

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

## CARRERA DE INGENIERÍA PETROQUÍMICA

**ESTUDIO DEL DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
PARA CONSUMO HUMANO A PARTIR DE LA EVALUACIÓN DE LOS  
PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS FUENTES DE AGUA EN LA  
PARROQUIA SAN BUENAVENTURA**

**AUTOR: JÁCOME GUANO, YOMAYRA MONSERRATE  
DIRECTOR: LUNA ORTIZ, DAVID EDUARDO, M.Sc.**



## INTRODUCCIÓN

## METODOLOGÍA

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Introducción

**Contaminantes físico químicos del agua.**

**Agua para consumo en la parroquia San Buenaventura.**

**Plantas de tratamientos de agua para consumo humano.**

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un estudio para el diseño de una planta de tratamiento de agua para consumo humano a partir de la evaluación de los parámetros físico químicos de las fuentes de agua en la parroquia San Buenaventura.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Obtener muestras de agua** destinada al consumo de la población de la parroquia de San Buenaventura, en la Ciudad de Latacunga para **determinar las diferentes concentraciones de los parámetros físico químicos** propuestos.
- **Analizar la concentración de los parámetros físico químicos** propuestos para cada muestra de agua obtenida.
- **Determinar que concentraciones sobrepasan los límites máximos permisibles** establecidos en la legislación ambiental vigente.
- **Elaborar** un esquema que contenga los tratamientos que comprenden una **planta de tratamiento de agua para consumo humano** a partir de los resultados obtenidos.
- **Evaluar de manera teórica la factibilidad del diseño** de la planta de tratamiento de agua propuesto.

INTRODUCCIÓN

**METODOLOGÍA**

ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# Metodología





**Figura 1.** *Ubicación de los reservorios de agua de la parroquia San Buenaventura*





# Metodología HACH aprobada por la US EPA

Método 8506 para la  
determinación de cobre

Método 10069 para la  
determinación de cloro residual

Método 8204 para la  
determinación de dureza

Método 8147 para la  
determinación de hierro total

Método 8192 para la  
determinación de nitratos

Método 10019 para la  
determinación de nitritos

Método 8038 para la  
determinación de amoníaco

Método 8160 para la  
determinación de conductividad

Método 8051 para la  
determinación de sulfatos

Método 8027 para la  
determinación de cianuro

Método 8237 para la  
determinación de turbidez

Método 8000 para la  
determinación de la demanda  
química de oxígeno

Método 8166 para la  
determinación de oxígeno disuelto

Método 8006 para la  
determinación de sólidos disueltos

Método 10056 para la  
determinación de aceites y grasas

Método 8029 para la  
determinación de fluoruros

Método 8023 para la  
determinación de cromo total

Método 10076 para la  
determinación de potencial de  
hidrógeno

# Cuantificación de los parámetros físico químicos

Laboratorio  
SAVEWATER

- El equipo utilizado en la investigación fue un colorímetro portátil multiparamétrico DR900, un termo reactor HACH DRB200, electrodos y un medidor portátil HACH DBO LBOD10101.

# Análisis estadístico

- Los datos de concentración de los parámetros físico químicos propuestos en las muestras de agua fueron procesados con el programa estadístico **MINITAB**.
- Se aplicó un diseño de **bloques completos aleatorizados** para parámetro analizado y se obtuvo el respectivo análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ) y la aplicación de la prueba *t* de student.
- Se realizaron gráficas que relacionen las variables propuestas.

