

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



---

**DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL  
CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA  
ENERO A MAYO 2019**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**TESISTA:**

Bach. Ing. Ind. NOEL COLLAZOS ALARCÓN

**ASESOR:**

Mg. OSCAR C. BALLARTE ZEVALLOS.

**HUÁNUCO – PERÚ**  
**2019**

## DEDICATORIA

Al divino creador por ser mi guía, mi protector, por derramar su bendición espiritual hacia nosotros y por permitirnos a superar múltiples dificultades del momento.

A mí madre Teclaciana Alarcón de Collazos y a mi padre David Collazos Villadeza por darme la vida, su dedicación, ejemplo de lucha y enseñanzas en valores para ser cada día mejor persona.

A mis hermanos y Hermanas Hermelinda, Milka, Paúl, Mayka y Nino por su motivación y apoyo incondicional.

A Marjorie, Renner y Jeanely e Paulo César por ser la alegría en la casa.

A mis pequeños y grandes amigos Jeans, Lincol, Cleber y Henry Iptael; quienes fueron ejemplo de apoyo y motivación incondicional durante el desarrollo de mi tesis y por compartir cada momento conmigo frente a las dificultades.

Con cariño y aprecio dedico a todos ellos.

Noel COLLAZOS ALARCÓN

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán Medrano – Huánuco - a la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial por haberme formado y por todo el apoyo que me brindó ésta casa superior de estudios.

A mis profesores de PATP, Ing. Jorge Hilario Cárdenas, Ing. Manuel Marin Mozombite y el Ing. Oscar Ballarte Zevallos, quienes hicieron posible la realización de la presente investigación.

A mi amigo Marino Ríos Capcha, por el apoyo incondicional en el desarrollo de mi tesis.

Agradezco a todos, por haber contribuido a que este trabajo de investigación que concluye satisfactoriamente.

Muchas Gracias de corazón a todos.

Noel COLLAZOS ALARCÓN

## RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Poblado de San Pedro del Marañón, distrito de Singa, provincia de Huamalíes departamento y región Huánuco; el manantial evaluado es el agua de Gongá, el periodo de evaluación se desarrolló durante los meses de enero a mayo del año 2019, con el objetivo de Diseñar el proceso de potabilización del agua de Gongá, para lo cual se determinó su calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua según DS-031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” y DS N° 004-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”. Para la evaluación del agua de Gongá se ha dividido en cuatro estaciones de muestreo la primera estación “captación de Gongá”, la segunda estación “reservorio Baltayacu”, la tercera estación “el consumidor más cercano” y la cuarta estación “el consumidor más alejado”. Se aplicó la metodología de Unidad de Colonias Formadoras UCF/100ml según DS-031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Los resultados obtenidos en las cuatro estaciones de muestreo del agua de Gongá con respecto al análisis físico químico son: La temperatura, el pH, la turbidez, cloro residual, la conductividad eléctrica. En el análisis bacteriológico se determinó la presencia de coliformes totales, coliformes termotolerantes y fecales. Las actividades necesarias para potabilizar el agua de Gongá, consiste en las siguientes operaciones: Captación, cribado, desarenado, floculación, filtrado, cloración, almacenamiento y distribución; correspondiente a categoría 01 (Poblacional y Recreacional), Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable según el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Las operaciones como la filtración y cloración son esenciales para obtener agua potable según la normativa de DIGESA el DS N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”.

## ABSTRACT

The study was carried out in the San Pedro del Marañón Population Center, Singa district, Huamalíes province, Huánuco department and region; The evaluated spring is the water of Gongá, the evaluation period was developed during the months of January to May 2019, with the aim of Designing the process of purification of the water of Gongá, for which its physicochemical and bacteriological quality was determined of water according to DS-031-2010-SA “Regulation of Water Quality for Human Consumption” and DS N ° 004-2017-MINAM “Environmental Quality Standards (ECA) for Water”. For the evaluation of Gongá's water, the first station "Gongá catchment", the second station "Baltayacu reservoir", the third station "the closest consumer" and the fourth station "the most distant consumer" have been divided into four sampling stations. ”. The UCF / 100ml Forming Colonies Unit methodology was applied according to DS-031-2010-SA “Regulation of Water Quality for Human Consumption. The results obtained in the four Gongá water sampling stations with respect to the physical-chemical analysis are: Temperature, pH, turbidity, residual chlorine, and electrical conductivity. The bacteriological analysis determined the presence of total coliforms, thermotolerant and fecal coliforms. The activities necessary to make the water of Gongá drinkable, consist of the following operations: Capture, screening, de-sanding, filtering, chlorination and storage; corresponding to category 01 (Population and Recreational), Subcategory A: Surface waters intended for the production of drinking water according to SUPREME DECREE No. 004-2017-MINAM. Operations such as filtration and chlorination are essential to obtain drinking water according to the DIGESA regulations, DS N° 031-2010-SA “Regulation of Water Quality for Human Consumption”.

## INDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
RESUMEN .....	IV
ABSTRACT.....	V
INDICE DEL CONTENIDO.....	VI
INDICE DE TABLAS .....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
INTRODUCCIÓN .....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema. ....	3
1.2.1. Problema general. ....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos. ....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Hipótesis.....	4
1.5. Sistema de variables, dimensiones e indicadores.....	4
1.5.1. Variable.....	4
1.5.2. Dimensiones e indicadores. ....	4
1.6. Justificación e importancia.....	6
1.6.1. Justificación. ....	6
1.6.2. Importancia. ....	6
1.7. Viabilidad.....	7
1.8. Limitaciones.....	7
II. MARCO TEORICO.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación. ....	8
2.1.1. A nivel Internacional.....	8
2.1.2. A nivel nacional. ....	9
2.1.3. A nivel Local.....	10
2.2. Bases teóricas. ....	11
2.2.1. El agua. ....	11
2.2.2. Tipos de Agua.....	12

2.2.3.	Contaminación del agua.....	15
2.2.4.	Calidad de agua.....	15
2.2.5.	Parámetros de calidad de agua.....	16
2.2.5.1.	Parámetros fisicoquímicos del agua.....	16
2.2.5.2.	Parámetros Bacteriológicos del agua.....	20
2.2.6.	Normativa.....	21
2.2.6.1.	Normativa Internacional sobre calidad de agua potable.....	21
2.2.6.2.	Normativa nacional sobre la calidad de agua.....	22
2.2.7.	Caudal del agua y método para medición.....	30
2.2.8.	¿Cómo se potabiliza el agua?.....	31
2.2.8.1.	Potabilización del agua.....	31
2.2.8.2.	La red de abastecimiento de agua.....	32
2.2.8.3.	Tratamientos correctores para obtener agua potable.....	33
a)	Tratamiento físico.....	33
b)	Químico.....	33
c)	Bacteriológico.....	33
2.2.8.4.	Plantas de tratamiento de agua o plantas potabilizadoras.....	34
	Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).....	34
a)	Plantas de Tratamiento de Agua Potable Convencionales:.....	35
b)	Plantas de Tratamiento Compactas:.....	36
c)	Plantas De Tratamiento De Agua Con Sistema de Microfiltración:.....	37
d)	Plantas De Tratamiento De Agua Con Sistema de Ultrafiltración.....	38
2.2.8.5.	Proceso de potabilización.....	39
2.3.	Marco situacional.....	48
2.3.1.	Ubicación del proyecto.....	48
2.3.2.	Clima de la zona.....	49
2.3.3.	Topográfica y tipo de suelo.....	49
2.3.4.	Vivienda.....	49
2.3.5.	Enfermedades.....	49
2.3.6.	Actividades Económicas.....	50
2.3.7.	Consumidores del agua.....	50
2.4.	Definición de términos.....	51
III.	MARCO METODOLÓGICO.....	54
3.1.	Tipo y nivel de la investigación.....	54
3.2.	Diseño de la investigación.....	54

3.3.	Población y muestra. ....	55
3.3.1.	La población (N). ....	55
3.3.2.	La muestra(n). ....	55
3.3.2.1.	Características de las estaciones de muestreo. ....	55
a.	Captación de Gongá. ....	56
b.	Reservorio de Baltayacu. ....	56
c.	Consumidor más cercano. ....	57
d.	Consumidor más alejado. ....	57
IV.	RESULTADOS. ....	59
4.1.	Determinación de la contaminación del agua de Gongá. ....	59
4.1.1.	Procedimiento del muestreo. ....	59
4.1.2.	Parámetros físico químicos del agua. ....	60
4.1.3.	Parámetros de calidad bacteriológica del agua. ....	61
4.2.	Actividades para potabilizar el agua de Gongá. ....	62
4.2.1.	Cálculos. ....	62
4.2.1.1.	Toma de datos y medición de caudal por el método volumétrico: ....	62
4.2.1.2.	Población Actual. ....	63
4.2.1.3.	Consumo per cápita por día. ....	63
4.2.1.4.	Consumo diario. ....	64
4.2.1.5.	Población futura para el año 2039. ....	64
4.2.1.6.	Consumo diario proyectado para el año 2039. ....	65
4.2.1.7.	Área de la tubería de conducción desde Gongá. ....	65
4.2.1.8.	La velocidad del agua. ....	65
4.2.1.9.	Caudal del diseño para el año 2039. ....	66
4.2.1.10.	Calculo de la solución del Sulfato de Aluminio. ....	67
4.2.1.11.	Calculo de hipoclorito de sodio. ....	68
4.2.1.12.	Calculo del diseño de la capacidad del reservorio. ....	69
4.2.1.13.	Diseño del proceso para potabilizar el agua de Gongá. ....	69
4.3.	Operaciones bajo las normas vigentes de DIGESA para potabilizar el agua de la Gongá. .....	77
V.	DISCUSIÓN O CONTRASTACION DE RESULTADOS. ....	78
	CONCLUSIONES. ....	82
	RECOMENDACIONES. ....	84
	BIBLIOGRAFIA. ....	86



ANEXOS. ....	90
A.    FOTOGRAFIAS. ....	90
B.    INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	93
C.    ANALISIS DEL AGUA. ....	97
D.    PLANOS .....	98

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b>	Dimensiones e indicadores de los variables. ....	4
<b>Tabla 2.</b>	Límite Máximo Permisible fisicoquímico y microbiológico (MINAM, 2017).....	26
<b>Tabla 3.</b>	Tabla 3. Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.....	29
<b>Tabla 4.</b>	Tabla 4. Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica	29
<b>Tabla 5.</b>	Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá. ....	60
<b>Tabla 6.</b>	Resultados de parámetros de calidad bacteriológica del agua.....	61
<b>Tabla 7.</b>	Caudal por método volumétrico. ....	63
<b>Tabla 8.</b>	Dosis de cloro aplicadas en plantas potabilizadoras.....	68

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Procesos del tratamiento de agua.....	40
<b>Figura 2.</b>	Tratamiento de potabilización de agua.....	41
<b>Figura 3.</b>	Floculadores.....	43
<b>Figura 4.</b>	Sedimentador .....	44
<b>Figura 5.</b>	Mapa de ubicación del centro poblado de San Pedro del Marañón.....	48
<b>Figura 6.</b>	Mapa de ubicación de la quebrada de Gongá .....	56
<b>Figura 7.</b>	Mapa de ubicación del reservorio de Baltayacu y los consumidores más cercanos y alejados. ....	58
<b>Figura 8.</b>	Velocidad del agua.....	66
<b>Figura 9.</b>	Ensayo de Jar test.....	67
<b>Figura 10.</b>	Diagrama de flujo para potabilizar el agua de Gongá.....	70
<b>Figura 11.</b>	Diseño de la captación. ....	71
<b>Figura 12.</b>	Diseño del desarenador.....	72
<b>Figura 13.</b>	Diseño de floculador.....	73
<b>Figura 14.</b>	Diseño del sedimentador.....	74
<b>Figura 15.</b>	Diseño del filtro. ....	75
<b>Figura 16.</b>	Diseño del reservorio .....	76
<b>Figura 17.</b>	Mapa de distribución del agua potabilizado .....	77
<b>Figura 18.</b>	Toma de muestra para el análisis bacteriológico .....	90
<b>Figura 19.</b>	Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá.....	90
<b>Figura 20.</b>	Toma de muestra en la captación para el análisis bacteriológico .....	91
<b>Figura 21.</b>	Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá.....	91
<b>Figura 22.</b>	Determinación del caudal por método volumétrico.....	91
<b>Figura 23.</b>	Entrevista a la responsable del establecimiento de salud.....	92
<b>Figura 24.</b>	Encuesta sobre la percepción organoléptica del agua de Gongá. ....	92
<b>Figura 25.</b>	Guía de observación del campo para la toma de muestras. ....	93
<b>Figura 26.</b>	Formato de la encuesta.....	94
<b>Figura 27.</b>	Guía de entrevista. ....	96
<b>Figura 28.</b>	Resultados de análisis en el laboratorio del agua de Gongá.....	97

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años 4 500 millones de la población mundial es decir 6 de cada 10 personas no disponen de un saneamiento seguro y este es el caso del centro poblado de San Pedro del Marañón, distrito de Singa, provincia de Huamalés, departamento y región Huánuco, que consume agua de Gongá sin potabilizar en condiciones de mala calidad para el consumo humano, sobre todo en la temporada de lluvia que comprende entre los meses enero a mayo de cada año.

No se cuenta con una red de agua potable que abastece a los usuarios del centro poblado de San Pedro del Marañón, del distrito de Singa, según el registro de padrones alcanzados por las autoridades se cuenta con 173 viviendas, con una densidad poblacional de 3 a 5 personas por vivienda, teniendo una población de 692 habitantes. Para su consumo, el agua es captado en Gongá y es conducido a través de una tubería de PVC de 1 1/2” desde el manantial de Gongá hasta el reservorio Baltayacu recorriendo una longitud de 3923 metros y allí se almacena para su posterior distribución a los usuarios, desde allí se distribuye el agua entubado de Gongá sin ningún tratamiento de potabilización apta para consumo humano, lo que indica que es necesario y urgente dotar de agua potable a dicha comunidad, para de esta forma contribuir a mejorar la calidad de vida de los usuarios y disminuir las tasas de morbilidad de las enfermedades que padecen los pobladores.

Este proyecto consiste en diseñar el proceso de potabilización del agua de Gongá en el centro poblado de San Pedro del Marañón, distrito de Singa enero a mayo 2019, esto implica recopilar datos, analizar y evaluar los resultados para que la implementación de este diseño pueda funcionar correctamente dentro del proyecto.

Se determinará los contaminantes fisicoquímico y bacteriológico del agua de Gongá y las actividades necesarias para potabilizar según las normativas vigentes DS-031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” y DS N° 004-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

# **DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019**

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **1.1. Descripción del problema.**

A nivel mundial 6 de cada 10 personas no disponen de un saneamiento seguro, existe una gran preocupación por el recurso agua para consumo humano, ya que su escasez es cada vez más evidente, se prevé que en las siguientes décadas las guerras tendrán como protagonista a este recurso; en nuestro país se repiten ésta problemática generada entre otros por la contaminación del medio ambiente que ha generado el efecto invernadero, en este contexto el Centro Poblado de San Pedro del Marañón que se ubica entre las coordenadas 09°25'25.12" latitud Sur y 76°48'09.62" Longitud Oeste de la cordillera de los Andes ; al sur del Distrito de Singa, a una altitud de 3410 m.s.n.m, según los datos proporcionado por las autoridades de la localidad se cuenta con 173 viviendas, con una densidad poblacional de 3 a 5 personas por vivienda, teniendo una población de 690 habitantes entre varones y mujeres; está conformado por 5 barrios Vista Alegre, Nueva Vista, Nueva Esperanza, Carmen Unidos y Centro, se tiene una red de distribución de agua entubada, con captación de agua subterránea y agua de la lluvia por arrastre en el lugar denominado Gongá, es conducido por una tubería de PVC de 1 ½", a una distancia de 3923 metros de longitud para almacenar en un reservorio de distribución ubicado en el lugar llamado Baltayacu, donde se adiciona cloro de manera irregular, en cantidades no estandarizadas generando algunas veces malestar en los consumidores finales sea por exceso o deficiencia. Según datos estadísticos proporcionados por el puesto de salud del centro poblado de San Pedro del Marañón, tenemos 12 niños de 0 a 5 años en desnutrición crónica, 29 casos de Enfermedades

Diarreicas Agudas (EDA) y otra cantidad igual de parasitosis por mes. En periodos de lluvia (enero – mayo) ésta agua es contaminada por el arrastre de la materia orgánica e inorgánica generados por la actividad agrícola y ganadería; asimismo lodo y otros contaminantes que ingresa hacia a la captación de Gongá lo cual es conducido a través de una tubería de PVC de 1 ½” con todos sus contaminantes al reservorio de distribución ubicado en Baltayacu y así convirtiéndose en agua no apta para el consumo humano. El agua que consume dicha comunidad especialmente entre los meses de enero a mayo no cumple con los parámetros establecidos la DIGESA y OMS por ser agua contaminada, poniendo en riesgo la salud de la población. Si no se realiza el tratamiento del agua de Gongá para el consumo humano tal como indica las normas vigentes, la prevalencia de casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y parasitosis en la comunidad de San Pedro del Marañón continuaría por tiempo indefinido, e incluso con tendencia a aumentar la incidencia de estos males, ya que influye directamente en la desnutrición crónica y como consecuencia bajo rendimiento académico de los niños y niñas en etapa escolar. Para evitar que suceda lo anteriormente descrito proponemos realizar una investigación que nos ayude a diseñar el proceso de potabilización del agua de Gongá en el Centro Poblado de San Pedro del Marañón, Distrito de Singa.

