limpios, parte de las habilidades que favorecen al buen análisis de datos, lo más crítico es que se entienda qué significan y que tipo de información se tiene tras todos los números y comportamientos. Saber interpretar los datos es uno de los retos más cruciales a los que se enfrentan los investigadores (Cárdenas, 2020).

3.7 Fases Metodológicas

3.7.1 Fase I. Diagnóstico

Diagnóstico de las características físico-químicas y bacteriológicas del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

- a. Se elaboró una matriz DOFA para planificar las acciones a seguir
- b. Captación de muestra de agua a la entrada de la edificación
- c. Traslado de la muestra al laboratorio CIMA
- d. Una vez conocidas las características del agua y comparadas con los valores establecidos por la norma, se procedió a determinar la factibilidad técnica de aplicarle tratamiento.

3.7.2 Fase II. Factibilidad.

Determinación de la factibilidad técnica del diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

- a. Verificación de que se cuentan con los recursos humanos, institucionales y materiales para elaborar la propuesta. Para la determinación de la factibilidad técnica, se utilizó el esquema propuesto por (UPEL, 2004), a saber:

- ✓ **Tamaño del Proyecto**
 - Capacidad del Proyecto
 - Factores Condicionantes del Proyecto.
- ✓ **Proceso Global de Transformación.**
 - Descripción del Proceso Global de Transformación.
 - Flujo Grama del Proceso global de Transformación.
- ✓ **Localización del Proyecto.**
 - Macro Localización.
 - Micro Localización.
- ✓ **Análisis de Costos.**
- ✓ **Cronograma de Actividades.**

3.7.3 Fase III: Diseño

Diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

En función a los datos obtenidos en la fase diagnóstico y la fase factibilidad, se procedió a realizar el diseño del sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Fase Diagnóstico

Diagnóstico de las características físico-químicas y bacteriológicas del agua destinada al consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

Residencias Río Apure es una edificación multifamiliar que consta de 16 pisos, con 5 apartamentos por piso y dos pent-house, lo que da un total de 82 apartamentos. Esta edificación en la actualidad se encuentra parcialmente ocupada, ya que algunas familias han emigrado a otros países, sin embargo, el cálculo de la demanda de servicio de agua potable se calculó para una ocupación total, a saber 328 habitantes, esto significa que la demanda de agua para consumo humano es de $328 \text{ hab} * 250 \text{ L/hab/día} = 82.000 \text{ L/día}$.

Tabla 1. Matriz DOFA

DEBILIDADES	FORTALEZAS
La edificación Residencias Río Apure, no cuenta con un sistema de potabilización de agua Falta de mantenimiento en el tanque de almacenamiento	Disponibilidad de los habitantes de Residencias Río Apure a invertir en un sistema de potabilización La junta de condominio está de acuerdo a establecer un cronograma de mantenimiento y limpieza del tanque de almacenamiento
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Existencia en el mercado de diferentes opciones para potabilización del agua. Normativa que indica los parámetros para considerar un agua potable	La calidad del agua que llega por la red de distribución Deterioro de la calidad de vida por enfermedades de origen hídrico

Fuente: Cholhot (2022)

La matriz DOFA, permitió identificar las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas en la fase diagnóstico y a través de esta se elaboró la matriz estrategia para establecer los objetivos de la Fase Diseño.

Luego se procedió a captar una muestra de agua a la entrada de la edificación, Figura 11, para analizar los parámetros organolépticos, fisicoquímicos y bacteriológicos.



Figura 11. Captación de muestra de agua cruda
Fuente: Cholhot (2022)

Obteniendo los siguientes resultados

**ANÁLISIS DE LABORATORIO
"MUESTREO"**

MT-1/1

1.- DATOS INFORMATIVOS

1.- Empresa: Tony Cholhot
 2.- Dirección: Residencias Río Apure, Parroquia San José, Mcipio Valencia, edo Carabobo.
 3.- Fecha de Captación: 20/02/2022

4.- Codificación de la Muestra: SBRM -1044
 • Muestra N° 1: Agua red de distribución

5.- Analista: MSc. Luis Amaiz.

2.- CAPTACIÓN DE LAS MUESTRAS:

La muestra fue Captada por el cliente quedando bajo su responsabilidad todo lo relacionado con la norma COVENIN 2614.1994 "Agua potable. Toma de muestra".

Tabla N° 1. Requisitos Organolépticos de la muestra de agua.

Parámetros	Muestra	G.O 36.395	Método
	I		
Color	Poco amarillenta	Max. 5.0 Unidades (Pt/Co)	2120 B ^(A)
Olor	Sin olor	Ausente	2150-Olor- B ^(A)
Sabor	NR	Sin sabor extraño	2160-Sabor-C ^(A)
Aspecto	Transparente con partículas suspendidas visibles	Transparente	-

(A): Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21^o. (B): NORMAS COVENIN.NA: no aplica rango y limite máximo para este parámetro según artículo 14 de la G.O.36.395. ND: Valor por dejado del error del método NR: no se realizó

3.- OBSERVACIÓN:

1.- La muestra de agua se encuentra dentro de los requisitos organolépticos establecidos en la G.O 36.395: "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable,

Analizado por: *[Firma]*
 MSc. Luis Amaiz
 Analista Físico-químico

Autorizado por: *[Firma]*
 Dr. Luis Medina
 Dirección

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 UNIVERSIDAD DE CALABO
 CENTRO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLÓGICAS APLICADAS
 CIENCIA DE CIENCIAS DE CALABO

Figura 12. Resultados parámetros organolépticos agua cruda
 Fuente: Cholhot (2022)

Como se puede observar en la Figura 12, de acuerdo a los parámetros organolépticos (que se puede percibir por los sentidos), el agua es considerada potable, ya que al comparar los valores obtenidos con las "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable", todos los valores cumplen, por lo que se considera apta para consumo humano solo desde este punto de vista.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos presentados en la Figura 13, se obtuvo que el valor de turbidez supera lo establecido en la gaceta 36.395, además el valor de la dureza está en el límite

del valor máximo permisible, por lo que el tratamiento a aplicar tuvo en consideración estos parámetros para el diseño del sistema de tratamiento compacto.