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

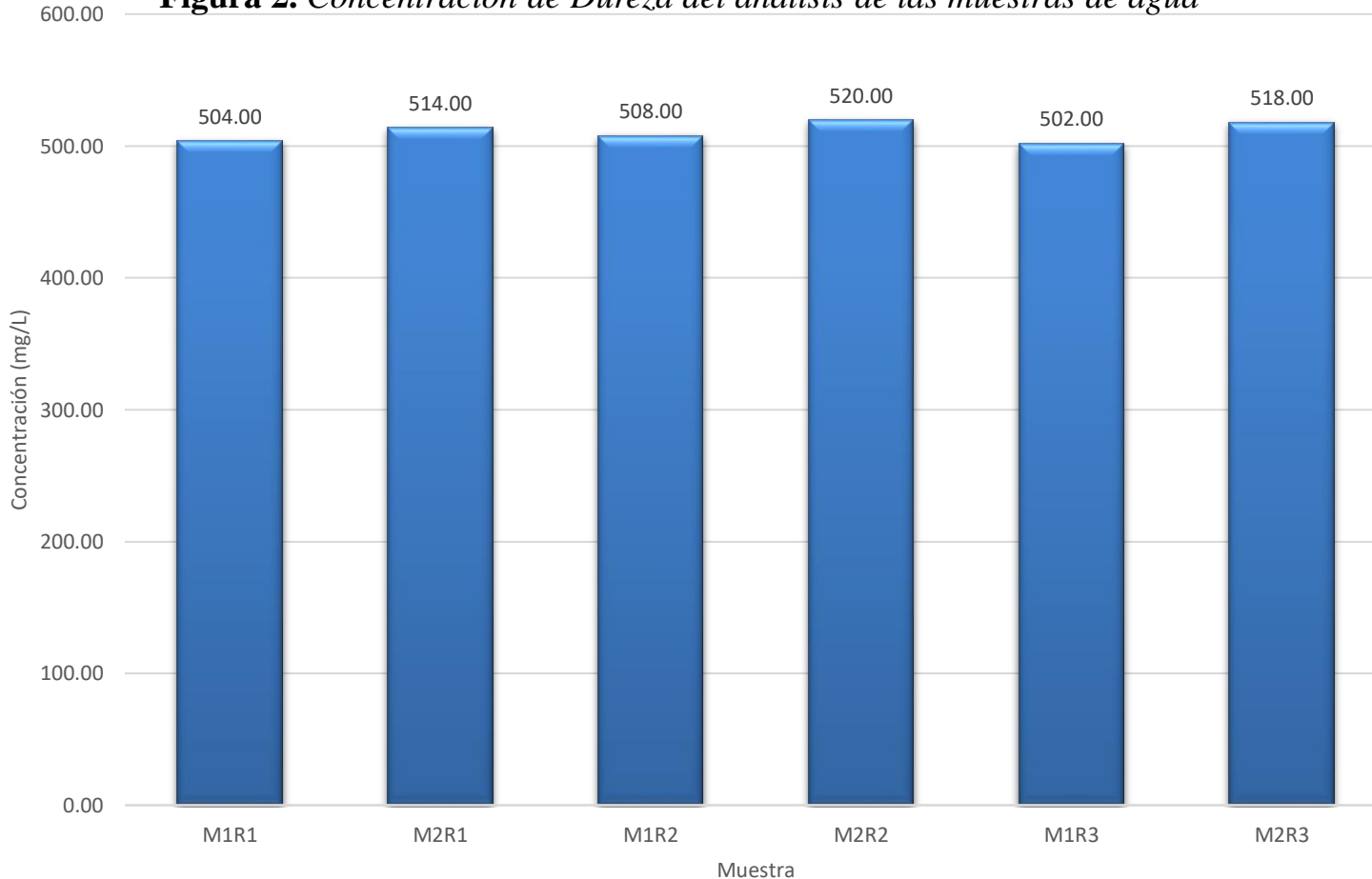
# Análisis de las muestras de Agua

## Concentraciones obtenidas

- Se obtuvieron un total de 6 muestras de agua, 2 muestras de cada reservorio de agua (3 reservorios de agua en total), con un intervalo de 7 días por toma de muestra.
- Del análisis realizado a las muestras de agua recolectadas, considerando los límites máximos permisibles establecidos en la Norma NTE INEN 1108:2014 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) y la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Presidencia de la República del Ecuador, 2020), las concentraciones de dureza, fluoruros y nitratos sobrepasan los valores máximos permisibles.
- No se registraron valores de concentración para aceites y grasas, cianuro y cloro libre residual, así como tampoco se registró un color aparente.