## **1.2. Formulación del problema.**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál es el diseño del proceso de potabilización del agua de Gongá en el centro poblado de San Pedro del Marañón, Distrito de Singa enero a mayo 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

1) ¿Está contaminada el agua de Gongá?

- 2) ¿Cuáles son las actividades para potabilizar el agua de Gongá?
- 3) ¿Cuál es la documentación de las operaciones bajo las normas vigentes de la DIGESA?

### 1.3. Objetivos.

#### 1.3.1. Objetivo General.

Diseñar el proceso de potabilización del agua de Gongá en el centro poblado de San Pedro del Marañón, Distrito de Singa enero a mayo 2019.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la contaminación del agua de Gongá.
2. Determinar las actividades necesarias para potabilizar el agua de Gongá.
3. Redactar las operaciones bajo las normas vigentes de DIGESA.

### 1.4. Hipótesis.

Como la investigación a realizar no pronostica un hecho, no posee hipótesis.

### 1.5. Sistema de variables, dimensiones e indicadores.

#### 1.5.1. Variable.

Proceso de potabilización del agua de Gongá

#### 1.5.2. Dimensiones e indicadores.

**Tabla 1.** Dimensiones e indicadores de los variables.

VARIABLE	INDICADORES	EXPLICACION Y/O ALCANCE	ACCIONES
	Temperatura (T)	La temperatura es una medida del grado de calor de un cuerpo, se expresa en unidades de grado	Análisis del agua en el laboratorio. Se

<b>PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ</b>		centígrado (°C) y se mide con un termómetro de mercurio o digital. (Uriburu Chavez, L.S., 2018).	requiere 4 muestras iniciales.
	pH	Es una medida relativa de iones de hidrógeno en el agua. Debe estar entre 6,5 y 8,5 de pH tanto agua cruda y tratada.	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales
	UNT	<b>Unidades Nefelométrica de Turbidez:</b> Medida de la materia en suspensión que interfiera con el paso de un haz de la luz a través del agua. (Uriburu Chavez, L.S., 2018).	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales
	Cloro residual	Es la Presencia final del cloro en agua, debe tener 0.5 ppm	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales.
	Conductividad eléctrica	La conductividad es una medida de la actividad eléctrica de los iones en una disolución. Se expresa en unidades de microsiemen por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y se mide con un conductímetro (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales.
	Coliformes totales	Coliformes totales, es un grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrarse en plantas suelos y ambientes acuáticos son aerobios y anaerobios facultativos formas bacilares no son formadoras de esporas gran negativos fermentadores de lactosa con producción de ácido y gas (González, 2012).	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales
	Coliformes termotolerantes	soportan temperaturas hasta de 45 °C. En su mayoría están representados por <i>E. coli</i> . Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos. Se excreta diariamente con las heces. (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).	Análisis del agua en el laboratorio. Se requiere 4 muestras iniciales
	Color	El agua no tiene color, el color característico se debe a las partículas disueltas.	Se requiere una encuesta inicial



	Sabor y Olor	El sabor y el olor están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. La falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos, por otra parte, la presencia de olor a sulfuro de hidrógeno puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. (Pradillo B, 2016)	Se requiere una encuesta inicial
--	--------------------	--	----------------------------------

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## 1.6. Justificación e importancia.

### 1.6.1. Justificación.

La presente investigación tiene justificación de orden práctico, porque como resultado de la misma obtendremos el proceso que permitirá obtener agua potable para consumo humano en el centro poblado de San Pedro del Marañón, Distrito de Singa.

### 1.6.2. Importancia.

Radica en identificar los contaminantes del agua de Gongá que se consume en el centro poblado de San Pedro del Marañón y proponer un tratamiento para potabilizar el agua, el resultado obtenido es de mucho beneficio para prevenir los casos de las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y parasitosis, asimismo, mejorar la calidad de vida de la población y combatir la desnutrición crónica de ésta manera mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

**1.7. Viabilidad.**

Para llevar a cabo la investigación nos reunimos con las autoridades del centro poblado de San Pedro del Marañón, los responsables del puesto de salud y los responsables de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento JASS, con la finalidad que me proporcione datos necesarios para la investigación y acceso a los puntos de muestreo de agua.

**1.8. Limitaciones.**

Durante la investigación, no se han encontrado limitaciones para su desarrollo.

## **II. MARCO TEORICO.**

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

#### **2.1.1. A nivel Internacional.**

ALCÍVAR BUENO, 2014, en su investigación titulada: “EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS POZOS, UBICADOS EN EL SECTOR DE LA PARROQUIA LA RULE, CANTÓN BALZAR- PROVINCIA DEL GUAYAS, MARZO-ABRIL 2017 “, para obtener el grado académico de Químico Farmacéutico, se trazó como objetivo: “Evaluar los indicadores de calidad fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de los pozos ubicados en la parroquia La Rule, del cantón Balzar provincia del Guayas en los periodos Marzo-Abril 2017.”, al finalizar la investigación concluyó que en: “La DBO5 promedio general es de 3.31 mg/l, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es 2 mg/l. La DBO5, presenta parámetros superiores a 2 mg/l, muestra que la naturaleza de los componentes que predominan en esas aguas son no biodegradables y permanecen por largo tiempo en los elementos ambientales ejerciendo un efecto negativo en el consumo de dichas aguas. La turbidez, las TULSMA establecen un límite máximo de hasta 100 NTU, los 4 pozos analizados presentaron un promedio general de 6.25 NTU, es decir, estas aguas de los pozos muestreados tienen un valor bajo, las épocas lluvias en este sector son un factor muy determinante para que estas aguas presenten estos valores. Los coliformes fecales el promedio general de los tres monitoreos en los cuatro pozos fue de 216 NMP/100 ml, es decir, se encuentra por debajo del límite máximo indicado por el TULSMA que es de 600 NMP/100 ml.

Mientras que, para el pH, color, sabor, 117 turbidez, hierro y demás parámetros los valores estuvieron dentro de los estándares establecidos por esta norma”.

### **2.1.2. A nivel nacional.**

PACORI CHAVEZ, 2018, en su investigación titulada: “CALIDAD FISICOQUÍMICO Y BACTEREOLÓGICA DEL AGUA EN LA ZONA DE CAPTACIÓN DE LA COMUNIDAD HERCCASICUANI-CANCHIS-CUSCO”, para obtener el grado académico de LICENCIADO EN BIOLOGIA, se trazó como objetivo: “ Evaluar la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Hercca- Sicuani- Canchis- Cusco” , al finalizar la investigación concluyó que en: “ los análisis de coliformes totales fluctuó entre 45.3 UFC a 0 UFC y coliformes Termotolerantes vario entre 2 UFC a 0 UFC. Los parámetros bacteriológicos de las seis captaciones de la Comunidad Hercca Sicuani, se encuentran dentro de los valores permitidos (ausencia/100ml) emitidos según el Estándar Nacional de Calidad del agua (ECA-015-2015-MINAM). Se llegó a la conclusión de que estas aguas si son aptas para la producción de agua potable”.

ARIAS AYALA, 2018, en su investigación titulada: “ CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA, DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA HERMOSA, DISTRITO DE CHONTABAMBA, PROVINCIA DE OXAPAMPA – 2018”, para obtener el grado académico de INGENIERO AMBIENTAL, se trazó como objetivo: “Determinar las características fisicoquímicas, que tiene el agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa del distrito de Chontabamba,

Provincia Oxapampa”, al finalizar la investigación concluyó que en: “ Dentro de los parámetros fisicoquímicas (Conductividad eléctrica, color verdadero, STD, temperatura, pH, OD, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO5, fosfato, cloruros, dureza y flúor) del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, como se indica en las tablas N° 6, 7 8 y 9, se encuentran dentro del rango adecuado, pero la turbidez presenta un valor de 7 UNT que es mayor a 5 NTU lo que indica que sobrepasa LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), estos indica que ese debe de implementar un sistema de sedimentación adecuado para reducir la turbidez ya que a esas condiciones no es recomendable clorar el agua, ni consumir directamente”.

### **2.1.3. A nivel Local.**

FERNÁNDEZ SIXTO, 2014, en su investigación titulada: “ NANOFILTROS CON ARCILLAS DE HUÁNUCO, EN LA PURIFICACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PARA CONSUMO HUMANO”, para obtener el grado académico de DOCTOR EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, se trazó como objetivo: “Determinar los tipos de contaminantes del agua que pueden ser eliminados mediante el uso de nano filtros de arcilla” , al finalizar la investigación concluyó que en: “Los contaminantes que exceden los límites máximos permisibles (LMP) para el consumo humano, presentes en el río Higuera son los bacteriológicos coliformes totales y coliformes termotolerantes; además de los físicos turbidez y color; mientras que el pH y el arsénico se localizan en el LMP. Los otros contaminantes a pesar de existir son en menores proporciones que los tolerables”

## 2.2. Bases teóricas.

### 2.2.1. El agua.

El agua ( $H_2O$ ) es un compuesto químico inorgánico, formado por dos átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O). Esta molécula es esencial en la vida de los seres vivos en la tierra, se encuentra en la naturaleza en sus tres estados líquido, sólido y gaseoso.

El agua es un elemento básico vital para la alimentación, higiene y actividades cotidianas del ser humano como la agricultura e industria, en tal sentido las exigencias higiénicas son más rigurosas si una fuente acuática se desea destinar al consumo humano de una población, exigencias que están siendo cada vez menos satisfechas, por la contaminación que se observa, lo que reduce calidad y cantidad del agua disponible; así las fuentes naturales de calidad se determinen mediante la presencia de contaminantes microbiológicos y fisicoquímicos (Tortora, 2007). En América Latina, el Perú es el país que cuenta con mayor disponibilidad per-cápita de agua dulce renovable (74 546 000 m<sup>3</sup>/año); sin embargo, esta cifra no refleja la realidad, más bien se observa una distribución asimétrica, que no permite que la población tenga acceso al recurso básico para la vida como es el agua (MINAM, 2015).

El agua presenta propiedades físicas, químicas y biológicas en la actualidad con el afán de elevar el bienestar de la colectividad se programan y planifican una serie de medidas tendientes a resolver los numerosos problemas de la salud ya que el agua se comporta como un medio de difusión de enfermedades; por tal razón debe vigilarse permanentemente la calidad sanitaria de la misma para evitar

epidemias, (Álvarez, 1991), a su vez el agua en su estado natural es incoloro, insípido e inodora es un buen conductor y disolvente, adquiere la forma del recipiente que lo contenga, el agua comienza a formar un color característico y olor debido a materia orgánica y productos químicos (Laura, 2009).

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos que pueden ser patógenos o no patógenos, por patógenos se denomina a los coliformes fecales y coliformes totales estos microorganismos ocasionan enfermedades más comunes que se transmiten por el agua como la gastroenteritis (Sierra, 2011).

La calidad microbiológica lo determinan las bacterias como los coliformes fecales especialmente *Escherichia coli*, y están estrechamente relacionados con la probabilidad de encontrar patógenos excretados, mientras que los miembros del grupo coliformes totales están ampliamente distribuidos en la naturaleza (Jiménez, 2002), por otro lado para comprobar si el agua que se consume es efectivamente potable, se toman muestras las cuales se procederán a análisis químicos y poder determinar su conductividad eléctrica, así mismo la densidad, como también el pH (grado de acidez o alcalinidad), seguidamente la dureza total, la dureza cálcica, el calcio y el magnesio por absorción atómica, la alcalinidad total, parcial e hidróxido y los cloruros. Estos análisis nos permiten saber si el agua para consumo humano cumple con los parámetros establecidos que definen si es que es potable (Campos, 2000).

### **2.2.2. Tipos de Agua.**

Los tipos de aguas no solo dependen de su composición química, sino de otras variables intervinientes que veremos a continuación:

- a. Agua potable:** El agua potable es el agua apta para el consumo humano, que tras un tratamiento adecuado, puede ser consumida sin que exista peligro para la salud. Es limpia, transparente, sin olores o sabores desagradables y está libre de contaminantes. (iAgua, 2019).
- b. Agua dulce:** El agua dulce es aquella que se encuentra naturalmente en la superficie de la Tierra en capas de hielo, humedales, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes bajo tierra. Se caracteriza generalmente por tener una baja concentración de sales y sólidos disueltos. (iAgua, 2019).
- c. Agua salada:** También se denomina agua de mar, siendo la que se encuentra en los océanos y los mares de la Tierra. Se caracteriza por tener una concentración de sales minerales disueltas en torno al 35%. (iAgua, 2019)
- d. Agua salobre:** El agua salobre es agua con una salinidad entre el agua dulce y el agua de mar. La salinidad del agua salobre no es condición definida con precisión y se considera que puede abarcar una gran variedad de regímenes de salinidad. El agua salobre puede contener entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro. (iAgua, 2019).
- e. Agua dura:** El agua dura es aquella que contiene un alto nivel de minerales disueltos, en particular, sales de magnesio y calcio. En química, también se denomina agua calcárea. (iAgua, 2019)
- f. Agua blanda:** El agua blanda es el agua en la que se encuentran disueltas mínimas cantidades de sales. Se consideran aquellas que tienen menos de 50 mg/l de carbonato cálcico. (iAgua, 2019)



- g. Agua alcalina:** Se denomina así el agua que supera los niveles de alcalinidad, esto es, agua con un pH superior a los 7 puntos y es indicada para deportistas, pues ayuda a rehidratar el organismo. (*Agua Eden*, 2018)
- h. Aguas negras:** Dentro de las aguas usadas, las aguas negras son aquellas que están contaminadas con heces u orina. (iAgua, 2019)
- i. Aguas grises:** Las aguas grises son las aguas resultantes del uso doméstico. Tienen mucho menos nitrógeno y fósforo que las aguas negras y están compuestas por materia orgánica e inorgánica y microorganismos. Deben su nombre a su aspecto turbio y su condición de estar entre el agua dulce y potable y aguas residuales. (iAgua, 2019)
- j. Agua bruta:** El agua bruta o agua cruda es el agua que no ha recibido ningún tratamiento. Se encuentra en fuentes y reservas naturales de aguas superficiales y subterráneas. (iAgua, 2019)
- k. Agua subterránea:** Son las **aguas de subsuelo**. Procedente del agua superficial infiltrada y alimenta a pozos y manantiales.
- l. Aguas superficiales:** Las aguas superficiales son las que encontramos en superficie del planeta se produce por la escorrentía generada a partir de las precipitaciones o por el afloramiento de aguas subterráneas: ríos, montañas, lagos, océanos, estuarios, mares, etc. (Wikipedia, 2012).
- m. Agua mineral:** Agua mineral. Es el agua que contiene minerales y otras sustancias que le otorgan un valor terapéutico. Este tipo de agua es la que proviene de manantial, aunque también se puede preparar. (*Agua Eden*, 2018).
- n. Aguas residuales:** Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad está afectada negativamente por la influencia antropogénica. Según

la FAO, se trata de agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. (iAgua, 2019).