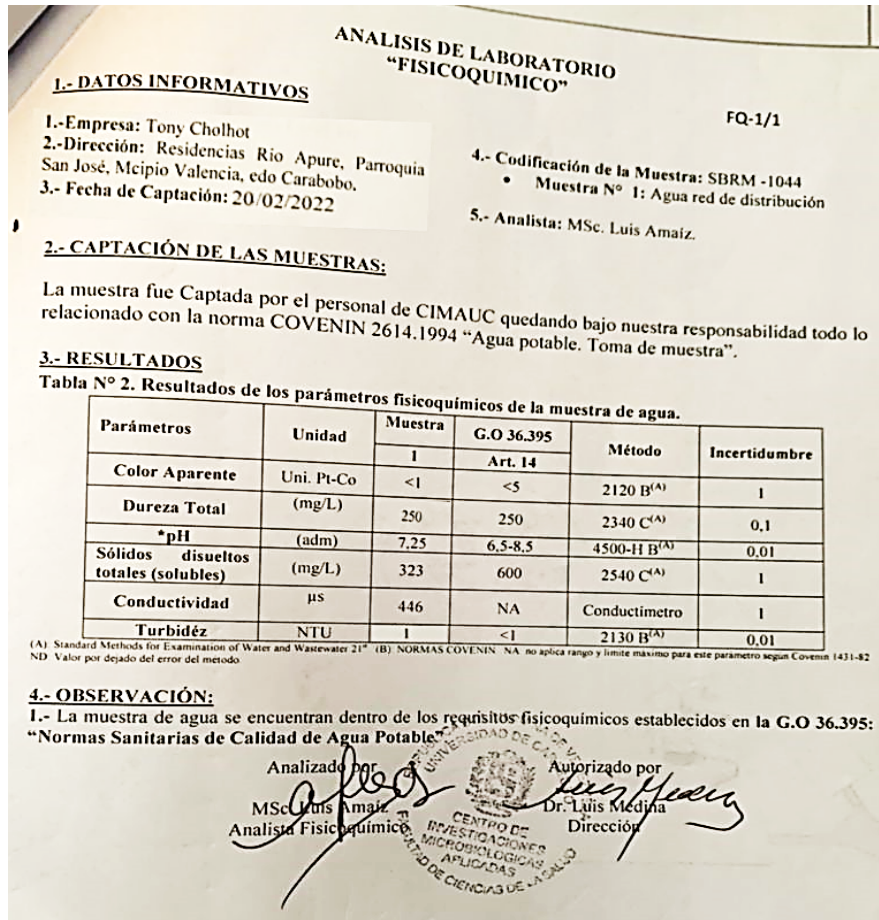


Figura 13. Resultados parámetros fisicoquímicos agua cruda.

Fuente: Cholhot (2022)

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

1.- DATOS INFORMATIVOS

1.- Empresa: Tony Cholhot
 2.- Dirección fiscal: Residencias Rio Apure, Valencia Edo Carabobo.
 3.- Fecha de Captación: 20/02/2022.
 4.- Analista: Lcda. Annhymariet Torrellas
 5.- Codificación de la Muestras: RM 1044
 Muestra 1: Agua red distribución

2.- CAPTACIÓN DE LA MUESTRA
 La muestra fue consignada por el cliente quedando bajo su responsabilidad todo lo relacionado con la norma COVENIN 2614.1994 "Agua potable. Toma de muestra".

3.- RESULTADOS
 Tabla N° 1. Resultados de los parámetros microbiológicos evaluada en la muestra de agua.

Parámetro(s)	Unidad	Muestra	G.O 36395		N° de Método*
		1	Art.	Valores permisibles	
Coliformes totales	UFC/100ml	25	9.a	Ausente	9222-B

*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21°. N/A: No Aplica, Valor no establecido como requisito microbiológico. UFC/ml: Unidades Formadoras de Colonias por mililitro de Agua. G.O. 36.395: Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable.

4.- OBSERVACIONES
 1.- Las Muestra de agua analizada no cumple con los valores microbiológicos establecidos en el artículo de la 9.a G.O. 36.395: Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable.

Analizado por: *Annhymariet Torrellas*
 Lcda. Annhymariet Torrellas
 Analista Microbiología

Autorizado por: *Dr. Luis Medina*
 Dr. Luis Medina
 Director

Figura 14. Resultados parámetros microbiológicos agua cruda
 Fuente: Cholhot (2022)

En la Figura 14, se visualiza el incumplimiento de la “Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable”, los resultados mostrados permiten afirmar que un agua puede tener características organolépticas aceptables y no ser potable, de allí la importancia de realizar un tratamiento de potabilización, adecuado a los resultados obtenidos en la caracterización del agua cruda.