# Dureza

**Figura 2.** Concentración de Dureza del análisis de las muestras de agua

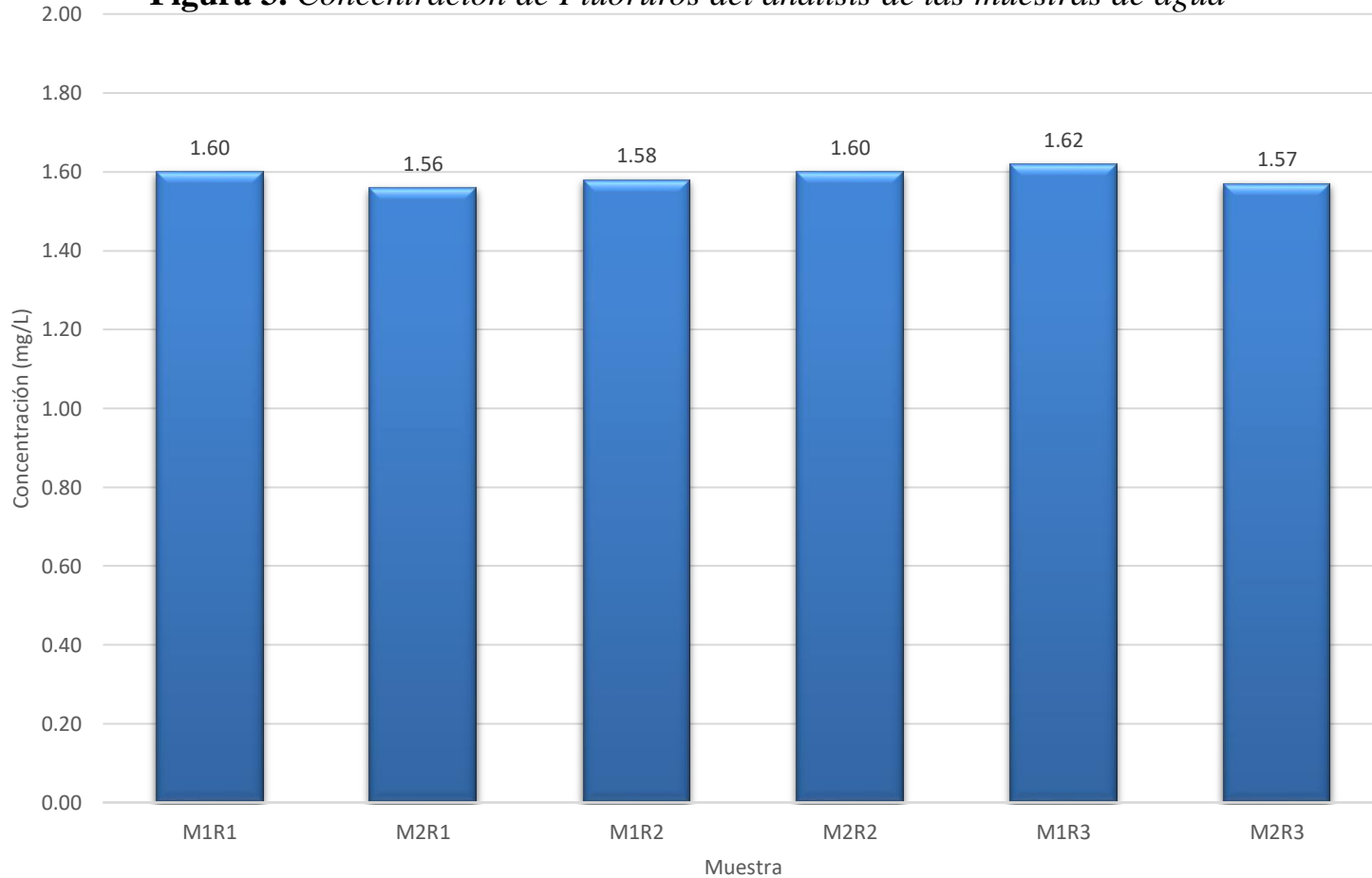


El límite máximo permisible de concentración de dureza establecido en la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua (Presidencia de la República del Ecuador, 2020) es de 500 mg/L.