- o. **Agua destilada:** El agua destilada es aquella sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H<sub>2</sub>O y ha sido purificada o limpiada mediante destilación. (iAgua, 2019)

### 2.2.3. Contaminación del agua.

Con respecto al manantial es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas se originan en la filtración de agua de lluvia o de nieve que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud donde el agua no está confinada en un conducto impermeable, (Prieto, 2004), al mismo tiempo el suministro de agua potable oportuno y seguro representa un permanente esfuerzo en el mejoramiento de la salud pública y la calidad de vida en una población de muchas comunidades, mientras tanto algunas actividades agrícolas dependientes de altos insumos pueden contribuir de forma significativa a la contaminación del agua potable, debido a las cantidades de fertilizantes y plaguicidas aplicados anualmente (Marchand, 2002).

### 2.2.4. Calidad de agua.

La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad fisicoquímica del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006), tras

cortos o largos periodos de exposición (Rojas, 2002). Mientras que, la microbiológica se basa en la determinación de aquellos microorganismos que pueden afectar directamente al ser humano o que, por su presencia puedan señalar la posible existencia de otros, tal y como sucede con los coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*. Aquellas aguas que cumplan con los estándares preestablecidos para el conjunto de parámetros indicadores considerados serán aptas para la finalidad a que se las destina. El agua para consumo humano (ACH) es aquella utilizada para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, lavado de utensilios y otros menesteres domésticos (OPS, 2003). El agua para consumo humano se deriva de dos fuentes: aguas superficiales, como los ríos y reservorios, y subterráneas (Fawell & Nieuwenhuijsen, 2003).

#### **2.2.5. Parámetros de calidad de agua.**

Los parámetros de calidad del agua a evaluar guardan relación con los contaminantes potenciales, que pueden estar presentes en el agua superficial en estudio, y al uso de la misma.

##### **2.2.5.1. Parámetros fisicoquímicos del agua.**

La presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua que pueden ser de origen natural o antropogénico define su composición física y química.

##### **a) La temperatura (T).**

Es un parámetro muy importante sobre el desarrollo de la vida acuática, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de

otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno y conductividad eléctrica, (Sierra, 2011), de igual manera La importancia de la temperatura se basa en el oxígeno que es menos soluble en agua caliente que en agua fría. Los riesgos de las temperaturas elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de microorganismos, plantas acuáticas y hongos, como La temperatura normal de agua de pozo es menor a 25°C y en el agua potable es entre 10 a 15°C (Spellman, 2007).

**b) El potencial de hidrógeno (pH).**

Es un indicador de la acidez de una sustancia, siendo ésta una de las propiedades más importantes del agua. El rango varía de 0 a 14, siendo 7 el rango promedio (rango neutral). Un pH menor a 7 indica acidez, mientras que un pH mayor a 7, indica un rango básico. Por definición, el pH es en realidad una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Se considera que el pH de las aguas tanto crudas como tratadas debería estar entre 6,5 y 8,5. Por lo general, este rango permite controlar sus efectos en el comportamiento de otros constituyentes del agua. El pH tiene una gran influencia en la coagulación. Valores por encima o por debajo del pH óptimo producen malos resultados.

**c) Turbidez.**

La turbidez es una expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, la turbiedad es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no

transmitida a través de la suspensión. La turbidez en un agua puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos, microorganismos, etc. Actualmente el método más usado para determinar la turbidez es el método Nefelométrica en el cual se mide la turbiedad mediante un nefelómetro y se expresan los resultados en unidades de turbidez Nefelométrica, UNT. Con este método se compara la intensidad de luz dispersada por la muestra con la intensidad de luz dispersada por una suspensión estándar de referencia bajo las mismas condiciones de medida. Entre mayor sea la intensidad de luz dispersada mayor será la turbiedad. Como suspensión estándar de referencia se usa una suspensión de un polímero de formalina, la cual es fácil de preparar y de mejores características reproducibles que otros materiales anteriormente usados como la arcilla. La determinación de turbidez es de gran importancia en aguas para consumo humano y en una gran cantidad de industrias procesadoras de alimentos y bebidas. Los valores de turbidez sirven para determinar el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtrabilidad, así como para determinar la potabilidad del agua.

**d) Conductividad eléctrica.**

Parámetro que mide la concentración de minerales disueltos en una muestra de agua, siendo más conductora de la electricidad mientras tenga más minerales disueltos (Severiche et al, 2013).

**e) Cloro residual libre.**

La OMS ha establecido un valor guía de 5 mg/l el que reconoce como muy estricto. Este valor se entiende a no sobrepasar, manteniendo un cloro residual de entre 0.5 a 1 mg/l. No es común encontrar agua sobre clorada. Los límites de sabor y olor del cloro son de 5 y 2 mg/l en agua destilada respectivamente. De hecho, la mayor parte de las personas perciben el sabor del cloro y de sus productos secundarios (cloraminas) por debajo de 5 mg/l e incluso hasta de 0.3 mg/l. Residuales de entre 0.6 y 1 mg/l comienzan a crear problemas de aceptación

**f) Olor.**

En su forma pura, el agua no produce sensaciones olfativas, el olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido, (Sierra, 2011), por otro lado, cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes del agua (Campos, 2003).

**g) Sabor.**

El sabor va en función de las sales. El límite de NaCl es de 300 – 400 mg, y el de sulfato de calcio es de 500 – 600 mg. El sabor también va a depender de la temperatura, (Sierra, 2011), de igual manera también la cloración en presencia de compuestos fenólicos puede imprimir un mal sabor en el agua, por la formación de derivados clorados que producen un sabor a derivados fenólicos (Carranza, 2001).

**h) Color.**

Se debe a las partículas en suspensión y disueltas, las algas pueden provocar un color verdoso, mientras que la presencia de formas solubles de hierro y manganeso le da un tono de amarillo a pardo, los desechos de cromato le da color amarillento, la presencia de color es indicador de calidad deficiente, (Sierra, 2011), mientras tanto Toda agua potable debe ser transparente y no poseer partículas insolubles en suspensión como limo, arcilla, materia mineral, algas, etc. Si el agua es turbia son rechazadas por el consumidor y por tanto no son recomendables para el consumo humano, a pesar que fuesen potables a nivel químico y microbiológico. Para el agua turbia la eficacia de la desinfección mediante cloro es menor ya que las partículas en suspensión, inorgánicas y orgánicas del plancton, engloban bacterias y virus que el cloro no destruye (Crites & Tchoganoglous, 2000).

**2.2.5.2. Parámetros Bacteriológicos del agua.**

El agua destinada al consumo humano y uso doméstico debe estar libre de patógenos, la mayor parte de las enfermedades transmitidas a través del agua tienen su origen en la ingestión de agua contaminada por microorganismos de origen fecal (Henry & Heinke, 1999) y por lo tanto producen cuadros diarreicos en las personas. Existen muchas fuentes de contaminación, dentro de las más comunes se encuentra la ingestión de alimentos o agua contaminada con heces que provienen del tracto gastrointestinal del hombre y otros animales de sangre caliente. Los principales indicadores para la evaluación de la calidad bacteriológica del

agua son los coliformes fecales y la bacteria *Escherichia coli*, ambos provienen de las heces de origen humano y animal (Arias Ayala J., 2018)

**a. coliformes totales.**

Los coliformes totales se definen como bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C y producen ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 h, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática β-galactosidasa. entre ellas se encuentran *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.

**b. Coliformes termotolerantes o fecales.**

Según ARIAS AYALA J. (2018) Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliformes. Son definidas como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C +/- 0,2 °C dentro de las 24 +/- 2 horas. La mayor especie en el grupo de coliformes fecales es el *Escherichia coli*. (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005).

**2.2.6. Normativa.**

**2.2.6.1. Normativa Internacional sobre calidad de agua potable.**

**a) Guías para la calidad del agua de consumo humano (OMS)**

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud. La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y



el desarrollo han quedado reflejados en los documentos finales de diversos foros internacionales sobre políticas. El objetivo principal de las Guías es proteger la salud pública asociada a la calidad del agua potable. Los objetivos generales de las Guías son:

- ✓ Proporcionar una base autorizada para la consideración efectiva de la salud pública en el establecimiento de políticas y acciones nacionales o regionales de agua potable.
- ✓ Ofrecer un marco integral de gestión preventiva del riesgo para proteger la salud desde la cuenca hasta el consumidor, que abarque la formulación de políticas y el establecimiento de normas, los enfoques de gestión basados en el riesgo y la vigilancia.
- ✓ Enfatizar las prácticas viables y la formulación de normas sólidas, aplicables tanto en los países de ingresos bajos como en los de ingresos medios e industrializados.
- ✓ Resumir las consecuencias para la salud relacionadas con los contaminantes en el agua potable y el papel de la evaluación del riesgo y la gestión del riesgo en la prevención y el control de enfermedades.
- ✓ Sintetizar opciones efectivas para la gestión del agua potable, y
- ✓ brindar orientación sobre la identificación de peligros y la evaluación de riesgos.

#### **2.2.6.2. Normativa nacional sobre la calidad de agua.**

Los lineamientos de políticas nacionales, regionales, locales y sectoriales relevantes para la ejecución del trabajo de campo e interpretación de resultados se fundamentan a continuación:

**a. Constitución Política del Perú (1993).**

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del Estado Peruano. En ella se resaltan los derechos fundamentales de la persona humana, como son el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida (Rojas Osorio, L.F., 2018)

**b. Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338.**

Esta Ley establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad de la Nación, y su dominio es inalienable e imprescriptible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país. Según el **Artículo 83°** Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bio acumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

**c. Ley General de Salud - Ley N° 26842.**

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

En el **Artículo 103°** se indica que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que

tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente. En el **Artículo 104°** se señala que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. En el **Artículo 105°** se encarga a la Autoridad de Salud competente, la misión de dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

**d. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.**

**Artículo 1.- Objeto de la norma.** La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

**Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.** Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que

como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo. **Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.** Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

1. Categoría 1 (Poblacional y Recreacional).
2. Categoría 2 (Actividades Marino Costeras).
3. Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales).
4. Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático).

Para nuestro caso usaremos la categoría 1 (Poblacional y Recreacional), Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, donde detalla lo siguiente:

**Categoría 1: Poblacional y recreacional.**

**a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.** Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

**A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.**

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

**A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o

más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

### **A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como pre cloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

**Tabla 2.** Límite Máximo Permissible fisicoquímico y microbiológico (MINAM, 2017).

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5- 9,0	5,5-9,0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	*
Turbiedad	UNT	5	100	*
Coliformes totales	NMP/100ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2 000	20 000
Conductividad	μS/cm)	1500	1600	*

\* No presenta valor en este parámetro

Δ3: variación de 3 grados Celsius respect al promedio mensual multiannual del área evaluada

Fuente: D.S N° 015-2017-MINAM

**e. Decreto Supremo N° 031-2010-SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.**

El 24 de septiembre del 2010, mediante decreto supremo N° 031 2010-SA, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), aprueba el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, el cual tiene como finalidad establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgo sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población y es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo.

En este reglamento, el agua destinada para el consumo humano, de acuerdo a los parámetros microbiológicos, debe estar exento de:

- ✓ Bacterias Coliformes Totales, Termotolerantes y E. coli
- ✓ Virus
- ✓ Huevos y larvas de helmintos, quistes y quistes de protozoarios patógenos.
- ✓ Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y
- ✓ Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500UFC/ml a 35 °C.

Los parámetros de control obligatorio para el agua de consumo humano, son los siguientes:

- ✓ Coliformes totales
- ✓ Coliformes termotolerantes
- ✓ Color
- ✓ Turbiedad
- ✓ Residual de desinfectante y el
- ✓ pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, se debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal. De comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo, en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el presente Reglamento, o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporarán éstos como parámetros adicionales de control (PACO) obligatorio a los indicados en el artículo precedente.

**a) Parámetros microbiológicos.**

Bacterias heterotróficas; virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos.

**Tabla 3.** Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0
UFC = Unidad formadora de colonias (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml		

Fuente: DS N°031-2010-SA, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) - Perú

**Tabla 4.** Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica

<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b>
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1 000
Cloruros	mg Cl - L-1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4
Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	mg Na L-1	200
UCV = Unidad de color verdadero UNT = Unidad Nefelométrica de turbiedad		

Fuente: DS N°031-2010-SA Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)-Perú



### 2.2.7. Caudal del agua y método para medición.

En dinámica, caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. CORANTIOQUIA (2014)

La medición del caudal, a lo que también llamamos aforo, se puede desarrollar de diferentes formas y su elección depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso o tiempo con que se cuente y, por supuesto, de las características de la fuente superficial que se pretenda medir, sus formas y movimientos. Las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización, también son fundamentales para definir cómo se hará la medición del caudal en ese momento específico. Dentro de los diferentes métodos o tipos de aforo se encuentran los siguientes:

**Medición de caudal por el método volumétrico:** Este método se aplica cuando la corriente presenta una caída de agua, en la cual se pueda poner un recipiente con volumen conocido. Este método tiene la ventaja de ser el más sencillo y confiable, siempre y cuando el lugar donde se realice el aforo garantice que al recipiente llegue todo el volumen de agua que pasa por la corriente. Se debe evitar la pérdida de agua en el momento de aforar. (CORANTIOQUIA, 2014)

El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$Caudal = \frac{\text{Volumen de agua}(l)}{\text{Tiempo del llenado en el balde}(s)}$$

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q = Caudal en litros por segundo (l/s)

V = Volumen en litros (l)

T = Tiempo en segundos (s)

### 2.2.8. ¿Cómo se potabiliza el agua?

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud. Por ello, invertir en la potabilización del agua es fundamental para asegurar que todo el mundo tenga acceso (iAgua, 2020)

#### 2.2.8.1. Potabilización del agua.

Según, Quispe Condori, J.G. (2019). Es la parte de procesos y operaciones para el tratamiento de aguas, sobre todo para consumo humano, debiendo tomar en cuenta los siguientes parámetros: *Captación (Bocatoma), estanques de regulación, desarenadores, preclorado, sedimentación, coagulación, floculación, decantación, filtración, desinfección, almacenamiento y distribución.*

La finalidad de la potabilización es la reducción de los contaminantes tóxicos, sólidos suspendidos, aglomeración, de coloides, de organismos patógenos, de hierro y manganeso, sedimentación y corrosión, entre otras cuestiones. Tal situación es posible gracias al proceso que se lleva a cabo en las plantas potabilizadoras destinadas para tal fin, este tratamiento corrector o potabilizador puede ser físico, químico, microbiológico; el agua al salir de la planta potabilizadora reúne unas características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas reguladas por ley, que permiten el

consumo público y garantizan un agua potable de calidad. (SEDAPAR, 2016).

#### 2.2.8.2. La red de abastecimiento de agua

Según, iAgua (2020), el proceso de potabilización del agua forma parte de la red o el sistema de abastecimiento de agua potable que permite llevar el recurso hídrico para su uso doméstico. Consta de las siguientes fases:

- a) **Captación:** el agua bruta puede tener un origen en aguas superficiales (ríos, lagos, embalses, canales) o en aguas subterráneas (pozos, manantiales). Cuanta mayor calidad tenga, menores serán los tratamientos de potabilización a los que habrá que someterla.
- b) **Potabilización:** se realiza en la planta potabilizadora y es el conjunto de tratamientos que permiten que el agua sea apta para el consumo humano y pueda beberse con garantía de calidad.
- c) **Almacenamiento:** se realiza en depósitos protegidos, bien conservados y limpios. Con frecuencia se construyen depósitos elevados para asegurar la distribución por gravedad desde el depósito de almacenamiento de agua tratada.
- d) **Distribución y transporte:** una serie de conducciones formada por tuberías a presión o canales cubiertos o soterrados llevan el agua hasta los depósitos urbanos o las redes de distribución.
- e) **Vigilancia y control:** se realizan análisis químicos y biológicos de diversos parámetros del agua para asegurar su calidad y potabilidad tanto

a la salida de la planta como en diversos puntos de la red de abastecimiento.

### **2.2.8.3. Tratamientos correctores para obtener agua potable.**

Las etapas del tratamiento de agua para reducir las impurezas, se clasifican según su naturaleza física, química o bacteriológica.

#### **a) Tratamiento físico.**

Consiste en someter al agua a eliminación de la turbidez, color y las materias en suspensión. Para ello es necesario un tratamiento previo con coagulante químico, seguido de decantación o clarificación y luego filtración, a través de un manto de arena u otro material inerte y finalmente un tratamiento de desinfección, más o menos intenso, según el grado de contaminación. (SEDAPAR, 2016).