Asimismo, se pudo observar las condiciones del tanque de almacenamiento de la edificación en estudio, tal como se muestra en la Figura 15. Las dimensiones del tanque son: 11,6 m x 3,00 m x 3,00 m = 104,4 m³; es decir, 104.400 L, como se puede observar la capacidad de almacenamiento satisface la demanda diaria de 82.000 L/día. Como se mencionó anteriormente, como la edificación no está ocupada en su totalidad el llenado del tanque se realiza una vez a la semana, ya que se ha establecido un sistema de racionamiento por problemas en la frecuencia de abastecimiento desde

la red de distribución, por lo que frecuentemente se tiene que recurrir a su llenado utilizando camiones cisternas.



Figura 15. Tanque de almacenamiento Resd. Río Apure

Fuente: Cholhot (2022)



Figura 16. Condiciones actuales del cuarto de bombas

Fuente: Cholhot (2022)

En la Figura 16, se visualiza que el cuarto de bombas se encuentra en buen estado, además está aislado y permanece cerrado para evitar que personas ajenas al condominio tengan acceso a este, así como la presencia de animales que pudieran contaminar el agua almacenada en el tanque.

4.2. Fase Factibilidad

Determinación de la factibilidad técnica del diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

Representa un estudio que permite demostrar y justificar cuál es la alternativa técnica que se ajusta a los criterios de mejoras que corresponde aplicar al proyecto. A través de este estudio, se indica que se cuenta con todos los recursos necesarios (humanos, materiales, equipos, e instrumentos) para llevar adelante el proyecto.

4.2.1. Tamaño del proyecto

Es la capacidad de prestación de servicio o la de producción de bienes, definida en términos técnicos en relación con la unidad de tiempo del funcionamiento normal del proyecto que se está formulando. En este caso se refirió a seis meses, tiempo estimado para que se realice una nueva caracterización al agua que abastece a la edificación Resd. Río Apure.

- ✓ **Capacidad:** En función de la vida útil del proyecto. Se estimó en 5 años. En este aspecto se precisa, que el proyecto debe estar dirigido u orientado hacia el cumplimiento de las condiciones necesarias, para el buen funcionamiento de la propuesta del sistema compacto de potabilización en residencias Río Apure, objeto del presente estudio, el cual fue diseñado, para dar cumplimiento a lo establecido en las “Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable”

- ✓ **Factores condicionantes del tamaño del proyecto:**

Tabla 2. Factores condicionantes

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Recursos Institucionales	Instrumentos	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> • Investigador • Ingenieros Civiles • Personal de Laboratorio • Tutor 	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio físico disponible • Material de oficina • Sitios Web • Computadoras • Reactivos de Laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Escuela de Ingeniería Civil UJAP • Laboratorio CIMAUC 	<ul style="list-style-type: none"> • Norma Sanitaria de Calidad de Agua Potable • Guía metodológica para la realización de ensayos de Laboratorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de Laboratorio

Fuente: Cholhot (2022)

4.2.2. Proceso Global de Transformación

Es el procedimiento técnico utilizado en el proyecto para la obtención del beneficiario mediante una determinada función de transformación.

✓ **Insumo Principal**

Agua cruda que llega de la red de distribución

✓ **Beneficiario principal**

En el proyecto está representado por los habitantes de Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

✓ **Localización del Proyecto**

Macrolocalización: Municipio Valencia, estado Carabobo

Microlocalización: Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

✓ **Análisis de costo**

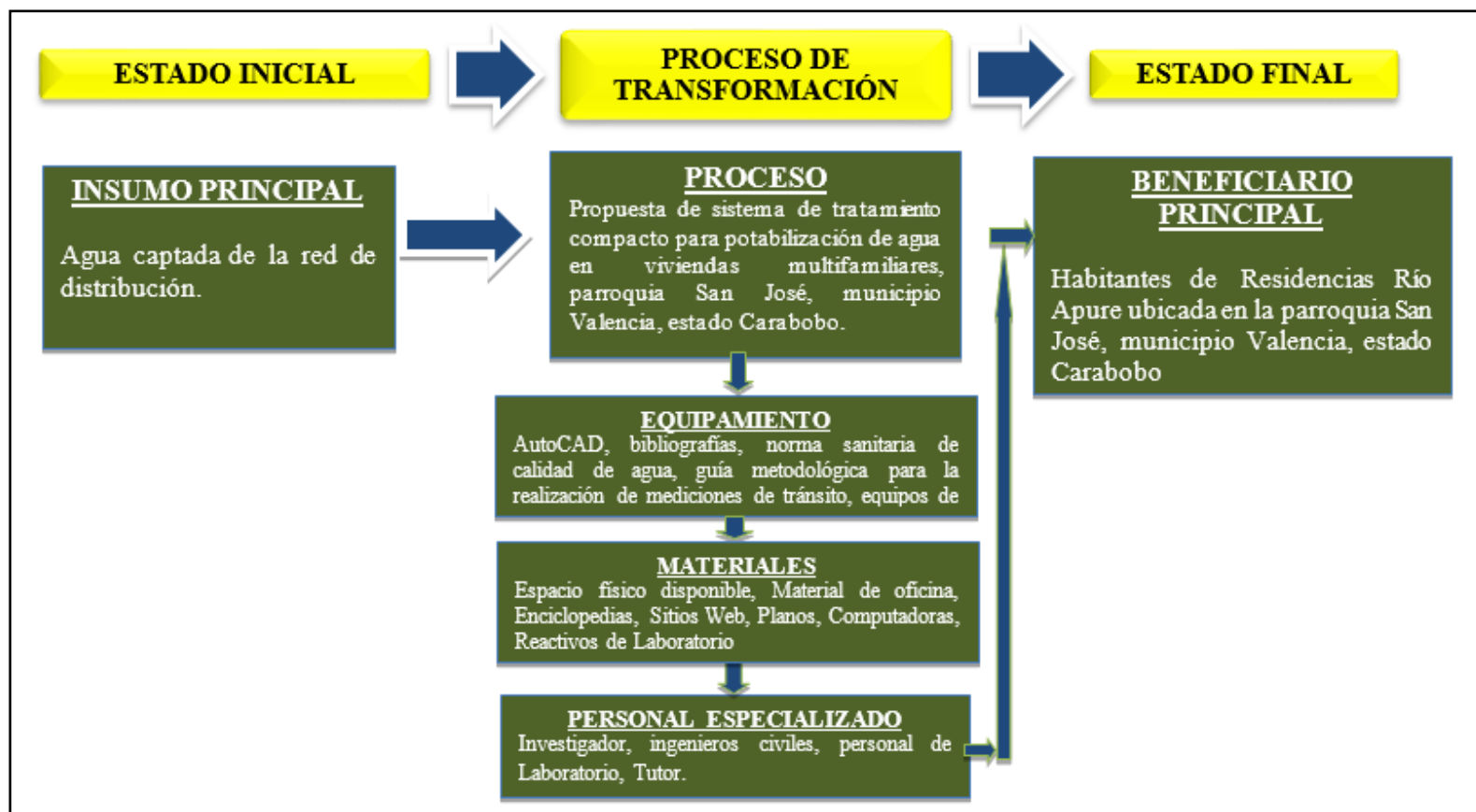
El costo de los equipos necesarios para dar cumplimiento a las normas de calidad de agua, será cubierto por la junta de condominio de Residencias Río Apure, en virtud de resguardar la salud de los habitantes de la edificación. A tales efectos y de acuerdo con los resultados de laboratorio, se colocará un filtro de Zeolita, un filtro de pulimento + carbón activado y una lámpara UV. Los costos de muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Equipos a utilizar en el sistema de tratamiento