# Fluoruros

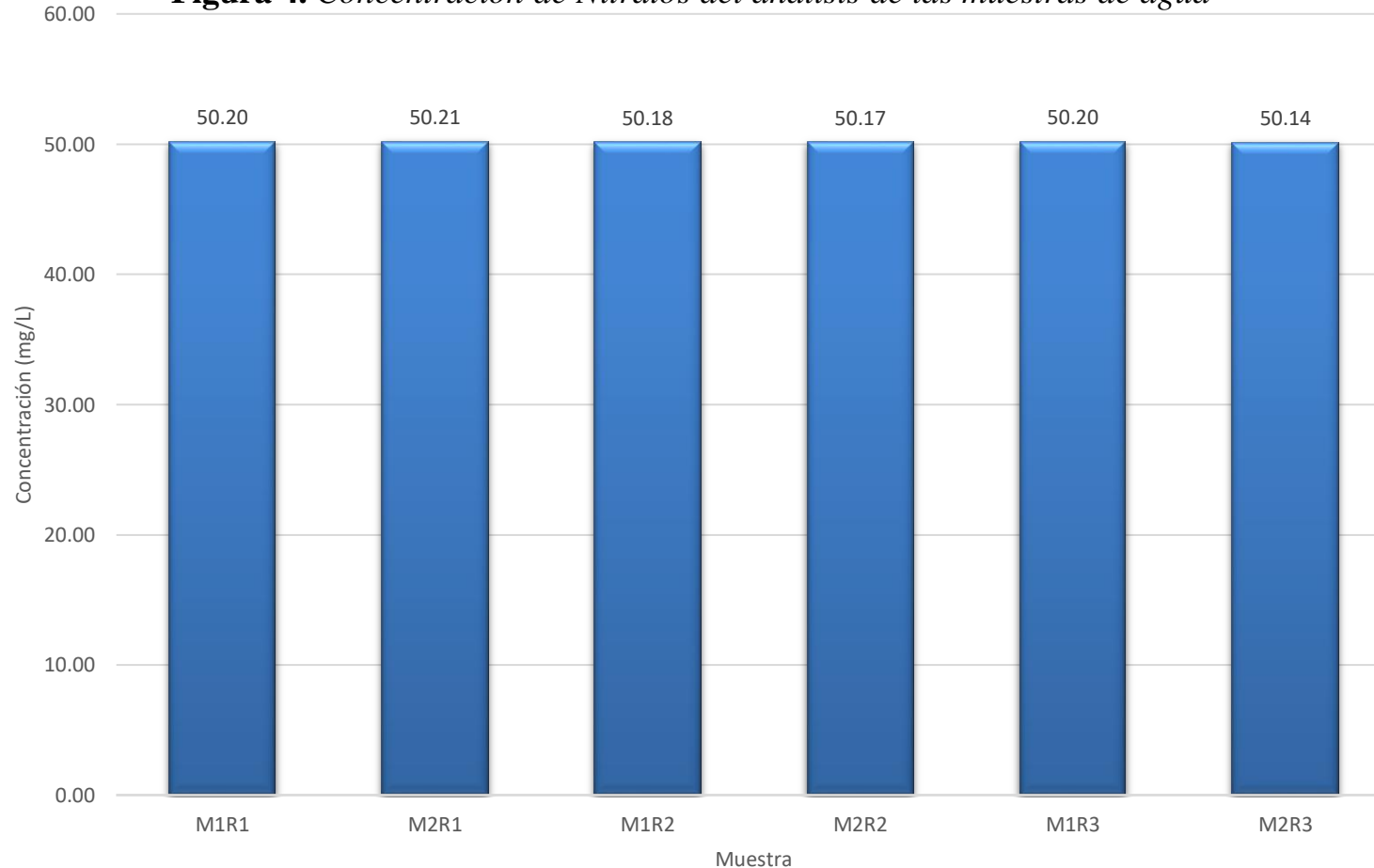
**Figura 3.** Concentración de Fluoruros del análisis de las muestras de agua



Otro de los parámetros que sobrepasa el límite máximo permisible establecido en la Norma NTE INEN 1108:2014 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) es el fluoruro, cuyo límite máximo de concentración es de 1.5 mg/L.