#### **b) Tratamiento Químico.**

Se lleva a cabo con la intención de mejorar los caracteres químicos del agua; consiste en efectuar la decantación con una cantidad conveniente de calcio, para reducir la dureza temporaria y permanente, seguida de un control final de pH. (SEDAPAR, 2016).

#### **c) Tratamiento Bacteriológico.**

Se realiza, generalmente, por oxidación, ya sea directa o con gas cloro debidamente regulado. La posibilidad de dejar en el agua una pequeña

dosis de cloro libre cuyo valor debe estar entre 0.05 mg/L y 0.1 mg/L que garantiza su total potabilidad bacteriológica al llegar a los consumidores, aunque en la red de distribución pueda haber puntos de contaminación. Para evitar el gusto desagradable del cloro.

#### **2.2.8.4. Plantas de tratamiento de agua o plantas potabilizadoras.**

CEPIS/OPS, (2004); Una planta de tratamiento es una secuencia de operaciones o procesos unitarios, convenientemente seleccionados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las normas.

Las plantas de tratamiento de agua se pueden clasificar, de acuerdo con el tipo de procesos que las conforman, en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta. También se pueden clasificar, de acuerdo con la tecnología usada en el proyecto, en plantas convencionales antiguas, plantas convencionales de tecnología apropiada y plantas de tecnología importada o de patente.

#### **2.2.8.5. Tipos de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)**

Según, Fibras y Normas de Colombia S.A.S.(2021), las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) son estructuras que tienen como objetivo principal realizar un tratamiento óptimo del recurso hídrico para que este sea apto para el consumo humano, para lograr este objetivo, se deben diseñar plantas de tratamiento acordes con la composición física, química y biológica del agua a tratar y así se tendrá conocimiento de los elementos que se deben abatir y cuales se deben

adicionar para obtener un recurso eficiente para su consumo. Toda planta de tratamiento de agua que sea destinada para consumo humano, debe cumplir con unos principios básicos, los cuales son los siguientes:

- Tratamiento integrado del recurso, para producir el efecto esperado.
- Combinación de barreras múltiples, es decir, que se presenten diferentes etapas del proceso de potabilización en la **PTAP** para alcanzar bajas concentraciones que impliquen afectaciones en la salud humana.
- Tratamiento por objetivo, donde cada etapa del tratamiento maneja una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante a eliminar.

En la actualidad, existe una variedad de Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), las más empleadas Tanto en el sector urbano como en el sector rural son las siguientes:

**a) Plantas de Tratamiento de Agua Potable Convencionales:**

Son aquellas plantas donde cada uno de los procesos presentes en la potabilización se generan en estructuras diferentes, está conformada por canales, floculadores, sedimentadores y filtros, los tiempos de residencia del recurso son muy altos y generalmente este tipo de plantas son empleadas para abastecer del recurso a grandes ciudades y municipios. (Fibras y Normas de Colombia S.A.S.,2021)

**b) Plantas de Tratamiento Compactas:**

Según Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2021); son plantas potabilizadoras de agua donde los procesos de coagulación, floculación y sedimentación ocurren en una misma unidad para posteriormente enviar el agua ya tratada hacia los filtros, el tiempo de residencia del recurso en este tipo de plantas son bajos. Las plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) compactas se pueden clasificar en varios tipos dependiendo de la necesidad que desee ser cubierta y el tipo de tratamiento que el recurso requiera. Este tipo de plantas potabilizadoras, a diferencia de las plantas de tratamiento convencionales presentan ventajas como:

- Este tipo de plantas aseguran largos plazos de suministro del recurso donde no se requiere realizar tratamientos adicionales.
- El funcionamiento de estas plantas compactas es automático y no presenta riesgos operacionales ya que no requiere posteriores adiciones de cloro, dióxido de cloro o productos de ozono.
- Alta calidad del recurso hídrico destinado para consumo humano, libre de gérmenes y con altas concentraciones de oxígeno.
- Son menos susceptibles a las fluctuaciones en la calidad del agua de entrada.
- La desinfección que efectúan en el proceso de tratamiento del recurso se realiza por método de radiación ultravioleta,

garantizando la eliminación de hasta el 99.9% de virus y bacterias.

**c) Plantas De Tratamiento De Agua Con Sistema de Microfiltración:**

Este tipo de **PTAP** es ideal para la potabilización de aguas que presentan partículas superiores a 5 micras, son plantas livianas fabricadas en fibra de vidrio que generan poco consumo eléctrico y químico, su instalación es sencilla haciendo este tipo de plantas ideales para ser instaladas en sectores rurales desde 25 hasta 4.000 habitantes, pueden purificar desde 250 hasta 30.000 litros de agua potable por hora.

Las ventajas que se pueden relacionar con el empleo de membranas de microfiltración en el tratamiento de agua potable son: El uso poca energía para realizar el tratamiento, la creación de una barrera absoluta para la remoción microorganismos lo que genera mayor reducción de agentes contaminantes de tipo biológico, menor requerimiento de concentraciones de cloro para la desinfección del recurso, reducción del uso de productos químicos para el tratamiento y menor espacio empleado para la instalación de la planta de tratamiento.

El método de filtración en este tipo de plantas sigue el principio de separación de partículas mediante el tamaño y distribución de los mismos; Según la membrana seleccionada, se podrán separar sólidos suspendidos de más de 0,45 tales como micrones, bacterias,



quistes y muchos otros parásitos cuyo diámetro sea mayor que el del poro más grande de la membrana.

**d) Plantas De Tratamiento De Agua Con Sistema de Ultrafiltración.**

Estas plantas de tratamiento de agua adaptan sistemas de potabilización basados en procesos de ultrafiltración y microfiltración. Este tipo de **PTAP** puede recibir diversas fuentes de aguas tales como ríos, quebradas, lagunas, aguas lluvias, pozos subterráneos, entre otros.

La tecnología de ultrafiltración (UF) que emplea, se basa en el uso de membranas encargadas de retener partículas de hasta 0.01 micras que permiten reducir agentes biológicos microscópicos tales como bacterias, virus y coloides; este tipo de plantas son más completas con respecto a las de microfiltración, ya que proveen agua potable de mejor calidad y se especializan en el tratamiento de aguas con características más complejas siendo ideales para instalar en sectores que requieran agua de alta pureza como fábricas embotelladoras y envasadoras de agua, clínicas y restaurantes. El principio que maneja el tratamiento de agua potable mediante la ultrafiltración es la separación física, el tamaño de la membrana de filtración determina la reducción de sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos presentes en el recurso.

Según, Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2021); las sustancias que tienen mayor tamaño que los poros de la membrana se retienen totalmente en la misma, mientras que materiales que son más pequeños que los poros de la membrana se retienen de manera parcial, siendo necesaria la construcción de una capa de rechazo en la membrana que permita eliminar las sustancias restantes en el recurso.

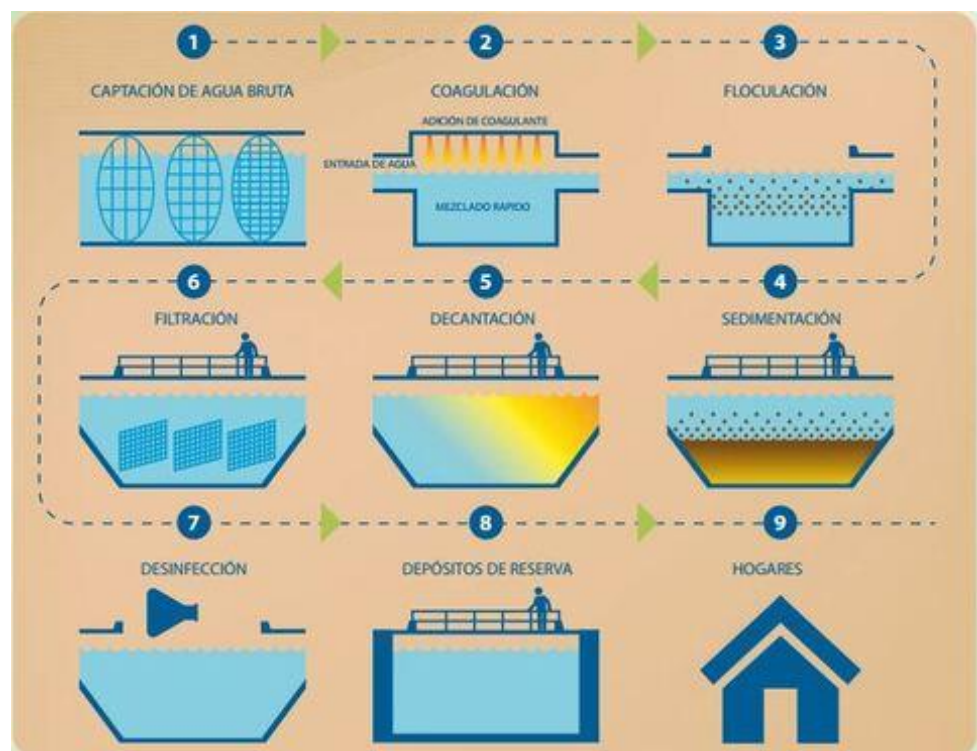
Las ventajas que presentan este tipo de plantas de tratamiento con sistemas de ultrafiltración son las siguientes:

- Generan altos volúmenes de agua potable por hora.
- No requiere adición de insumos químicos para el proceso de potabilización.
- Sencilla instalación del sistema.
- Plantas livianas fabricadas en fibra de vidrio, fácil de almacenar y transportar y de sencillo mantenimiento.
- Sistema totalmente sostenible de larga vida útil.
- Resistentes a los agentes químicos.
- Son neutras o presentan cargas negativas para evitar la absorción de los microorganismos presentes en el recurso.

#### **2.2.8.6. Proceso de potabilización.**

Cuando hablamos de la potabilización de agua, nos estamos refiriendo a una serie de procesos que determinan que el agua sea apta para el consumo.

Como se puede suponer, para diseñar el tipo de tratamiento necesario, lo primero es determinar la calidad del agua en la fuente de abastecimiento. El agua potable es el agua apta para el consumo humano, significa que puede beberse sin restricciones, ya que no produce problemas para la salud. El proceso de producción de agua potable es llevado a cabo en dos plantas potabilizadoras: La tomilla, allí el agua atraviesa una cadena de tratamiento con barreras múltiples mediante la cual se la torna libre de impurezas y apta para el consumo humano. A lo largo de todo este proceso, el agua es monitoreada y controlada para garantizar la eficacia del tratamiento y la calidad del producto resultante. (SEDAPAR, 2016)



**Figura 1.** Procesos del tratamiento de agua.  
Fuente: (SEDAPAR, 2016)

La fuente y las circunstancias en el sitio definirán la calidad de dicha fuente. Se ha demostrado que, en general, el agua subterránea es de mejor calidad y requiere menos tratamiento, pues no trae sedimentos suspendidos; mientras que el agua superficial (como la de los ríos y lagos) requiere de

tratamientos diferentes y más complejos para la remoción de esos sólidos y demás (Ascencio, 2005).



**Figura 2.** Tratamiento de potabilización de agua.  
Fuente: (Ascencio, 2005)

Como se explicó párrafos anteriores, el primer paso es determinar la calidad del agua de la fuente proveedora para diseñar el proceso más conveniente. Luego los mecanismos de potabilización y podríamos decir que son los siguientes:

### A. Captación.

A través de la toma, el agua pasa por unas rejillas que evitan la entrada de elementos de gran tamaño, los cuales son retirados y eliminados, seguidamente el agua es pre tratada y conducida hacia un desarenador que sedimenta las arenas suspendidas y equipadas con rejillas para la separación del material flotante y de arrastre (troncos, hojas, piedras, etc.). La captación del agua de ríos, lagos o arroyos; esta etapa está representada por el bidón superior (cámara de carga) que contiene agua de río o de otra fuente.

**B. Cribado.**

En este proceso se eliminan los sólidos de mayor tamaño que se encuentran en el agua (ramas, madera, piedras, plásticos, etcétera) por medio de rejas, en las que estos materiales quedan retenidos.

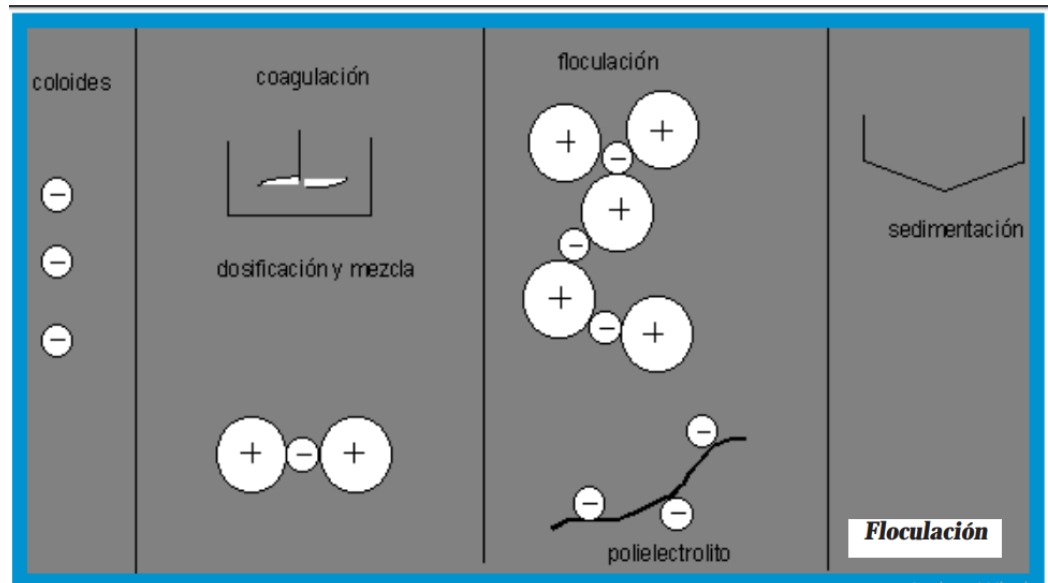
**C. Desarenador.**

El agua proveniente de la captación ingresa a las unidades de desarenación a fin de retener la arena; estos están diseñados para eliminar la partícula crítica de 0,02 mm de diámetro (arcillas, limos, etc.).

**D. Coagulación-floculación.**

La coagulación consiste en la adición de coagulantes con el fin de desestabilizar las partículas coloidales para que sean removidas. Este proceso ocurre en fracciones de segundo, depende de la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. Mientras que la floculación es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas chocan entre sí y se aglomeran formando los floc. En estos procesos, aparte de la remoción de turbiedad y color también se eliminan bacterias, virus, organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación, algas y sustancias que producen sabor y olor en algunos casos. El proceso de coagulación-floculación requiere ser controlado con mucho cuidado por ser una de las fases más importantes del tratamiento, ya que de este dependerá la eficiencia de los sedimentadores y filtros. En las plantas de tratamiento, la coagulación se lleva a cabo en la unidad denominada mezcla rápida y la floculación se realiza en floculadores. *El sulfato de aluminio que la fórmula es  $Al_2(SO_4)_3$ . Se presenta en forma granular blanco. Se utiliza para el tratamiento de aguas residuales y en la purificación de agua como agente*

coagulante es capaz de aclarar el agua gracias a sus propiedades como floculante. De forma muy resumida, un floculante es un producto que atrae las partículas sólidas en el agua. Una vez que ha atraído las impurezas en el agua, éstas se precipitan (caen) al fondo. El resultado es que el agua que era turbia pasa a ser agua clara (con las impurezas en el fondo).