Dispositivo	Costo \$
3 filtro desbarradores 13x54	720
1 filtro de Pulimento 20-plus	120
6 sacos Zeolita	312
4 sacos Carbón activado	40
1 lampara UV	140
Total	1332

Fuente: Cholhot (2022)

Tabla 4. Flujograma del proceso global de transformación



Fuente: Cholhot (2022)

4.3. Fase III: Diseño

Diseño de un sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

Tabla 5. Matriz Estrategia

ESTRATEGIA DO	ESTRATEGIA FA
Establecer un plan de mantenimiento en el tanque de almacenamiento	Determinar los equipos necesarios para la purificación del agua, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio
ESTRATEGIA DA	ESTRATEGIA FO
Dar cumplimiento a lo establecido en la Gaceta 36.395, sobre la potabilidad del agua para consumo humano	Diseñar un sistema de potabilización compacto para potabilización del agua para consumo de Residencias Río Apure

Fuente: Cholhot (2022)

4.3.1. Objetivos del Diseño

- ✓ Determinar los equipos necesarios para la purificación del agua, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio
- ✓ Establecer un plan de mantenimiento en el tanque de almacenamiento
- ✓ Dar cumplimiento a lo establecido en la Gaceta 36.395, sobre la potabilidad del agua para consumo humano
- ✓ Diseñar un sistema compacto para potabilización del agua para consumo de Residencias Río Apure

En función a los datos obtenidos en la fase diagnóstico y la fase factibilidad, se procedió a realizar el diseño del sistema de tratamiento compacto para la potabilización de agua para consumo humano en Residencias Río Apure ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.

Se realizaron pruebas en el Laboratorio CIMAUC, para determinar los tipos de tratamiento necesarios para ensamblar el sistema compacto de la potabilización del agua, dando como resultado:

Para la disminución del grado de dureza, se realizaron ensayos con sílice y zeolita, obteniendo mayor disminución de la dureza al utilizar el filtro de zeolita, con un valor de 68 mg/L como CaCO₃.

Desempeño de la zeolita contra otros medios filtrantes:

Medio de filtración	Capacidad de retención de sólidos	Tamaño mínimo de partículas retenidas (micras μ)	Carga Superficial (gal/(min.ft ²))
Arena	1x	25 - 50	3 a 6
Multimedia	1.6x	12 - 15	3 a 6
Zeolita	2.8x	3 - 5	10 a 20

Figura 17. Desempeño de la zeolita

Fuente: (evans, 2022)

En la Figura 17 se muestra una de las ventajas de utilizar a la zeolita como medio filtrante, razón por la cual se seleccionó este tipo de filtro. Otros beneficios del uso de zeolita son:

- ✓ Mayor claridad en el agua filtrada.
- ✓ Permite una mayor capacidad de flujo debido a su capacidad de microfiltración, incrementando la capacidad de filtración de plantas existentes hasta 2 veces.
- ✓ Se requiere una menor cantidad de producto respecto a la arena sílica y la antracita ya que posee una mayor superficie y porosidad y menor densidad.
- ✓ La zeolita es el medio filtrante más durable (más de 4 años).
- ✓ La zeolita requiere de menos retro lavados que la arena sílica y la multimedia ya que ésta no se satura tan rápido.

En el caso de la turbidez, se realizaron los ensayos con el material del filtro de pulimento que además tiene carbón activado. A pesar de que los parámetros organolépticos cumplen con los valores normativos, se consideró añadir al sistema de tratamiento un filtro de carbón activado para mejorar el sabor y olor del agua.