# Nitratos

**Figura 4.** *Concentración de Nitratos del análisis de las muestras de agua*



La concentración de nitratos de todas las muestras de agua obtenidas sobrepasa el límite máximo permisible establecido en la Norma NTE INEN 1108:2014 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011), cuyo límite máximo es de 50 mg/L.

# Análisis de las muestras de Agua

## Análisis de varianza

- No existe diferencia significativa entre las concentraciones de todas las muestras de agua obtenidas de los tanques reservorios de la parroquia San Buenaventura para cada uno de los parámetros analizados, esto como resultado de la obtención de Valores p mayores a  $\alpha=0.05$  (nivel de confianza del 95%).
- Los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba *t* de student indicaron que tampoco existe diferencia significativa entre las medias de concentración de las muestras analizadas para cada uno de los parámetros propuestos como resultado de la obtención de Valores p mayores a  $\alpha=0.05$  (nivel de confianza del 95%).

# Propuesta de diseño de la planta de tratamiento de agua destinada al consumo humano en la parroquia San Buena Ventura.

A partir de los resultados de concentración y el análisis estadístico se realizó la propuesta de diseño de la planta de tratamiento de agua que consta de 6 etapas.

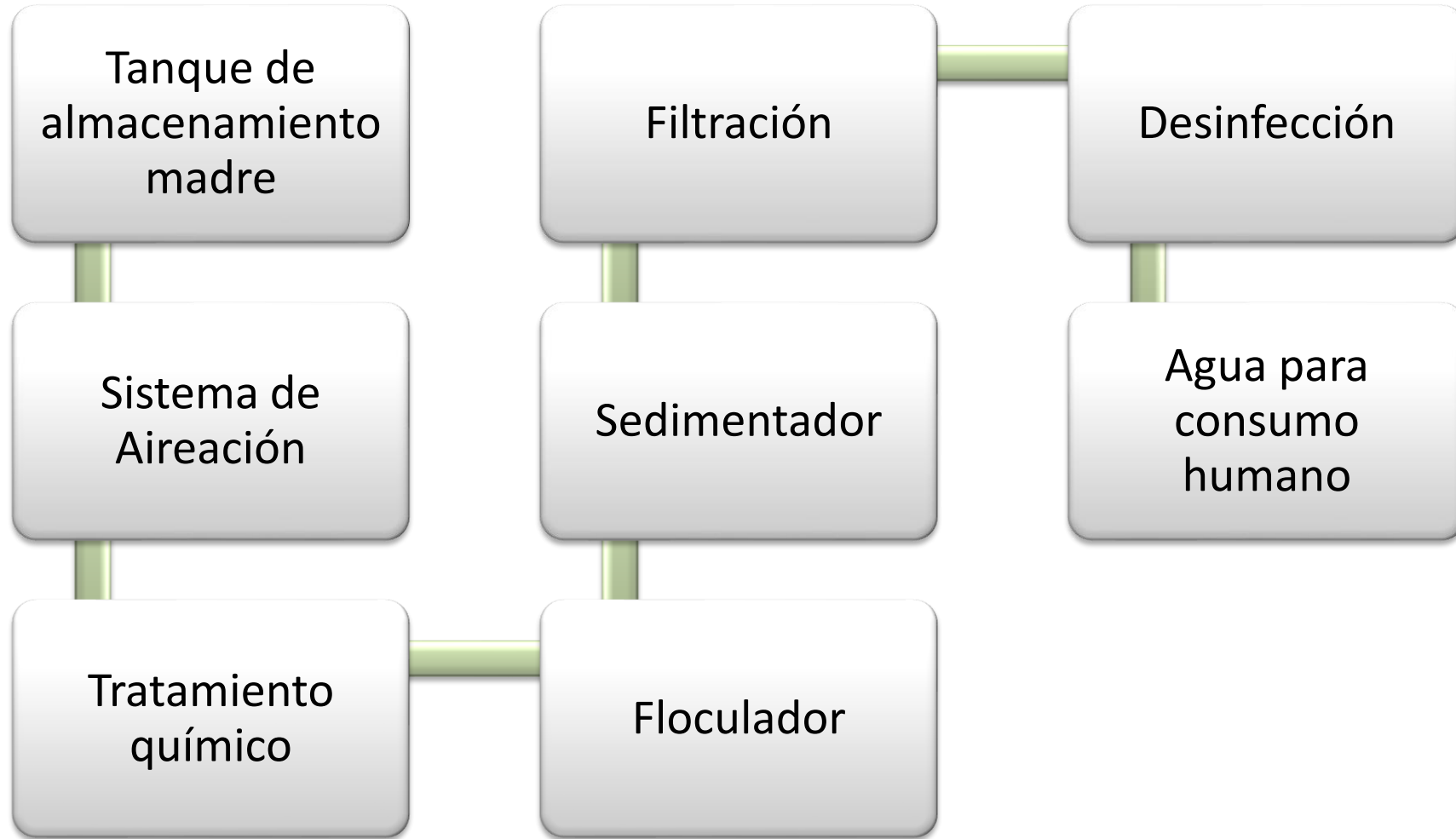
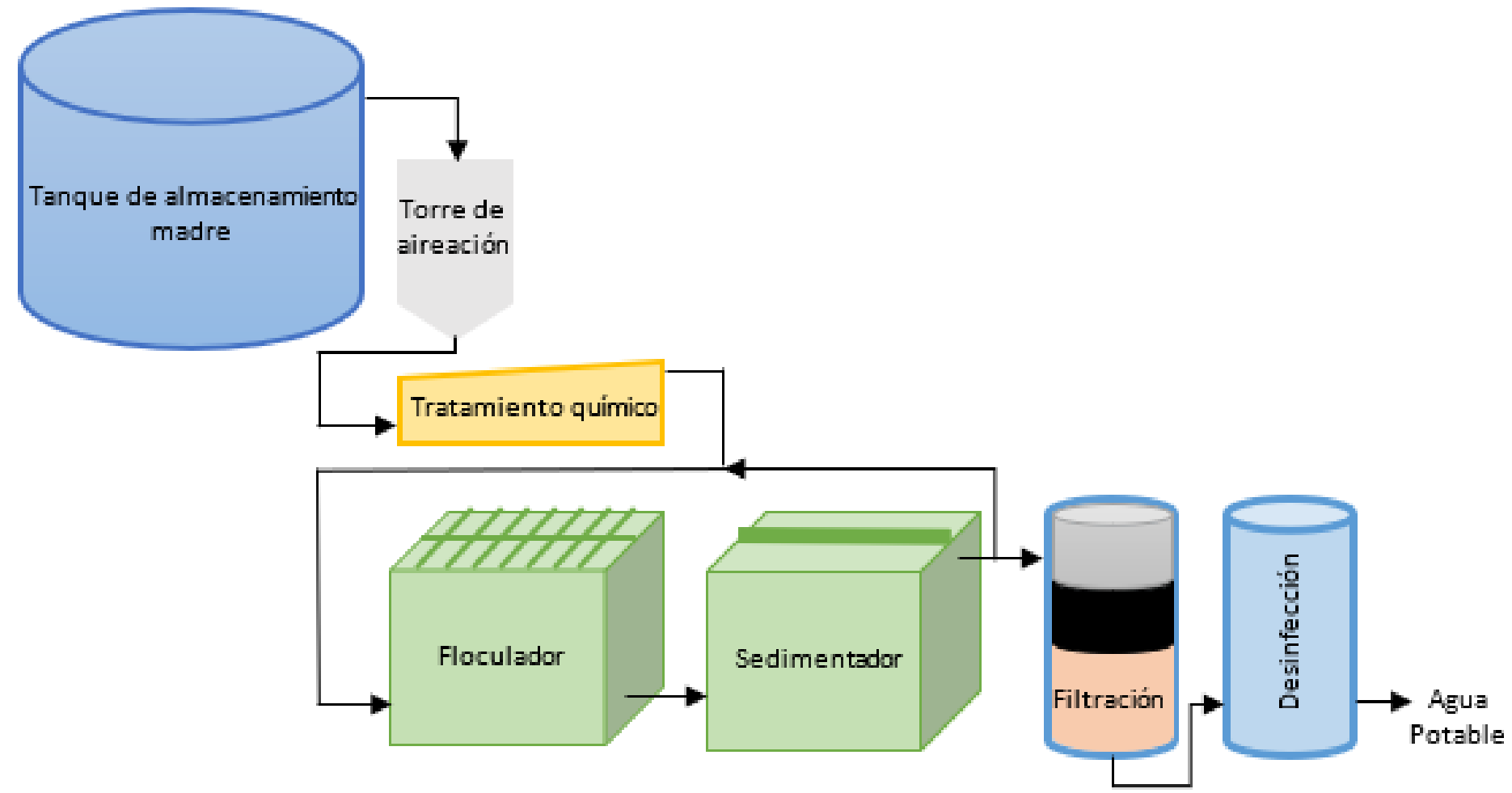