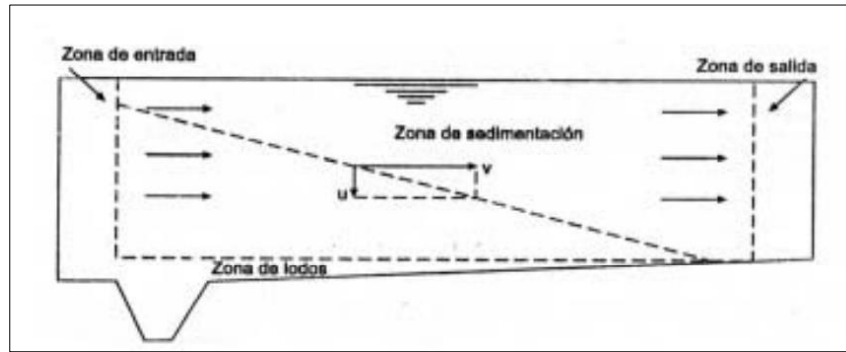


**Figura 3.** Floculadores.

Fuente: Planta Potabilizadora, Mónica Alegría, Ciencia y Tecnología, Argentina, 2005

### E. Sedimentación.

Es el proceso físico mediante el cual las partículas en suspensión presentes en el agua son removidas o separadas del fluido, debido al efecto de la gravedad. Dichas partículas deberán ser más densas que el agua, y el resultado que se obtenga será un fluido clarificado y una suspensión más concentrada.



**Figura 4.** Sedimentador

Fuente: Planta Potabilizadora, Mónica Alegría, Ciencia y Tecnología, Argentina, 2005

## F. Decantación.

Los decantadores son unidades muy importantes en la clarificación de las aguas. El agua que ingresa al decantador previamente ha recibido una dosis de coagulantes, ingresando por el fondo, mediante tuberías de distribución con orificios que cubren toda el área, asegurando el flujo vertical; por acción de coagulantes se forman los flóculos que son pequeñas partículas que luego se van aglomerando, formando una espesa capa por la que deben atravesar las aguas de abajo hacia arriba. El agua que aflora a la superficie ya está clarificada, la que es recolectada por tubos o canales mediante orificios, la eficiencia de estas unidades se logra mediante pulsaciones.

## G. Filtración.

Los procesos convencionales de filtración están precedidos por coagulación, floculación y sedimentación. Sin embargo, puede ser que el agua se someta a filtración directamente después de la coagulación y floculación y que los flóculos sean removidos directamente por los filtros. La filtración es una combinación de procesos químicos y físicos. La filtración mecánica remueve las partículas suspendidas porque las atrapa entre los granos del medio filtrante (por ejemplo, arena). La adhesión juega un papel importante

dado que parte del material suspendido se adherirá a la superficie de los granos filtrantes o a material previamente depositado” (Ascencio, 2005).

Los sistemas de filtración tratan el agua pasándola a través de lechos de materiales granulares (arena) que retiran y retienen los contaminantes. Los sistemas de filtrado convencionales, directos, lentos de arena y de tierra diatomácea hacen todos unos buenos trabajos al eliminar la mayoría de protozoos, bacterias y virus. Tenemos lo siguiente:

❖ **La filtración convencional:** es una operación de varias etapas.

Primero, se agrega un coagulante químico como sales de hierro o de aluminio al agua fuente. Después, se agita la mezcla para inducir la unión de las partículas pequeñas en suspensión para formar grumos más grandes o “flóculos” más fáciles de retirar. Estas masas coaguladas, o “flóculos”, se dejan asentar fuera del agua, para que se lleven consigo muchos contaminantes. Al terminar estos procesos, el agua se pasa a través de filtros de manera que las partículas restantes se adhieran por sí mismas al material de filtro.

❖ **La filtración directa:** es similar a la filtración convencional, excepto que después de agregar el coagulante, y después de agitar la mezcla, no hay una fase separada para la sedimentación. En vez de ello, las partículas en suspensión son desestabilizadas por el coagulante y así se adhieren con mayor facilidad al material de filtro cuando el agua se filtra posteriormente.

❖ **Los sistemas de filtración lenta en arena:** no tienen fase de coagulación y, usualmente, tampoco tienen un paso de sedimentación.



Se induce el paso lento y descendente del agua a través de un lecho de arena de dos a cuatro pies (0,6 a 1,2 metros) de profundidad. Una capa biológicamente activa se forma a lo largo de la superficie superior del lecho de arena, atrapando así partículas pequeñas y degradando algunos contaminantes orgánicos.

❖ **La filtración biológica en arena (Biosand):** es un sistema de filtración en el punto de uso análogo a la filtración lenta en arena, pero su eficacia está mucho menos establecida que ésta última.

## **H. Desinfección.**

La desinfección es el proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua. Existen dos medios por los cuales se puede realizar una desinfección: la desinfección física, que consiste en hervir el agua durante 15 o 20 minutos; y la desinfección química, con el uso de agentes químicos que destruyen los microorganismos, siendo el más usado el cloro (Hernández & Corredor, 2017).

La desinfección mata o inactiva organismos causantes de enfermedades, y la efectividad de la desinfección se juzga por la capacidad de controlar a los organismos indicadores que son las bacterias coliformes totales y fecales. Estos organismos son inocuos al ser humano, pero su presencia indica que organismos patógenos pueden estar presentes o haber sobrevivido la desinfección (Ascencio, 2005).

El cloro es el agente desinfectante más importante; puede utilizarse en forma de gas, de líquido o de sal (hipoclorito de sodio). Es de fácil aplicación, manejo sencillo y bajo costo. En dosis adecuadas no produce riesgos para el hombre ni para los animales. Su efecto residual protege al agua de contaminarse en las redes de distribución. Debido a que la presencia de microorganismos patógenos puede generar infecciones y enfermedades agudas, se otorga mucho énfasis en la desinfección del agua.

#### **I. Almacenamiento.**

Tiene como función principal de regular la disponibilidad de agua, almacenándola en momentos de poco consumo y utilizando este volumen en momentos de máximo consumo, debido a que las plantas están preparadas para una producción constante para distribuir.

#### **J. Distribución.**

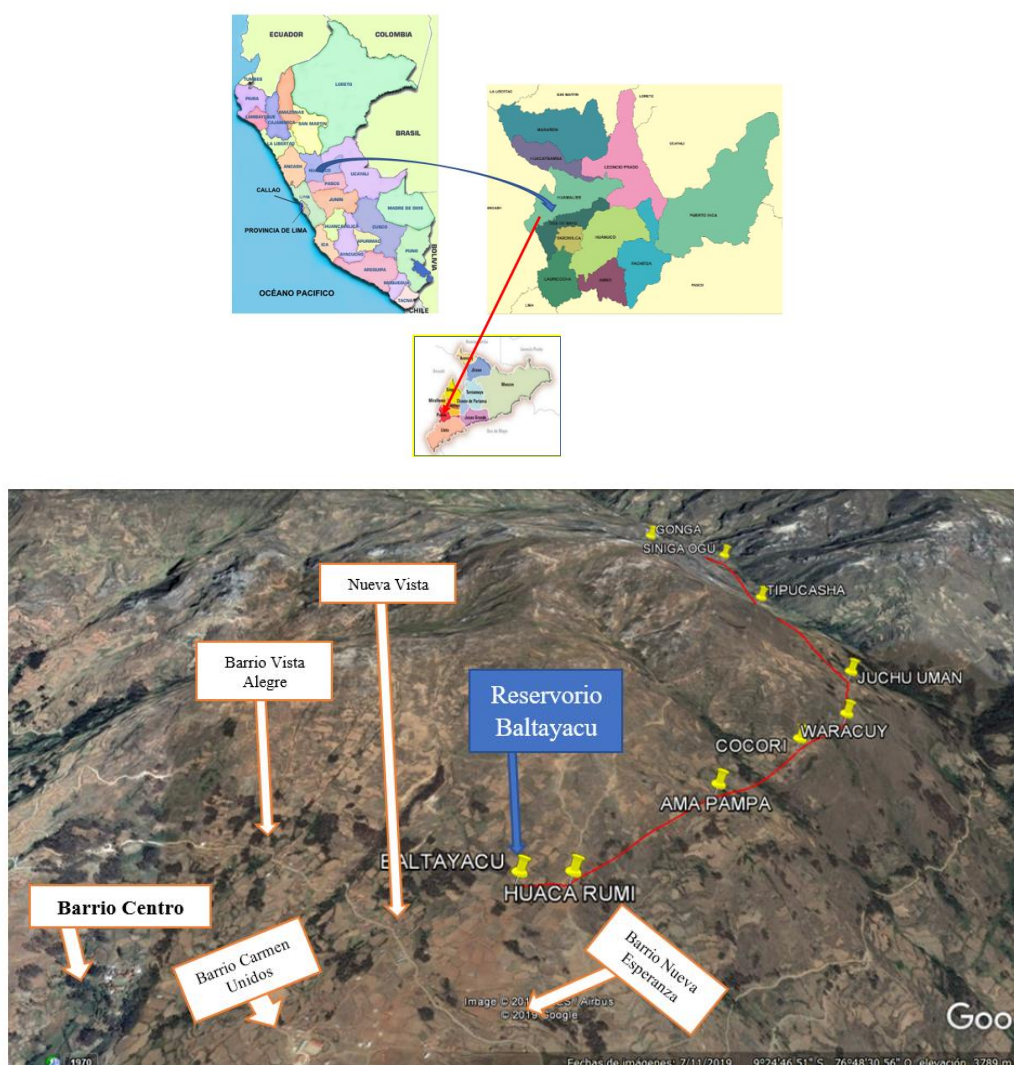
Según, IDRICA (2020); la distribución del agua potable se divide con arreglo a dos escalas de redes: la red en alta y la red en baja. La red en alta se encarga de la abducción y distribución del agua desde las plantas potabilizadoras, primero hasta la entrada de las poblaciones mediante una red conformada por tuberías de gran diámetro (800-1600 mm) y después creando una red de distribución que acaba en cada punto de suministro, a través de tuberías de diámetro medio (450-800 mm).

Una vez el agua llega a los puntos de suministro, la red en baja es la encargada de distribuir el agua hasta cada domicilio mediante tuberías de menor diámetro.

## 2.3. Marco situacional.

### 2.3.1. Ubicación del proyecto

El ámbito del estudio se encuentra ubicado en las Coordenadas geográficas Latitud  $09^{\circ}25'25.12''$  S, Longitud  $76^{\circ}48'09.62''$  W y una Altitud de 3,410 msnm en el centro poblado de San Pedro del Maraón, distrito de Singa, provincia de Huamalíes, departamento de Huánuco, Perú. Se ubica a 262 Km de la capital del departamento de Huánuco. El acceso es por vía terrestre por camino asfaltada. Singa posee una gran cantidad de ojos de agua y una de ellas es Gongá.



**Figura 5.** Mapa de ubicación del centro poblado de San Pedro del Maraón  
Fuente: Google Heart

### **2.3.2. Clima de la zona.**

El clima es de frío, templado y seco, su temperatura promedio anual es de 13°C, pero puede descender hasta los -5° C durante los meses de junio-agosto época con mayor friaje, las épocas de lluvia son de noviembre a marzo, trayendo consigo humedad, e incremento de la temperatura. La altitud del centro poblado de San Pedro del Marañón varía entre los 2750 m.s.n.m., hasta los 4200 m.s.n.m.

### **2.3.3. Topográfica y tipo de suelo.**

Se completa con la superposición de numerosas terrazas o pisos ecológicos, el cual presenta suelos arcillosos y profundos muy ricos en nutrientes para la agricultura, la cual se desarrolla en pendientes de 5 % y 10 % en superficies ligeramente inclinadas. Con accidentes, la presencia de lomas y cerros rocosos empinada con una pendiente de 20% a 65% y cadenas de formaciones en los cerros.

### **2.3.4. Vivienda.**

Se cuenta con 173 viviendas en el centro poblado de San Pedro del Marañón entre vivienda con casas independientes, Choza o Cabaña, datos registrados en la Municipalidad Distrital de Singa.

### **2.3.5. Enfermedades.**

El factor de la salud en la posta médica del Centro poblado de San Pedro del Marañón, es uno de los indicadores más importantes para la elaboración del presente proyecto. Según datos estadísticos proporcionados por el establecimiento de salud, tenemos 12 niños de 0 a 5 años en desnutrición crónica, 29 casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y otra cantidad igual de parasitosis por mes

De allí su importancia, para el presente estudio tenemos los siguientes indicadores poblacionales.

### **2.3.6. Actividades Económicas.**

Los habitantes de esta comunidad cuentan con grandes extensiones de terreno, esta es aprovechada para la ganadería y la agricultura. La venta de cereales y animales son la principal fuente de ingreso y se comercializa dentro de la jurisdicción.

### **2.3.7. Consumidores del agua.**

En el presente Proyecto de investigación sobre el consumo de agua entubado de Gongá, se divide en 2 grupos a los consumidores:

- ❖ **CONSUMIDORES MAS CERCANOS:** Toda aquella vivienda que se encuentran a 729.5 m desde el reservorio de Baltayacu, se divide a la población de San Pedro del Maraón con respecto a la línea de referencia, de esta manera para determinar el punto de muestreo denominado consumidores más cercanos.
- ❖ **CONSUMIDORES MAS ALEJADOS:** Se refiere todas las viviendas que se encuentran a más de 729.5 m desde el reservorio de Baltayacu, es decir las más alejadas.

## 2.4. Definición de términos.

**Agua potable:** Agua que es segura para beber y para cocinar. Es aquella que por reunir los requisitos organolépticos (olor, sabor y percepción visual), físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

**Agua tratada:** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

**Agua de consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.

**Caudal:**

**Captación:** Un área geográfica, definida por la topografía, de la cual toda el agua de escorrentía escurrirá hacia un sólo sistema fluvial o reservorio. Se usa a menudo como un sinónimo para cuenca hidrológica o cuenca fluvial.

**Cloro residual libre:** Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.

**Coliformes:** Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

**Consumidor:** Es una persona u organización que consume bienes o servicios, que los productores o proveedores ponen a su disposición y que decide demandar para satisfacer algún tipo de necesidad en el mercado.

**Consumo per cápita:** Como consumo per cápita se conoce el consumo total (de productos, de alimentos, de agua, de energía, etc.) de un país o región dividido por el

número de sus habitantes en determinado periodo de tiempo. Es un indicador que permite medir y analizar los índices de consumo en una población.

**Contaminación:** Alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua (González, 2012).

**Enfermedad Diarreica:** Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es un síntoma de una infección del tracto digestivo, que puede estar ocasionada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. La infección se transmite por alimentos o agua de consumo contaminado, o bien de una persona a otra como resultado de una higiene deficiente.

**Escherichia coli:** Especie del genero Escherichia; son bacilos cortos, anaerobios facultativos, móviles o inmóviles, gran negativo, formadores de gas, que fermentan la glucosa y la lactosa; son ubicuos en el suelo, agua y las heces (González, 2012).

**Habitantes:**

**Inocuidad:** Que no hace daño a la salud humana.

**JASS:** Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento, creado el 13 de julio de 1999 mediante la Resolución de Superintendencia N° 643-99-SUNASS

**Límite máximo permisible (LMP):** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

**Muestra de agua:** Volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento de laboratorio o del método de ensayo específico en puntos del sistema de agua potable, en forma aleatoria (en relación con el momento y emplazamiento). (DIGESA, 2015).

**pH:** Es una medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones acuosas por definición es igual al logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrogeno en la solución (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

**Parámetros microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.

**Población:** es un conjunto de seres vivos de una especie que habita en un determinado lugar. Se utiliza también para referirse al conjunto de viviendas. Cuando hablamos de población, debemos saber que se trata de un concepto que puede ser abordado desde diversos puntos de vista planteados por distintas disciplinas.

**Tratamiento:** El término tratamiento hace referencia a la forma o los medios que se utilizan para llegar a la esencia de algo, bien porque ésta no se conozca o porque se encuentra alterada por otros de medios de cualquier clase cuya finalidad es la curación o el alivio de las enfermedades o síntomas. (Colaboradores de los proyectos Wikimedia, 2004). En las ciencias en general, tratamiento es el procedimiento aplicado a una o más de las variables independientes que generará o no un cambio en los valores de las variables dependientes.



### III. MARCO METODOLÓGICO.

#### 3.1. Tipo y nivel de la investigación.

El estudio es del tipo experimental que incluye los siguientes criterios.

- a. De acuerdo al periodo en que se capta la información es prospectivo.
- b. De acuerdo a la evolución del fenómeno estudiado es transversal.
- c. De acuerdo con la comparación de las poblaciones es comparativo.
- d. De acuerdo a la interferencia del investigador en el estudio es experimental.