Figura 18. Filtro pulidor con carbón activado

Fuente: Cholhot (2022)

En lo referente a dar cumplimiento de los parámetros bacteriológicos, se utilizó una lámpara UV.

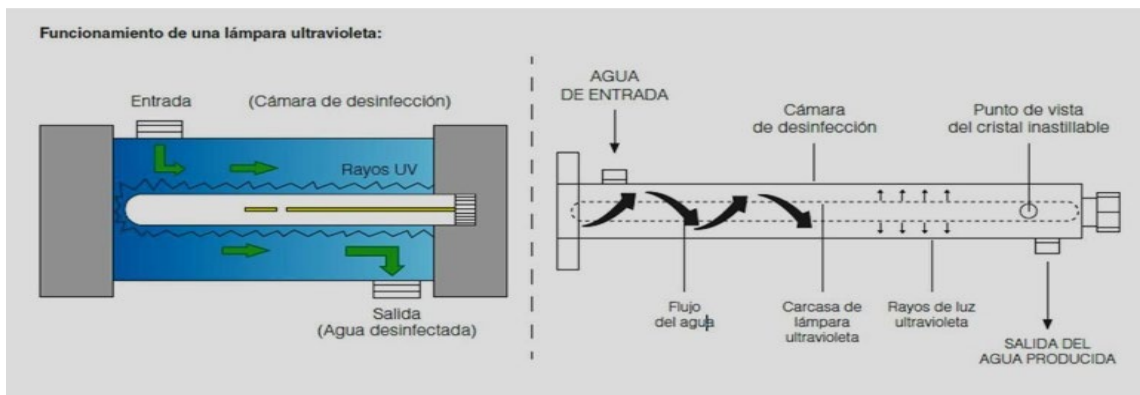


Figura 19. Lámpara UV

Fuente: Cholhot (2022)

Como seguimiento de esta actividad, se caracterizó el agua tratada a escala de laboratorio obteniéndose los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE LABORATORIO
"MUESTREO"

MT-1/1

1.- DATOS INFORMATIVOS

- 1.- Empresa: Tony Cholhot
- 2.- Dirección: Residencias Río Apure, Parroquia San José, Municipio Valencia, edo Carabobo,
- 3.- Fecha de Captación: 03/03/2022.
- 4.- Codificación de la Muestra: SBRM -1044
 - Muestra N° 1: Agua red de distribución
- 5.- Analista: MSc. Luis Amalz.

2.- CAPTACIÓN DE LAS MUESTRAS:

La muestra fue Captada por el cliente quedando bajo su responsabilidad todo lo relacionado con la norma COVENIN 2614.1994 "Agua potable. Toma de muestra".

Tabla N° 1. Requisitos Organolépticos de la muestra de agua.

Parámetros	Muestra	G.O 36.395	Método
	I		
Color	Poco amarillenta	Max. 5.0 Unidades (Pt/Co)	2120 B ^(A)
Olor	Sin olor	Ausente	2150-Olor- B ^(A)
Sabor	NR	Sin sabor extraño	2160-Sabor-C ^(A)
Aspecto	Transparente	Transparente	-

(A): Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21st. (B): NORMAS COVENIN. N.A: no aplica rango y limite máximo para este parámetro según artículo 14 de la G.O 36.395. ND: Valor por dejado del error del método NR: no se realizó

3.- OBSERVACIÓN:

1.- La muestra de agua se encuentra dentro de los requisitos organolépticos establecidos en la G.O 36.395: "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable,

Analizado por
MSc. Luis Amalz
Analista Físicoquímico

Autorizado por
Dr. Luis Medina
Dirección



Figura 20. Resultados de la caracterización del agua tratada. Requisitos Organolépticos

Fuente: Cholhot (2022)

En la Figura 20 se puede observar que los requisitos organolépticos de la muestra de agua tratada cumplen con lo establecido en la Gaceta Oficial 36.395 “Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable”.

De la misma manera, en la Figura 21, se muestra que los parámetros físico químicos del agua tratada también cumple con los establecido en la norma y en la Figura 22, se indica el cumplimiento de los parámetros bacteriológicos.

FISICOQUÍMICA

**ANÁLISIS DE LABORATORIO
“FISICOQUÍMICO”**

G. 70000941-4

FQ-1/1

1.- DATOS INFORMATIVOS

1.- Empresa: Tony Cholhot
 2.- Dirección: Residencias Río Apure, Parroquia San José, Municipio Valencia, Edo Carabobo.
 3.- Fecha de Captación: 03/03/2022

4.- Codificación de la Muestra: SBRM -1044
 • Muestra N° 1: Agua red de distribución

5.- Analista: MSc. Luis Amaiz.

2.- CAPTACIÓN DE LAS MUESTRAS:

La muestra fue Captada por el personal de CIMAUC quedando bajo nuestra responsabilidad todo lo relacionado con la norma COVENIN 2614.1994 “Agua potable. Toma de muestra”.

3.- RESULTADOS

Tabla N° 2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua.

Parámetros	Unidad	Muestra	G.O 36.395	Método	Incertidumbre
		1	Art. 14		
Color Aparente	Uni. Pt-Co	<1	<5	2120 B ^(A)	1
Dureza Total	(mg/L)	68	250	2340 C ^(A)	0,1
*pH	(adm)	7,25	6,5-8,5	4500-H B ^(A)	0,01
Sólidos disueltos totales (solubles)	(mg/L)	323	600	2540 C ^(A)	1
Conductividad	µS	446	NA	Conductímetro	1
Turbidez	NTU	0,96	<1	2130 B ^(A)	0,01

(A) Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21st (B) NORMAS COVENIN. NA: no aplica rango y límite máximo para este parámetro según Covenin 1431-82
 ND: Valor por dejado del error del método.