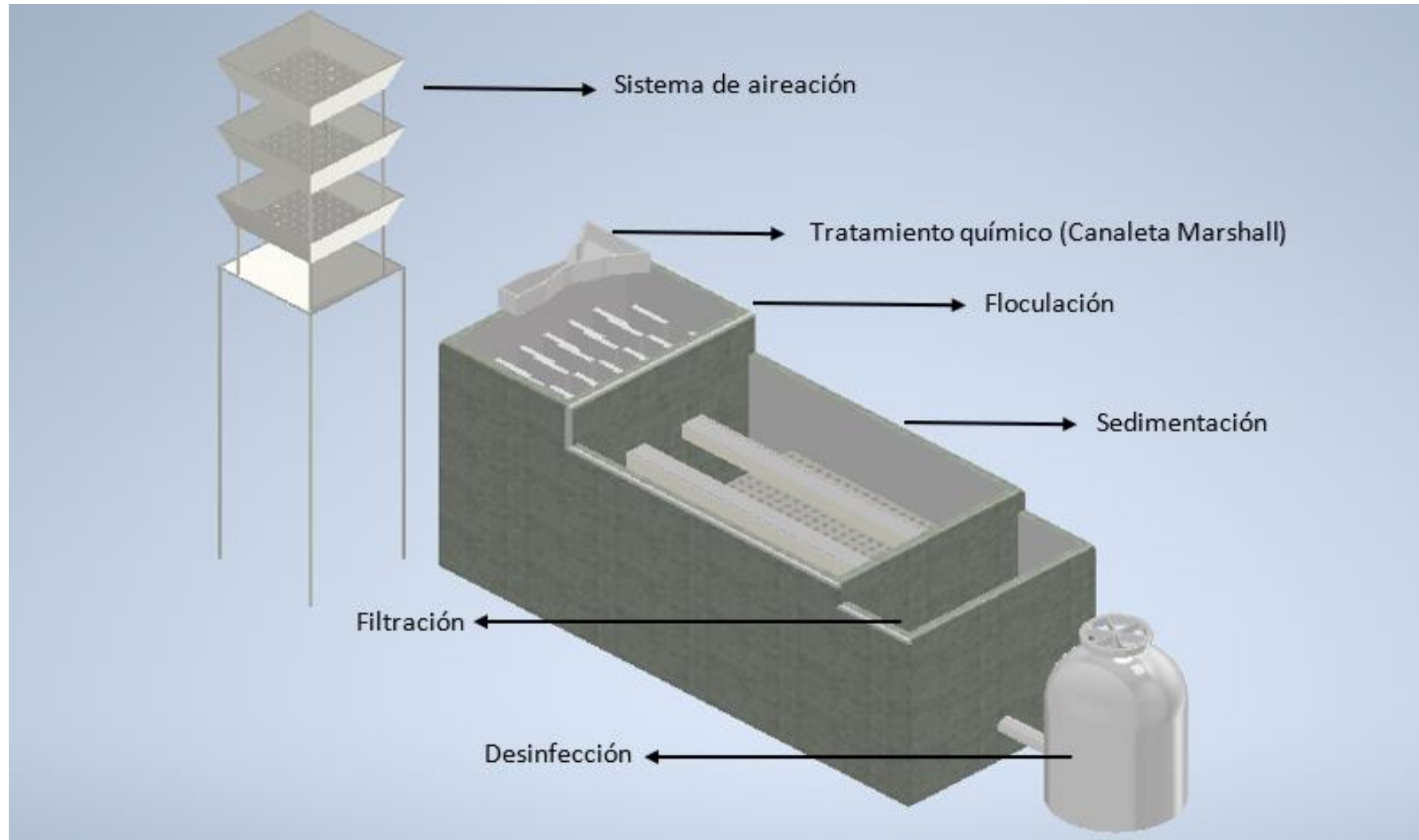
Figura 5. Diagrama de las etapas que comprenden el sistema de tratamiento de agua



Nota: El esquema presentado se lo realizó de forma didáctica con el fin de visualizar cada una de las etapas comprendidas por el sistema de tratamiento de agua.