**Nivel:** el estudio es de nivel Descriptivo

#### 3.2. Diseño de la investigación.

Según R.H SAMPIERI de experimentos verdaderos de tipo de diseño con post prueba únicamente y grupo de control cuya fórmula es:

GRUPO

G.E.            O1            x            O2

G.C.            O1                            O2

Donde:

G.E. = Grupo Experimental

G.C.= Grupo de Control.

X = Proceso de potabilización

O = Medición de las muestras del grupo.

### **3.3. Población y muestra.**

#### **3.3.1. La población (N).**

La población estuvo constituida por los pobladores del centro poblado de San Pedro del Maraón que cuenta con el servicio doméstico de agua entubado.

#### **3.3.2. La muestra(n).**

La muestra estuvo constituida por el agua que llega a los domicilios, se empleó el muestreo no probabilístico del tipo intencional que reúne los criterios de solución y exclusión constituida por:

Punto N° 01 = M1 (Captación de la fuente de Gongá)

Punto N° 02 = M2 (Reservorio de Baltayacu)

Punto N° 03 = M3 (Consumidor más cercano)

Punto N° 04 = M4 (Consumidor más alejado)

La toma de muestra se realizó, sumergiendo un frasco limpio hasta una profundidad de 15 cm en la captación de Gongá y reservorio de Baltayacu, mientras en el caño del consumidor más cercano y el consumidor más alejado se colocó el frasco debajo del caño para llenar los frascos todos tienen volumen de 1000 ml. Las muestras son etiquetadas y conducidas al laboratorio de microbiología de las aguas de la DIRESA – Huánuco, laboratorio de ensayo acreditado en la región por el Ministerio de Salud. La muestra fue intencionada y no aleatoria; constituida por 4 elementos;

M1: Captación de la fuente de Gongá = 1000 ml

M2: Reservorio (Baltayacu) = 1000 ml

M3: Consumidor más cercano = 1000ml

M4: Consumidor más alejado = 1000 ml

##### **3.3.2.1. Características de las estaciones de muestreo.**

Cada punto de muestreo presenta las siguientes características.

**a. Captación de Gongá.**

La quebrada de Gongá perteneciente a la microcuenca del río Shillian, siguiendo su curso se une con el río Huancachaca para formar río Machachaca que desembocan a la cuenca del río Marañón, la captación de Gongá se localiza en la quebrada del mismo nombre, entre las coordenadas UTM y la altitud del lugar de la toma utilizando el elipsoide WGS84 para la zona 18 del hemisferio Sur  $X= 299267.25$  m;  $Y = 8959274.45$  m y altitud de 3862 m.s.n.m , a una distancia de 5.3 km del centro Poblado de San Pedro del Marañón, distrito de Singa, provincia de Huamalíes y departamento de Huánuco, tiene acceso vial a través de una trocha carrozable, la temperatura del agua presenta 12°C.



**Figura 6.** Mapa de ubicación de la quebrada de Gongá  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática y Google Heart

**b. Reservorio de Baltayacu.**

El reservorio de Baltayacu se localiza entre las coordenadas UTM y la altitud del lugar, se utiliza el elipsoide WGS84 para la zona 18 del hemisferio Sur  $X= 301804.44$  m;  $Y = 8958954.22$  m y altitud de 3655

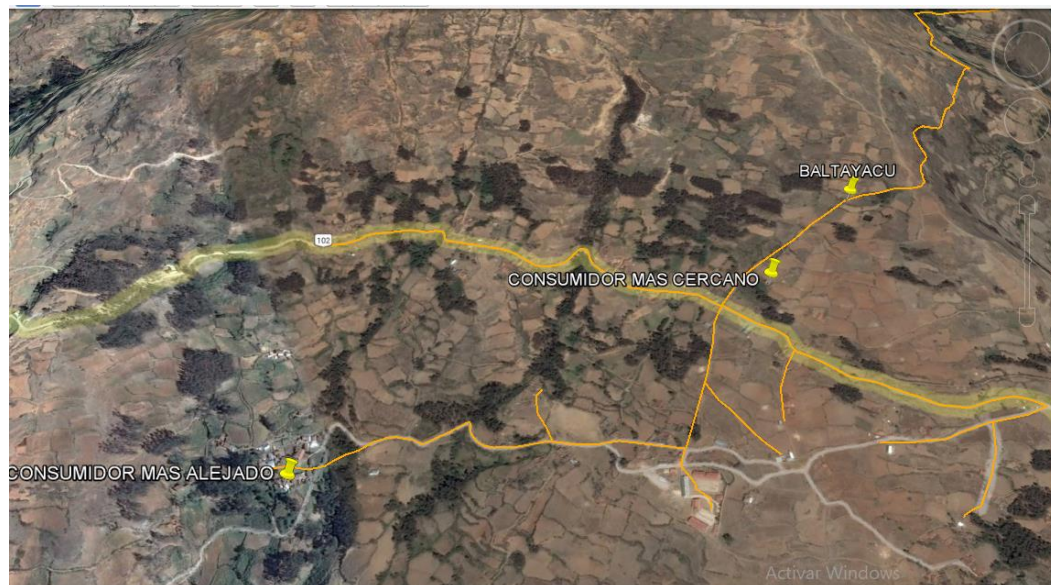
m.s.n.m, en la parte alta del centro poblado de San Pedro del Marañón y la temperatura del agua presenta 13.1°C.

**c. Consumidor más cercano.**

El consumidor más cercano se localiza entre las coordenadas UTM y la altitud del lugar, para calcular se utiliza el elipsoide WGS84 zona 18 del hemisferio Sur X= 301941.17 m; Y = 8958734.41 m y altitud de 3575 m.s.n.m, la vivienda pertenece al sr. Demetrio De La O Bezares, quien se encuentra 274m desde el reservorio y la temperatura del agua fue 14.3°C.

**d. Consumidor más alejado.**

El consumidor más alejado se localiza entre las coordenadas UTM y la altitud del lugar, para calcular se utiliza el elipsoide WGS84 zona 18 del hemisferio Sur X= 302074.65 m; Y = 8957809.73 m y altitud de 3385 m.s.n.m, la vivienda pertenece a la Sra. Teclaciana Alarcón Bazán, quien se encuentra 1459 m desde el reservorio de Baltayacu y la temperatura del agua fue 14.5°C.



**Figura 7.** Mapa de ubicación del reservorio de Baltayacu y los consumidores más cercanos y alejados.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática y Google Heart  
Nota: Las líneas de color anaranjado representan la distribución del agua entubado.

## **IV. RESULTADOS.**

### **4.1. Determinación de la contaminación del agua de Gongá.**

Para determinar los contaminantes del agua de Gongá se realizaron 2 análisis, el primero consistió en la medición IN SITU y la segunda en laboratorio de la DIRESA Huánuco que se detalla de la siguiente manera:

#### **4.1.1. Procedimiento del muestreo.**

Es pertinente indicar que los muestreos se realizaron en 2 etapas, la primera etapa se realizó con la medición IN SITU, donde procedió a medir los parámetros físicos del agua: temperatura (°C), pH y la turbiedad (UNT); la medición se realizó el día 31 de marzo del 2019 en los 4 estaciones de muestreo y los resultados se muestra en la Tabla N° 06 (Resultados de parámetros físico químicos del agua de Gongá); para la medición de los parámetros mencionados se utilizaron los equipos HANNA, propiedad del Centro de Salud del Distrito de Singa, iniciando el muestreo 8:00 AM y concluyendo 12:00 PM. La segunda etapa de muestreo se realizó el día 24 de abril de 2019 iniciando en la estación de muestreo “captación (Gongá)” a horas 3:00 AM, en cada estación de muestreo, se tomó una muestra de agua en un envase de plástico y limpio de capacidad de 1 litro, las muestras de agua fueron enviadas al Laboratorio de Microbiología de Aguas de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental-DIRESA-HUANUCO, ubicado en Jr. Dámaso Beraún N° 1017, Teléfono (062) 513410-513380 Fax (062) 513261 y los resultados se anexa.

#### 4.1.2. Parámetros físico químicos del agua.

Los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros de calidad físico químicos del agua de Gongá en las 4 estaciones de muestreo son:

**Tabla 5.** Resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá.

N°	Estación de muestreo	Altitud (m.s.n.m)	Parámetros físico químicos del agua				
			T °C *	pH *	UNT *	Cloro residual **	Cond. umho/cm **
01	Captación de Gongá	3830	12.0	6.9	8.06	0.0	24
02	Reservorio de Baltayacu	3686	13.1	7.0	8.03	0.0	33
03	Consumidor más cercano	3547	14.3	7.2	8.43	0.0	30
04	Consumidor más alejado	3329	14.5	7.3	8.49	0.0	32

Fuente: Elaboración propia, 2020.

\* Ensayo realizado IN SITU

\*\* Ensayo realizado en laboratorio

En cuanto a la calidad físicoquímico del agua de Gongá; según los decretos establecidos por los DS N°-031-2010-SA “Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano”; el agua analizada en las cuatro estaciones del muestreo IN SITU se encuentran algunos parámetros fuera de los límites permisibles por lo que no son aptas para el consumo humano. **La temperatura** varía de 12°C a 14.5°C entre las cuatro estaciones de muestreo, a menor temperatura se retarda la aceleración de la actividad biológica. **El pH** en cada estación de muestreo se encuentra dentro del LMP que es de 6.5 a 8.5 establecido por DIGESA, es decir el agua no es ácida y no requiere la modificación de su pH, por lo tanto, el agua de la fuente de Gongá es apto para el consumo humano. **La turbidez** en las cuatro estaciones de muestreo se encuentra en el rango de 8,03 – 8,49 UNT, lo cual

indica que el agua de la fuente de Gongá es turbia y se encuentra fuera de LMP que es de 5.00 UNT para el consumo humano. **El cloro residual** en las 4 estaciones de muestreo la presencia de cloro es 0,00 mg /L, indica que no se realiza de manera permanente la cloración; según LMP la cloración debe ser de 0.5 ppm, es decir 0.5 mg / l, hasta 1.0mg/l para evitar la proliferación de bacterias patógenas. **La conductividad eléctrica** del agua de la fuente de Gongá en las cuatro estaciones de muestreo varia de 24 umho/cm a 33 umho/cm, es decir se mantiene dentro de los Límites Máximos Permisibles de 1500 umho/cm siendo menos conductora de la electricidad por tener pocos minerales disueltos.

#### 4.1.3. Parámetros de calidad bacteriológica del agua.

**Tabla 6.** Resultados de parámetros de calidad bacteriológica del agua.

N°	Estación del muestreo	Parámetros de calidad bacteriológica del agua	
		Coliformes totales (UFC/100ml)	Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)
01	Captación de Gongá	0	0
02	Reservorio de (Baltayacu)	16	4
03	Consumidor más cercano	12	3
04	Consumidor más alejado	17	5

Fuente: Elaboración propia, 2020.

El análisis para los valores de coliformes totales de la captación de Gongá es 0 UCF/100ml, se encuentra en el rango de los Límites Máximos Permisibles, lo cual indica que es libre de coliformes totales y es apto para el consumo humano, mientras en la estación de muestreo de Reservorio(Baltayacu) es de 16 UCF/100ml, consumidor más cercano 12 UCF/100ml y el consumidor más



alejado 17 UCF/100ml, lo que indica que el agua de la fuente de Gongá se encuentra fuera de los Límites Máximos Permisibles que es 0, es decir es no es apta para el consumo humano por ser de mala calidad y requiere cloración.

Los valores de coliformes termotolerantes o fecales en la captación de Gongá es 0 UCF/100ml, lo que indica que se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles que es de 0 UCF/100 ml; mientras en la estación de muestreo de Reservorio (Baltayacu) es de 4 UCF/100ml, consumidor más cercano 3 UCF/100ml y el consumidor más alejado 5 UCF/100ml, Indica que el agua en las tres estaciones de muestreo se encuentra contaminada y requiere cloración para matar los agentes patógenos.

#### **4.2. Actividades para potabilizar el agua de Gongá.**

En base a los resultados obtenidos anteriormente, proponemos el siguiente proceso para potabilizar el agua de Gongá.

##### **4.2.1. Cálculos**

Para el diseño del proyecto se tomaron en cuenta criterios establecidas en las normas internacionales y nacionales vigentes sobre la potabilización del agua.

##### **4.2.1.1. Toma de datos y medición de caudal por el método volumétrico:**

Para medir el caudal del agua de Gongá se utilizó un balde con capacidad de 10 litros, cronómetro, hoja y lapicero para el apunte. Se coloca el recipiente en la captación de tal manera que reciba todo el flujo de agua; al mismo tiempo se activa el cronómetro. En este proceso el cronómetro inicia en el instante en que el recipiente se introduce a la captación y se detiene en el

momento que el balde se llene con los 10 litros de agua. Se toma 10 lecturas con el cronometro, para estimar un valor promedio.

**Tabla 7.** Caudal por método volumétrico.

Nº DE MUESTRA	TIEMPO DE LLENADO
1	8.01
2	8.05
3	8.06
4	8.12
5	8.10
6	8.11
7	8.08
8	8.07
9	8.15
10	8.14
TOTAL	80.89

Fuente: elaboración propia,2020.

$$\text{Tiempo promedio de llenado} = \frac{80.89}{10} \text{ s}$$

$$X = 8.089\text{s}$$

$$\text{Volumen} = 10 \text{ L}$$

El caudal se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen de agua}(l)}{\text{Tiempo del llenado en el balde (s)}}$$

$$Q = \frac{10 \text{ l}}{8.089 \text{ s}}$$

$$Q = 1.236247 \text{ l/s}$$

#### 4.2.1.2. Población Actual.

El Centro Poblado de San Pedro del Maraón cuenta con 690 habitantes entre varones y mujeres, haciendo un total de 173 viviendas según los datos proporcionados por el Alcalde del Centro Poblado.

#### 4.2.1.3. Consumo per cápita por día.

El consumo per cápita de agua en el centro poblado de San Pedro del Marañón es de 30 litros /hab/día durante las 24 horas de día.

$$\text{Consumo per cápita} = \frac{30l}{\text{hab./día}}$$

#### 4.2.1.4. Consumo diario.

El consumo diario de 690 habitantes es:

$$\text{Consumo diario} = \frac{30l}{\text{día} * \text{hab.}} * 690 \text{ habitantes}$$

$$\text{Consumo diario} = \frac{20\,700\,l}{\text{día}}$$

$$\text{Consumo diario} = \frac{20\,700\,l}{\text{día} * 24h * 3600s} * 1\text{día} * 1h$$

$$\text{Consumo diario} = 0.239583\,l/s$$

#### 4.2.1.5. Población futura para el año 2039

El Centro Poblado de San Pedro del Marañón tiene una tasa de crecimiento de 2% según INEI, para lo cual el presente proyecto es para un horizonte de 20 años. Para desarrollar el cálculo se escogió el modelo matemático llamado el método el geométrico y que a continuación se desarrolla:

$$\text{Poblacion futura} = \text{Poblacion Año } (0) \times (1 + \text{tasa})^{20}$$

$$\text{Poblacion futura} = 690 \times (1 + 0.02)^{20}$$

$$\text{Poblacion futura} = 1025 \text{ habitantes.}$$

Por lo tanto, la población para el año 2039 es de 1025 habitantes aproximadamente.