4.- OBSERVACIÓN:

1.- La muestra de agua se encuentran dentro de los requisitos fisicoquímicos establecidos en la G.O 36.395: “Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable”

Analizado por: MSc. Luis Amaiz, Analista Físicoquímico

Autorizado por: Dr. Luis Medina, Dirección

UNIVERSIDAD DE CAROLINA DE MARIQUETIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLOGICAS APLICADAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Figura 21. Resultados de la caracterización del agua tratada. Parámetros físicoquímicos.

Fuente: Cholhot (2022)



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

1.- DATOS INFORMATIVOS

- 1.- Empresa: Tony Cholhot
 2.- Dirección fiscal: Residencias Rio Apure, Valencia Edo Carabobo.
 3.- Fecha de Captación: 03/03/2022.
 4.- Analista: Leda. Annhymariet Torrellas
 5.- Codificación de la Muestras: RM 1044
 Muestra 1: Agua red distribución

2.- CAPTACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra fue consignada por el cliente quedando bajo su responsabilidad todo lo relacionado con la norma COVENIN 2614.1994 "Agua potable. Toma de muestra".

3.- RESULTADOS

Tabla N° 1. Resultados de los parámetros microbiológicos evaluada en la muestra de agua.

Parámetro(s)	Unidad	Muestra	G.O 36395		
		1	Art.	Valores permisibles	N° de Método*
Coliformes totales	UFC/100ml	Ausente	9.a	Ausente	9222-B

*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 21^a. N/A: No Aplica, Valor no establecido como requisito microbiológico. UFC/ml: Unidades Formadoras de Colonias por mililitro de Agua. G.O. 36.395: Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable.

4.- OBSERVACIONES

- 1.- Las Muestra de agua analizada no cumple con los valores microbiológicos establecidos en el artículo de la 9.a G.O. 36.395: Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable.

Analizado por:

Annhymariet Torrellas
 Leda. Annhymariet Torrellas
 Analista Microbiología

Autorizado por:

Luis Medina
 Dr. Luis Medina
 Director

--Este documento no puede ser reproducido sin previa autorización.

--Este documento solo refleja la realidad de los parámetros analizados en la hora, lugar y fecha del muestreo.

-- Registro de Laboratorios Ambientales MPPA N° 02-057. Registro de INSALUD N° 439-22. N° SACS-DIAB-DRS 232.

1

Figura 22. Resultados de la caracterización del agua tratada. Parámetros microbiológicos.

Fuente: Cholhot (2022)

Tabla 6. Comparación de resultados antes y después del tratamiento

Parámetro	Ensayo 1	Ensayo 2	Valor Norma
Color	Poco Amarillenta	Poco Amarillenta	Uni Pt-Co
Olor	Sin Olor	Sin Olor	Ausente

Sabor	NR	NR	
Aspecto	Transparente con partículas suspendidas visibles	Transparente	Transparente
Color Aparente (Uni. Pt-Co)	< 1	< 1	< 5
Dureza Total (mg/L)	250	68	250
pH (adm)	7,25	7,25	6,5 – 8,5
Sólidos disueltos totales (mg/L)	323	323	600
Turbidez (NTU)	1	0,96	< 1
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	25	Ausentes	Ausentes

Fuente: Cholhot (2022)

Con referencia a la frecuencia de mantenimiento del tanque, se debe caracterizar el agua a la salida de este al menos cada tres meses (basado en el art. 17 de la G.O 36.395), y dependiendo de los resultados de los ensayos de laboratorio realizar un mantenimiento preventivo al sistema de tratamiento y en caso de ser necesario la limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento.

Finalmente, se presenta la propuesta de diseño de un sistema de tratamiento compacto para la edificación Residencias Río Apure, ubicada en la parroquia San José, municipio Valencia, estado Carabobo.



Figura 23. Sistema de tratamiento compacto propuesto (fisicoquímico)

Fuente: Cholhot (2022)

Para cumplir con los parámetros bacteriológicos se propone



Figura 24. Lámpara UV para tratamiento bacteriológico

Fuente: Cholhot (2022)

Dado que el agua a ser almacenada, ha sido previamente tratada, se ha considerado suficiente realizar un mantenimiento preventivo al tanque de almacenamiento cada 6 meses.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos en la Fase diagnóstico se estableció que el caudal a tratar es de 82.000 litros por día, además se pudo determinar que el agua actualmente abastecida por la red de distribución a la edificación Residencias Río Apure ubicada en la Parroquia San José, municipio Valencia del estado Carabobo, no es apta para consumo humano, debido a que no cumple con todos los parámetros establecidos en la Gaceta Oficial Nro. 36.395 “Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable”, el agua fue caracterizada en un laboratorio certificado por el MINEC.

Al analizar la factibilidad de realizar el diseño del sistema de tratamiento compacto para la mencionada vivienda multifamiliar, se pudo constatar que se dispone de todos los recursos necesarios para realizar la propuesta desde el punto de vista técnico, social y operativo, identificados como factores condicionantes del proyecto, tanto los recursos materiales, institucionales, personal capacitado, etc., señalados anteriormente, de allí que el proyecto es factible.

Con respecto a la fase diseño se concluye el sistema compacto propuesto debe contener: un filtro de zeolita, un filtro pulidor + carbón activado y una lámpara UV para garantizar la desinfección completa del agua de consumo de los habitantes de Residencias Río Apure, ya que al realizar los ensayos a escala laboratorio aplicando estos tratamientos, los parámetros evaluados cumplen con lo establecido en la G.O 36.396, razón por la cual el agua es apta para consumo humano.