**Figura 6.** *Diseño de la planta de tratamiento de agua propuesto*



*Nota:* El diseño presentado se elaboró con ayuda del software INVENTOR

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE RESULTADOS

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# Conclusiones

- El análisis físico químico realizado a las muestras de agua permitió concluir que el agua distribuida en la parroquia San Buenaventura **no presenta un color aparente y no registra la presencia de aceites y grasas**; así como **tampoco se detectó concentraciones de cianuro y cloro libre residual**; mientras que las concentraciones de los otros parámetros son diferentes para cada tanque de almacenamiento muestreado.
- Considerando los **límites máximos permisibles establecidos en la Norma NTE INEN 1108:2014** (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) y en la **Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua** (Presidencia de la República del Ecuador, 2020), se concluyó que el agua distribuida en la parroquia San Buenaventura contiene concentraciones de **fluoruros, dureza y nitratos que sobrepasan límites establecidos**.

# Conclusiones

- La alta concentración de **nitratos registrada del análisis de cada una de las muestras de agua indica la presencia de amoníaco**, esto debido a la rápida oxidación bacteriana del amoníaco, el mismo reacciona con oxígeno para formar nitritos y en una posterior oxidación forma nitratos, razón por la cual los nitrados son las moléculas más estables y cuantificables. Dicha concentración la podemos relacionar con la actividad ganadera de la zona, el agua al ser obtenida de diferentes ojos de agua recorre trayectos superficiales y los compuestos químicos producto de los procesos biológicos pueden ser transportados a través del suelo hasta llegar a las vertientes de agua.
- El **análisis de varianza** aplicado a los valores de concentración de los parámetros físico químicos evaluados concluyó que **no existe diferencia significativa** en ninguna de las concentraciones de los parámetros físico químicos propuestos de las muestras de agua recolectadas en los tres tanques reservorios de la parroquia San Buenaventura.

# Conclusiones

- La **prueba  $t$  de student** aplicada a los datos obtenidos a partir del análisis de concentración de los parámetros físico químicos propuestos concluyeron que **no existe diferencia significativa** en ninguno de los valores de la media de concentración de los parámetros mencionados.
- **El diseño de la planta de tratamiento de agua propuesto permitirá eliminar las concentraciones en exceso de fluoruros, dureza y nitratos, de esta manera se cumplirá con los parámetros establecidos en la Norma NTE INEN 1108:2014** (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011) respecto a los criterios de agua potable. Una vez tratada el agua proveniente de las fuentes naturales se la podrá catalogar como agua potable o agua de consumo humano.
- **La planta de tratamiento de agua** propuesta además de considerar los valores de concentración que sobrepasan los límites máximos permisibles **considera la posible contaminación biológica y presencia de sales minerales**, por lo que el diseño es capaz de eliminar contaminantes físicos, químicos y biológicos.

# Recomendaciones

- Se recomienda hacer un análisis bacteriológico con el fin de obtener un estudio completo de la calidad del agua que está siendo consumida por la población de la parroquia San Buenaventura.
- Una vez construida la planta de tratamiento de aguas se recomienda realizar estudios periódicos del agua obtenida del proceso de purificación, como parte de un control de calidad.
- El estudio de muestras de suelo, vegetación y agua de la zona agrícola y ganadera de la parroquia San Buenaventura permitirá conocer si existe contaminación en zona debido a las actividades antropogénicas del sector, con el fin de implementar un sistema completo de transporte de agua desde las fuentes de obtención hasta los reservorios de agua de la parroquia San Buenaventura.



**GRACIAS**