#### 4.2.1.6. Consumo diario proyectado para el año 2039

En el año 2039 el consumo per cápita de agua en el Centro Poblado de San Pedro del Marañón es de 30 litros / hab/día durante las 24 horas del día.

$$\text{Consumo per cápita} = \frac{30l}{\text{hab./día}}$$

El consumo diario de 1025 habitantes es:

$$\text{Consumo diario} = \frac{30l}{\text{día} * \text{hab.}} * 1025 \text{ habitantes}$$

$$\text{Consumo diario} = \frac{30\ 750\ l}{\text{día}}$$

$$\text{Consumo diario} = \frac{30\ 750\ l}{\text{día} * 24h * 3600s} * 1\text{día} * 1h$$

$$\text{Consumo diario} = 0.355903\ l/s$$

#### 4.2.1.7. Área de la tubería de conducción desde Gongá.

Calculamos la velocidad (v) asumiendo caudal de 0.36 l/s, así mismo el agua será conducida a través de una tubería PVC de 2.0" de ø

$$\text{Área del tubo de 2"} = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$\text{Área del tubo de 2"} = 3.141592654 * \frac{(2\text{pulg.} * 2.54\ \text{cm/pulg})^2}{4}$$

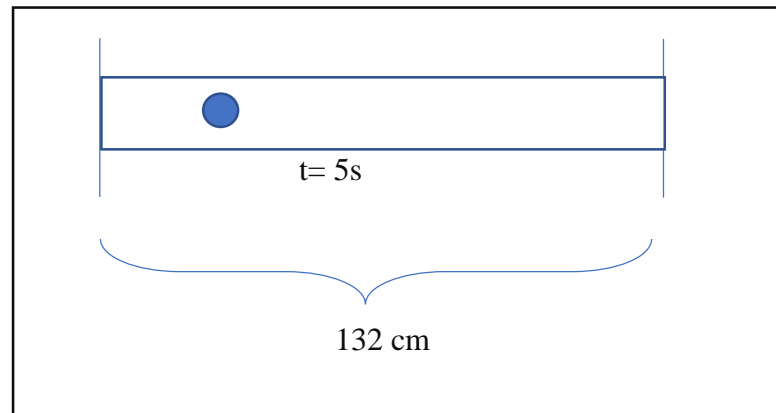
$$\text{Área del tubo de 2"} = 15.96\ \text{cm}^2$$

$$\text{Área del tubo de 2"} = 15.96\ \text{cm}^2 * \frac{1\text{m}^2}{10\ 000\text{cm}^2}$$

$$\text{Área del tubo de 2"} = \mathbf{15.96\ \text{cm}^2}$$

#### 4.2.1.8. La velocidad del agua.

La velocidad se calcula entre la fracción de espacio y tiempo y se utilizan los siguientes datos: distancia de 132cm y tiempo 5s.



**Figura 8.** Velocidad del agua  
Fuente: Elaboración propia, 2020

$$\text{Velocidad}(v) = \frac{\text{espacio}}{\text{tiempo}}$$

$$v = \frac{132 \text{ cm}}{5 \text{ s}}$$

$$v = 26.4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

#### 4.2.1.9. Caudal del diseño para el año 2039.

El caudal del diseño es:

$$Q = \text{Area} \times \text{velocidad}$$

$$Q = 15.96 \text{ cm}^2 \times 26.4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$Q = 15.96 \text{ cm}^2 \times 26.4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$Q = 421.344 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

$$Q = 421.344 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1\ 000\ 000 \text{ cm}^3} * \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3}$$

$$Q = 0.421344 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

#### 4.2.1.10. Cálculo de la solución del Sulfato de Aluminio.

La dosificación del coagulante Sulfato de Aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), mediante la prueba de laboratorio a través del ensayo Jar-Test por su facilidad de realización e interpretación de los parámetros que intervienen en la coagulación y floculación. Se preparó 6 muestras de agua de Gongá en vasos precipitados de 1000 ml cada uno, al mismo tiempo se prepara la solución del Sulfato de Aluminio al 1%  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  en un vaso precipitado de 250ml para luego añadir en las 6 muestras cantidades diferentes del coagulante. Se añade la solución del Sulfato de aluminio  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  en cada muestra en orden de 10 ppm, 20ppm, 40ppm, 60ppm, 80ppm y 100ppm. Se remueve por un espacio de 5 minutos todas las muestras al mismo tiempo y se deja reposar durante 5 minutos para la formación de los flóculos. Se procede a la evaluación visual y cualitativa y opta por la cuarta muestra que es lo más apropiado para nuestro diseño, se requiere 60mg/litro, es decir 60 ppm de sulfato de aluminio por cada litro de agua a potabilizar.



**Figura 9.** Ensayo de Jar test

#### 4.2.1.11. Calculo de hipoclorito de sodio.

CONAGUA (2021), establece las dosis típicas de cloro (en sus diferentes formas) usadas en plantas potabilizadoras en la siguiente tabla.

**Tabla 8.** Dosis de cloro aplicadas en plantas potabilizadoras

COMPUESTO DE CLORO	DOSIS (mg/L)
Cloro gas	1 a 16
Hipoclorito de sodio	0.2 a 2
Hipoclorito de calcio	0.5 a 5

Fuente: CONAGUA, (2021)

La dosificación del cloro queda determinada por dos parámetros. la dosis óptima y el caudal de agua al cual se va a inyectar esa dosis. Según lo indicado en la tabla 8. Seleccionamos el Hipoclorito de sodio. Lo cual nos da la cantidad de cloro en (kg/d). para ellos se emplea la siguiente formula.

$$C=Q*d*0,0864$$

**Donde:**

C= consumo de cloro (Kg/d) = lectura de rotámetro

Q= caudal del agua (l/s)

d= dosis de cloro (ppm)

(NOTA: 1 ppm= 1 mg/l = 1 g/m<sup>3</sup>)

La planta está tratando un caudal de 0.421344 (l/s) de agua y la dosis de Hipoclorito de sodio se asume el valor promedio entre 0.2 (mg/l) y 2 (mg/l) con lo que se tendría 1.1 (mg/l)

$$C= (0,0864) (0.421344) (1.10) = 0.040044 \text{ kg/día}$$

Remplazando en la formula anterior se tiene 40.044 gramos/día de hipoclorito de sodio.

#### 4.2.1.12. Cálculo del diseño de la capacidad del reservorio.

Según la guía de opciones tecnologías para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 173-2016-VIVIENDA. Se establece que para poblaciones menores a 2000 habitantes el volumen de almacenamiento será de 20%.

$$Q_{diario} = 0.421344 \frac{l}{s}$$

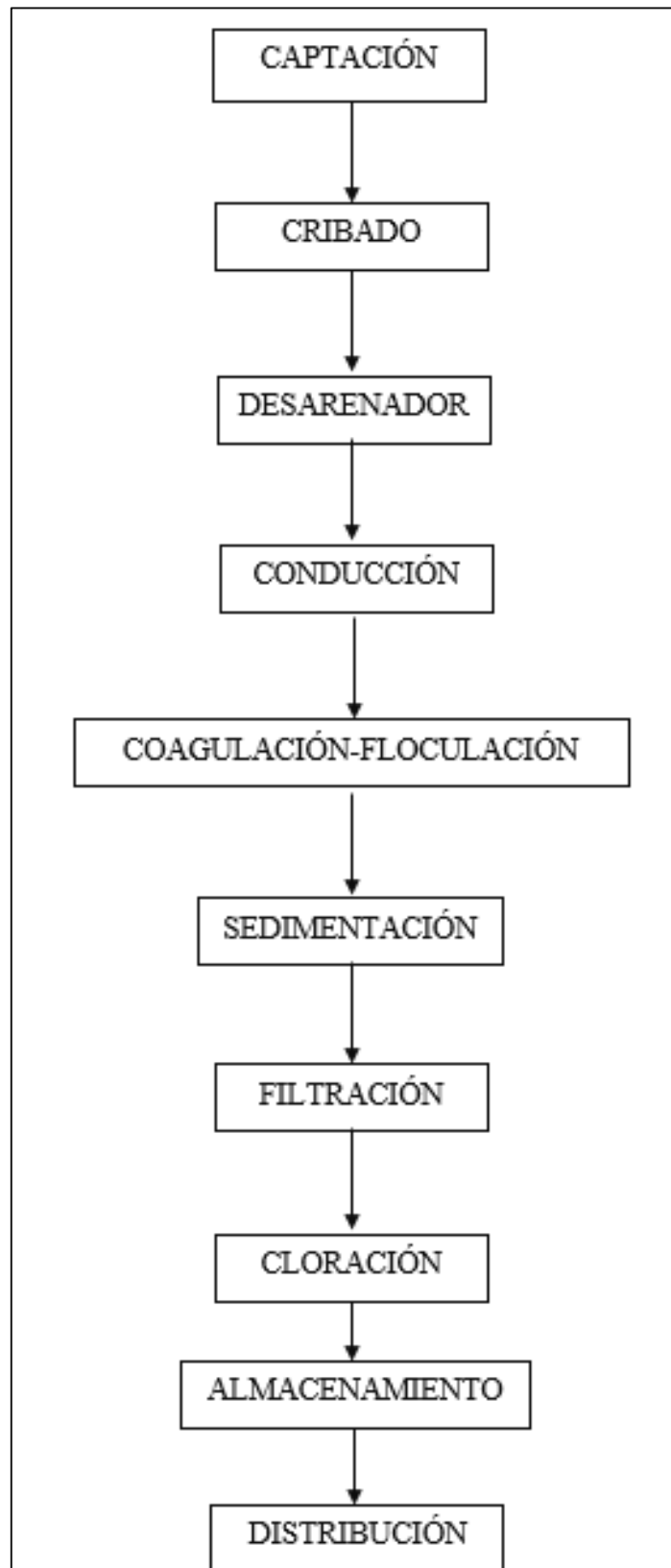
$$Q_{diario} = 36.40 \frac{m^3}{dia}$$

Por lo tanto la capacidad de almacenamiento del reservorio diseñado tendrá una capacidad de  $36.40 \frac{m^3}{dia}$ .

#### 4.2.1.13. Diseño del proceso para potabilizar el agua de Gongá.

El proceso para potabilizar el agua de Gongá están compuestos por los siguientes pasos: Captación, desbaste, cribado, desarenado, conducción, floculación, filtración, coagulación y floculación, decantación, filtración, cloración y almacenamiento.

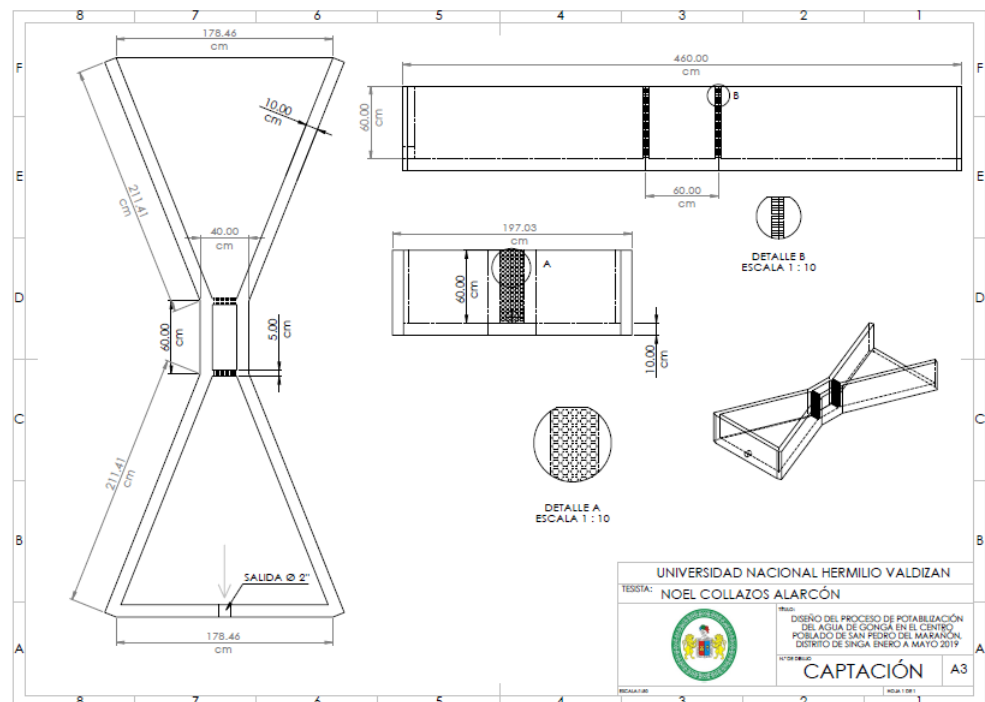




**Figura 10.** Diagrama de flujo para potabilizar el agua de Gongá.  
Fuente: Elaboración propia, 2020.

### a. Captación.

El agua que se capta, es de origen subterráneo y agua superficial de la lluvia que ingresa por arrastre con todos los contaminantes, el caudal necesario para abastecer a los consumidores del centro Poblado de San Pedro del Marañón con una proyección de 20 años es de  $0.421344 \frac{l}{s}$ , cuyo diseño se señala en la siguiente figura.



**Figura 11.** Diseño de la captación.  
Fuente: Elaboración propia, 2020.

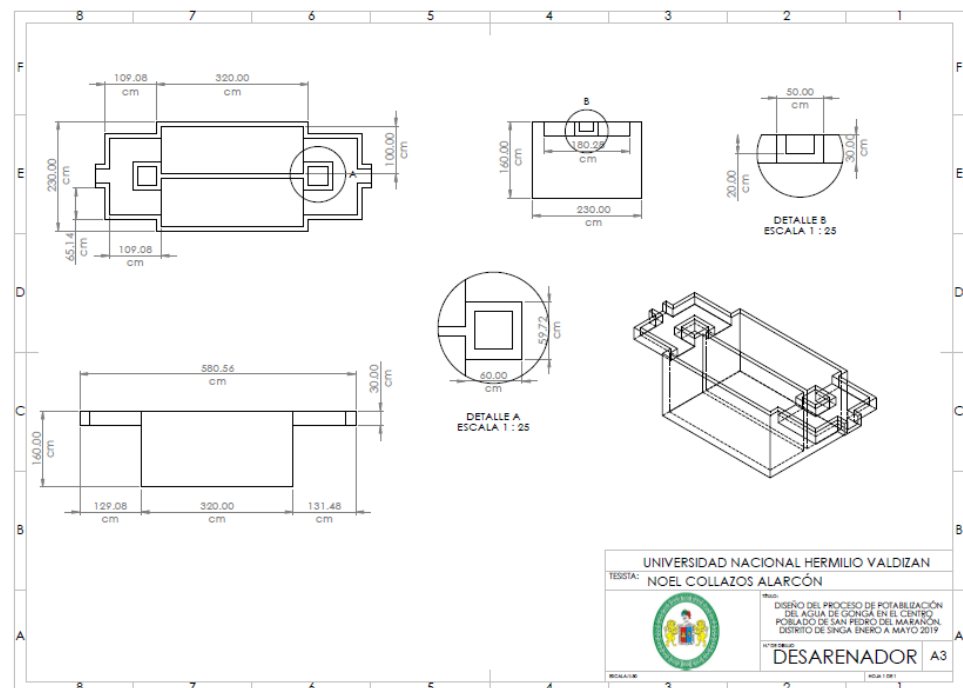
### b. Cribado.

En esta operación se eliminan los sólidos de mayor tamaño que se encuentran en el agua (hojas, tallos, raíces, piedras) por medio de un sistema de rejillas, en las que estos materiales quedan retenidos para ser eliminados. Los mismos se encuentran en la captación.

### c. Desarenador.

El desarenador se ubicará en Baltayacu donde, donde se llevará a cabo el tratamiento en una estructura diseñada para retener la arena que ingresa

juntamente con las aguas de manantial y superficiales de Gongá, tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. Se refiere a la remoción de las partículas superiores a 0,2 mm. Ver el diseño en la siguiente Figura.



**Figura 12.** Diseño del desarenador.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

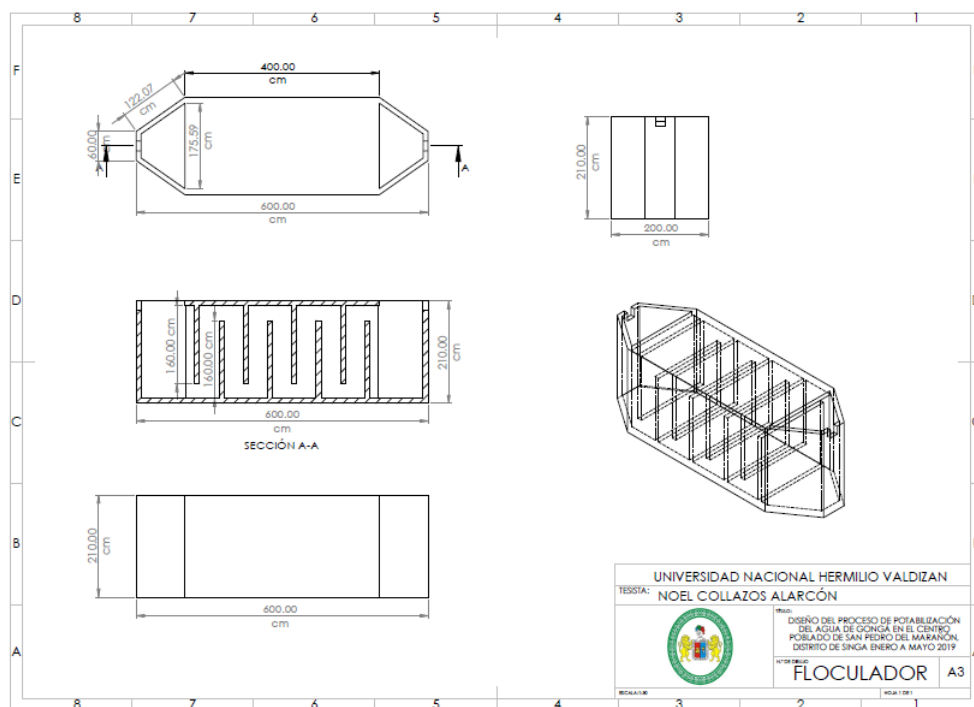
#### d. Conducción.