5.2.Recomendaciones

A fin de garantizar la potabilidad del agua de abastecimiento dentro de la edificación Residencias Río Apure se recomienda:

Realizarle mantenimiento al sistema de tratamiento al menos cada seis meses, este mantenimiento debería extenderse a la limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento.

De acuerdo a lo establecido por la Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable, se debería caracterizar el agua de consumo una vez al mes, pero considerando que la misma está siendo

tratada de acuerdo a sus características particulares se recomienda realizar este muestreo cada tres meses, de esta manera se puede además chequear el funcionamiento del sistema de tratamiento.

Efectuar asambleas de propietarios de Residencias Río Apure para elaborar programas de uso responsable del recurso agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Acciona. (2020). *Potabilización del agua*. Obtenido de https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/potabilizacion/?_adin=02021864894
- Aceves, H. (2016). Diseño y optimización de una red de distribución de agua potable del fraccionamiento Villa Felicidad utilizando diversos métodos. *Congreso Internacional de Investigación. Academia Journals. 01*, pág. 2. Juárez: Editorial AcademiaJournals.com. Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/6019b0a135f62744e1786097/1612296367671/Publicaciones+Online+Academia+Journals+Ju%C3%A1rez+2016+-+Tomo+01.pdf>
- Acosta, F. (2022). *Agua*. Obtenido de https://www.academia.edu/37503700/FATIMA_INEN_AGUA
- Aditrasa. (2022). *Proceso de purificación del agua*. Obtenido de <http://aditrasa.com.mx/PROCESO.htm>
- Alegsa. (2021). *Definición de sistema*. Obtenido de <https://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php>
- Alianzas Estratégicas. (2022). *Tratamiento de agua*. Obtenido de <https://neilsamu.wixsite.com/tratamientodeaguasae/tecnologia>
- AQUAPROCYSA. (2019). *Planta de Tratamiento de Agua Potable*. Recuperado el 31 de Enero de 2022, de <https://www.aquaprocysa.com/planta-tratamiento-agua-potable.html>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (6ta ed.). Venezuela: EPÍSTEME. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/301894369_El_Proyecto_De_Investigacion_6a_Edicion
- Blancas, & Javier. (2019). *Factores Asociados a la Calidad Microbiológica y Físico-química del agua potable de Marcapomacocha, Yauli-La Oroya*. [Título Profesional del Químico Farmacéutico], Universidad Peruana de Los Andes, Perú.
- Carbotecnia. (2020). *Suavizadores*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/categoria-producto/equipo-para-tratamiento-de-aguas/suavizadores/#:~:text=Los%20suavizadores%20de%20agua%20o,y%20magnesio%20del%20agua%20dura.>

- Carbotecnia. (13 de Octubre de 2021). *Significado de los sólidos disueltos totales en agua (TDS)*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/solidos-disueltos-totales-tds/>
- Cárdenas. (27 de Abril de 2020). *Descubre 5 técnicas de análisis de datos para aumentar la precisión de tus informes de resultados*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/tecnicas-de-analisis-de-datos/>
- Cárdenas, L. (28 de Junio de 2021). *Crónica Uno*. Obtenido de <https://cronica.uno/redes-de-agua-potable-y-sistema-de-cloacas-de-hidrocentro-cumplieron-su-vida-util/#:~:text=Edward%20Zapata%2C%20secretario%20general%20del,la%20verdadera%20red%20de%20distribuci%C3%B3n>.
- Cárdenas, L. (28 de Junio de 2021). *Redes de agua potable y sistema de cloacas de Hidrocentro cumplieron su vida útil*. Obtenido de <https://cronica.uno/redes-de-agua-potable-y-sistema-de-cloacas-de-hidrocentro-cumplieron-su-vida-util/>
- Castillo, G. (22 de Septiembre de 2021). *Revista electrónica de ciencia y tecnología*. Obtenido de Creación de una Planta para la Producción de Agua Embotellada en el Estado Zulia: <http://recitiutm.iutm.edu.ve/index.php/recitiutm/article/view/189/html>
- Construcción y vivienda. (26 de Mayo de 2020). *Plantas portátiles, una alternativa para el tratamiento de agua potable*. Obtenido de <https://www.construccionyvivienda.com/2020/05/20/plantas-portatiles-una-alternativa-para-el-tratamiento-de-agua-potable/>
- Cordy, G. (18 de Febrero de 2014). *Departamento del Interior de EE. UU. Servicio Geológico de EE. UU.* Obtenido de <https://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/>
- Cruz, J. (2020). *Estudio para el montaje de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) tipo compacta, en la vereda Cualamaná, municipio de Melgar Tolima*. [Trabajo de grado para optar al título de especialista en gestión de proyectos], Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia.
- Duarte, J., & Parra, E. (2014). *Lo que debes saber sobre un trabajo de investigación* (3ra ed.). Maracay, Venezuela.
- El Carabobeño. (03 de Agosto de 2020). *Algunos sectores de Valencia y Naguanagua nuevamente sin agua*. Obtenido de <https://www.el-carabobeno.com/algunos-sectores-de-valencia-y-naguanagua-reciben-agua-de-vez-cuando/>

- evans. (2022). *Purificación con Zeolita*. Obtenido de https://evans.com.mx/media/manuales/ZEO_FT3.pdf
- Expósito, L., & Hernández, J. (2014). *Diseño de una planta piloto potabilizadora de tipo convencional, con coagulantes orgánicos accionada por gravedad, para pequeñas comunidades*. [Para optar al título de Ingeniero Civil], Universidad Católica Andrés Bello, Caracas. Obtenido de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/27020.pdf>
- Fibras y Normas. (2022). *Tratamiento de agua*. Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/plantas-purificadoras-agua-se-definen-equipos-las-componen-funciona/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México, México: Mac Graw Hill.
- Hidalgo, O. (2020). *Estudio comparativo de los criterios de calidad de agua para consumo humano, con respecto a los indicadores establecidos en la norma Boliviana*. Diplomado en Desarrollo Comunitario y Gestión de Proyectos de agua y saneamiento, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.
- Hidritec. (2016). *Plantas Compactas para tratamiento de agua potable*. Obtenido de <http://www.hidritec.com/hidritec/plantas-compactas-de-tratamiento-de-agua-potable>
- Hydrocentro. (2017). *Principales Sistemas de Producción*. Obtenido de https://www.hidrocentro.gob.ve/hc/paginas/page_04.html
- Hidrofiltec. (2022). *Filtro Pulidor*. Obtenido de <https://www.hidrofiltec.com/linea-producto/productos-industriales/filtro-pulidor/>
- HierroPalermo. (2022). *Hidroneumáticos*. Obtenido de <https://hierropalermo.com/bomba/2621-hidroneumatico-25-gal-bomba-12hp-110volt-domosa.html>
- ICB Editores. (2017). *Calidad de Agua. Usos y Aprovechamiento* (1ra ed.). (S. ICB, Ed.)
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2011). *Agua Potable y Sanemiento*. Instituto Nacional de Estadísticas.
- Investigalia. (2021). *Elementos del marco metodológico: aspectos de la estrategia teórico-metodológica*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/marco-metodologico-de-investigacion/>

- Normas Sanitarias De Calidad Del Agua Potable*. (1998). Obtenido de safeintl: <https://www.safeintl.com/descargas/Normas-Sanitarias-De-Calidad-Del-Agua-Potable.Pdf>
- On-Line Tesis. (15 de Marzo de 2020). *¿Cómo realizar una Investigación Proyectiva?* Obtenido de <https://online-tesis.com/como-realizar-una-investigacion-proyectiva/>
- Organización Mundial de la Salud. (14 de Junio de 2019). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa* (3ra ed.). Caracas, Venezuela: FEDEUPEL. Obtenido de <https://metodologiaecs.wordpress.com/2015/09/06/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-y-feliberto-martins-pestana-2/>
- Pardillo, B. (12 de Septiembre de 2016). *iagua.es*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20los%20par%C3%A1metros%20a,residual%20y%20cloro%20combinado%20residual.>
- Peña, I. (2020). *Equipos de bombeo*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ivanderp/equipos-de-bombeo-y-obras-auxiliares#>
- Puritec. (2022). *Tratamiento de agua*. Obtenido de <https://www.manantialwater.com.mx/purificacion/desinfeccion-de-agua-con-luz-ultravioleta/>
- Puritek. (2021). *Equipo suavizador o ablandador*. Obtenido de <http://www.puritekecuador.com/ablandadores-y-suavizadores-de-agua/>
- REALIA. (2022). *Vivienda Multifamiliar*. Obtenido de <https://www.realia.es/que-es-vivienda-multifamiliar>
- Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. (24 de Agosto de 2009). *Hidrored*. Recuperado el 15 de Enero de 2022, de http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_13.pdf
- Rivera, D. (2017). *Estudio de pre factibilidad de una planta embotelladora de agua potable en el departamento de Tumbes*. [Para optar al título de Ingeniero Industrial], Universidad Nacional de Piura, Piura-Parú. Obtenido de

- <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1015/Ind-Riv-Lla-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- rockcontent. (11 de Diciembre de 2018). *Análisis FODA o Matriz DOFA: entiende el concepto y ponlo en práctica*. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/como-hacer-una-matriz-dofa/>
- Sawakinome. (25 de Enero de 2022). Obtenido de <https://es.sawakinome.com/articles/analytical-chemistry/difference-between-acidity-and-alkalinity-of-water.html>.
- SCIELO. (2018, Agosto 20). Ph del agua potable que consumen estudiantes del segundo año de la Carrera de Medicina, Universidad Mayor de San Andres. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 59(2).
- Tamayo-Tamayo, M. (2006). *El Proceso de Investigación Científica* (Cuarta ed.). México: LIMUSA. Obtenido de https://www.academia.edu/17470765/El_Proceso_De_Investigacion_Cientifica_Mario_Tamayo_Y_Tamayo_1
- TECNOSOLUCIONES. (08 de Junio de 2020). *Características Físicos, Químicas y Biológicas en el Agua Potable que deben controlarse*. Obtenido de <https://tecnosolucionescr.net/blog/215-caracteristicas-fisicos-quimicas-y-biologicas-en-el-agua-potable-que-deben-controlarse>
- TLV. (2022). *Tipos de Válvulas y Sus Aplicaciones*. Obtenido de <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-valves.html>
- Ulloa, R. (2019). *Determinación físico-química del agua potable que se consume en el campus universitario de la Universidad Nacional de Trujillo - Departamento "La Libertad"-Perú*. Tesis de Grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.
- UPEL. (2004). *Una Estrategia Metodológica Para El Proyecto Factible*. Obtenido de <https://revistas.upel.edu.ve/index.php/entretemas/article/viewFile/1032/363>