El diseño de la línea de conducción del agua de Gongá es a través de una tubería PVC de 2" a una longitud de 3.923km hasta el lugar denominado Baltayacu, donde será tratado para obtener agua potable.

#### e. Coagulación - Floculación.

En nuestro proyecto se utilizará el coagulante comercial Sulfato de Aluminio que tiene la fórmula  $(Al_2(SO_4)_3) \cdot 14H_2O$  como coagulante, cuando se añaden soluciones de sulfato de aluminio al agua, las moléculas

se disocian en  $Al^{+3}$  y  $SO_4^{=}$ . El  $Al^{+3}$  puede combinarse con coloides cargados negativamente para neutralizar parte de la carga de la partícula coloidal. La cantidad de 60 mg/l de agua a potabilizar para que las partículas coaguladas aumentan de tamaño y peso en los floculadores y se precipiten en el fondo del floculador, con los que son posibles de ser separados en los sedimentadores. Para coagular el caudal de 0.421344 l/s con Sulfato de Aluminio se necesita una cantidad de 25.28064 mg de solución, es decir 2.1842 kg de dicha sustancia diaria para coagular  $36.4m^3$ / día del agua.

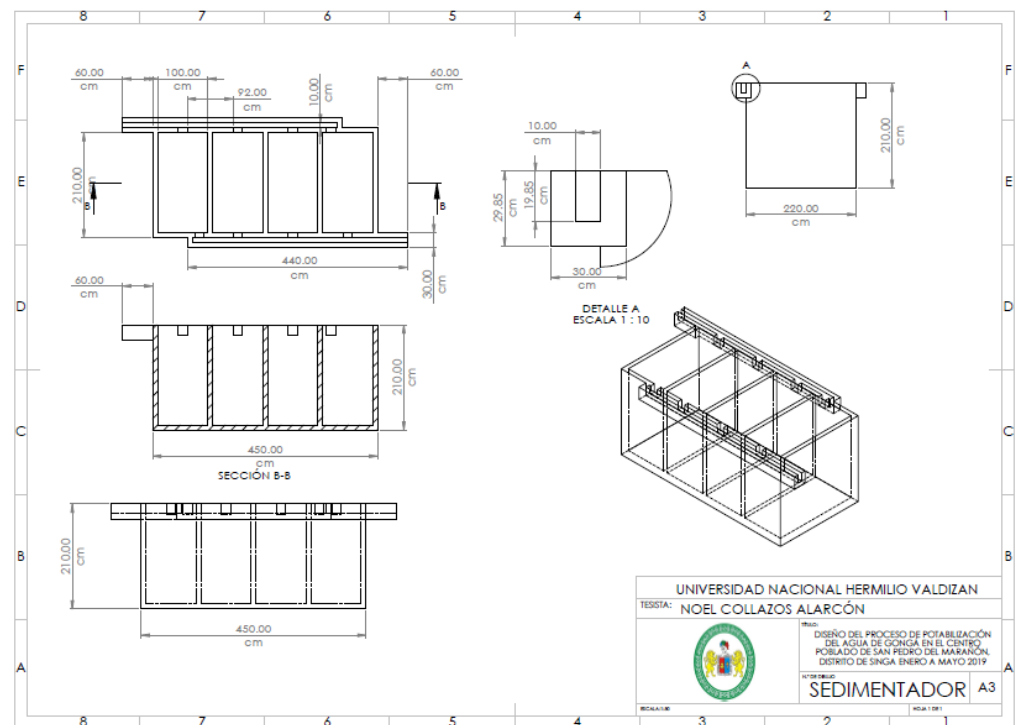


**Figura 13.** Diseño de floculador.  
Fuente: Elaboración propia, 2020.

#### f. Sedimentación.

El diseño del sedimentador es de forma rectangular que tiene las siguientes medidas: largo 4.5 m x 2.1m ancho x 2.1m de altura, tiene como finalidad de precipitar los flóculos formados, por acción de la gravedad y su tamaño

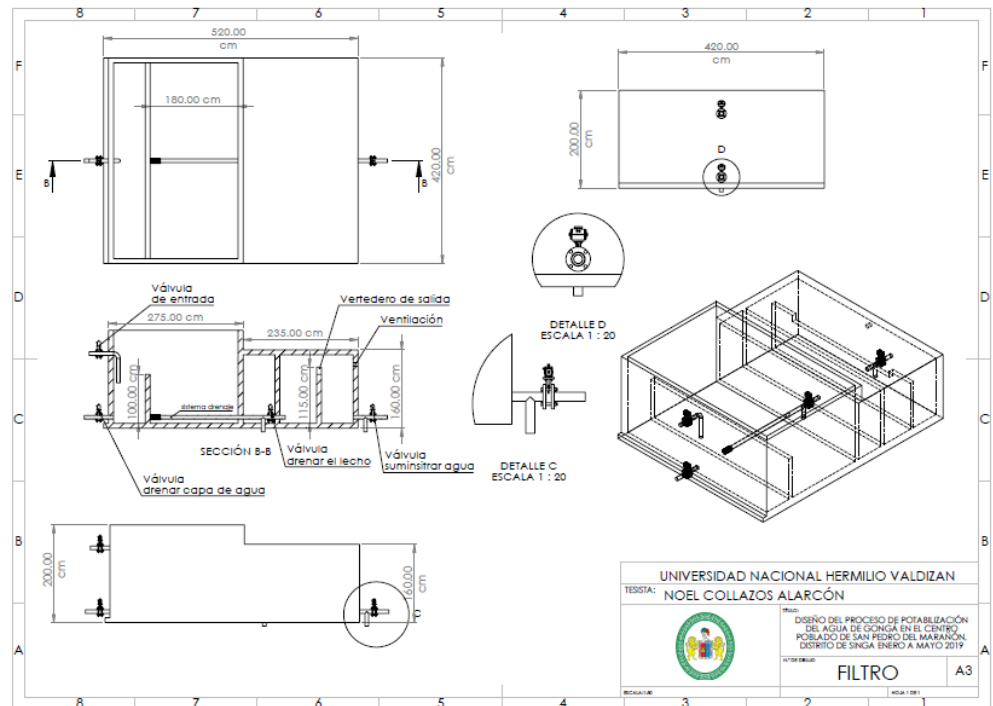
obtenido caen al fondo del sedimentador; como resultado final se obtendrá agua clarificado.



**Figura 14.** Diseño del sedimentador.  
Fuente: Elaboración propia, 2020.

### g. Filtración.

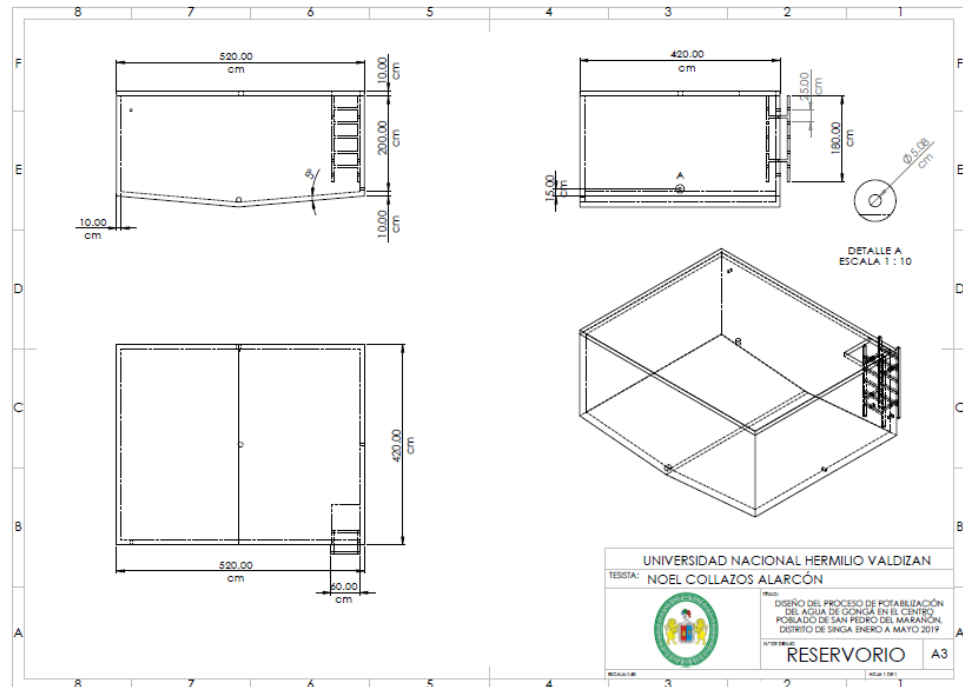
El diseño del filtro tiene la forma rectangular dividido en secciones se hace pasar el agua sedimentado por un medio del filtro, quedando retenidas partículas sólidas en suspensión de diferentes tamaños, que no han podido ser retenidas por ninguno de los procesos anteriores, asimismo muchas sustancias que le dan turbidez al agua, incluso huevos de parásitos. El filtro del diseño ayuda con facilidad para limpieza y evacuación del agua filtrado.



**Figura 15.** Diseño del filtro.  
**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

#### **h. Almacenamiento.**

Para distribuir el agua de Gongá previamente potabilizado a los usuarios del Centro Poblado de San Pedro del Marañón, se almacenará en un reservorio de forma rectangular que consiste una estructura de 5 metros de largo, 4 metros de ancho y 2 metros de altura con una capacidad de almacenamiento de  $40\text{m}^3$  de agua al día tal como se visualiza en el siguiente plano.



**Figura 16.** Diseño del reservorio  
**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

#### i. Cloración.

La cloración se desarrollará en el mismo tanque de distribución, su dosificación, cuyo agente desinfectante usado será el Hipoclorito de sodio (granulado HTH) a altas concentraciones (60-70%) debido a su mayor estabilidad. Además, es un producto de fácil manejo cuyo almacenamiento es sencillo, ya que solo requiere lugares secos, frescos y bien ventilados. El precio de este desinfectante (HTH) es moderado. Se preparará en un tanque de 500 litros y la dosificación se realiza de manera directa por goteo. La cantidad necesaria de hipoclorito de sodio para tratar  $36.404 \text{ m}^3/\text{día}$  de agua es  $40.044 \text{ gramos/día} + 36.404 \text{ mg /día}$  de cloro residual de hipoclorito de sodio, es decir  $1\text{mg/L}$  de cloro residual, ya que existe una pérdida de cloro en el transcurso de la distribución del agua.

### j. Distribución

Con el diseño se proyecta abastecer a 1025 habitantes y se distribuirá de manera continua a los consumidores de los barrios de Vista Alegre, Buena Vista, Nueva esperanza, Carmen Unidos y Centro que conforman al centro poblado de San Pedro del Marañón.



**Figura 17.** Mapa de distribución del agua potabilizado

Fuente: Google Heart

### 4.3. Operaciones bajo las normas vigentes de DIGESA para potabilizar el agua de la Gongá.

Según el DS N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, establece cumplir las siguientes operaciones que garantice la inocuidad del agua: la coagulación, filtración y cloración; cada uno de ellos vistos y evaluados según los parámetros que establece el ministerio de salud y órganos involucrados.



## V. DISCUSIÓN O CONTRASTACION DE RESULTADOS.

ALCÍVAR BUENO, en su investigación titulada: “Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los pozos, ubicados en el sector de la parroquia la Rule, Cantón Balzar - Provincia del Guayas, marzo-abril 2017 concluyó que: “La DBO5 promedio general es de 3.31 mg/l, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es 2 mg/l. La DBO5, presenta parámetros superiores a 2 mg/l, muestra que la naturaleza de los componentes que predominan en esas aguas son no biodegradables y permanecen por largo tiempo en los elementos ambientales ejerciendo un efecto negativo en el consumo de dichas aguas. La turbidez, las TULSMA establecen un límite máximo de hasta 100 NTU, los 4 pozos analizados presentaron un promedio general de 6.25 NTU, es decir, estas aguas de los pozos muestreados tienen un valor bajo, las épocas lluvias en este sector son un factor muy determinante para que estas aguas presenten estos valores. Los coliformes fecales el promedio general de los tres monitoreos en los cuatro pozos fue de 216 NMP/100 ml, es decir, se encuentra por debajo del límite máximo indicado por el TULSMA que es de 600 NMP/100 ml. Mientras que, para el pH, color, sabor, turbidez, hierro y demás parámetros los valores estuvieron dentro de los estándares establecidos por esta norma”; mientras que nosotros concluimos que: “Se determinó el nivel de contaminación del agua de Gongá en sus cuatro estaciones de muestreo, para ello se realizó análisis de agua en el laboratorio, donde los parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, pH y la conductividad eléctrica tal como se indica en las Tablas 6 y 7 se encuentran dentro del rango de LMP (DS 031 – 2010 – SA); mientras la turbidez y el cloro residual se encuentran fuera de los límites permisibles. El análisis bacteriológico del agua de Gongá indica que en el punto de muestreo del mismo nombre se encuentra libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, mientras en los otros puntos

de muestreo mencionados se encuentran fuera de LMP (DS 031 – 2010 – SA)”; de ambas conclusiones podemos inferir que el agua de la fuente de Gongá tiene menos contaminantes que los pozos estudiados por ALCÍVAR BUENO y dando lugar que son aptas para producir agua potable.

PACORI CHAVEZ, en su investigación titulada: “Calidad fisicoquímico y bacteriológica del agua en la zona de captación de la comunidad Herccasicuani-Canchis-Cusco” concluyó que en: “los análisis de coliformes totales fluctuó entre 45.3 UFC a 0 UFC y coliformes Termotolerantes vario entre 2 UFC a 0 UFC. Los parámetros bacteriológicos de las seis captaciones de la Comunidad Hercca Sicuani, se encuentran dentro de los valores permitidos (ausencia/100ml) emitidos según el Estándar Nacional de Calidad del agua (ECA-015-2015-MINAM). Se llegó a la conclusión de que estas aguas si son aptas para la producción de agua potable”, mientras que nosotros concluimos que: “ El análisis bacteriológico del agua de Gongá indica que en el punto de muestreo del mismo nombre se encuentra libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, mientras en los otros puntos de muestreo mencionados se encuentran fuera de LMP (DS 031 – 2010 – SA)”; de ambas conclusiones podemos inferir que el agua de Gongá tiene menos contaminantes que y son aptas para producir agua potable.

ARIAS AYALA, 2018, en su investigación titulada: “ CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA, DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA HERMOSA, DISTRITO DE CHONTABAMBA, PROVINCIA DE OXAPAMPA – 2018” concluyó que en: “ Dentro de los parámetros fisicoquímicas (Conductividad eléctrica, color verdadero,

STD, temperatura, pH, OD, Cianuro, nitritos, nitrato, DBO5, fosfato, cloruros, dureza y flúor) del agua de consumo humano del centro poblado de Pampa Hermosa, como se indica en las tablas N° 6, 7 8 y 9, se encuentran dentro del rango adecuado, pero la turbidez presenta un valor de 7 UNT que es mayor a 5 NTU lo que indica que sobrepasa LMP (DS 031 – 2010 – SA) y los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), estos indica que ese debe de implementar un sistema de sedimentación adecuado para reducir la turbidez ya que a esas condiciones no es recomendable clorar el agua, ni consumir directamente”, mientras que nosotros concluimos que: “Se determinó el nivel de contaminación del agua de Gongá en sus cuatro estaciones de muestreo, para ello se realizó análisis de agua en el laboratorio, donde los parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, pH y la conductividad eléctrica tal como se indica en las Tablas 6 y 7 se encuentran dentro del rango de LMP (DS 031 – 2010 – SA); mientras la turbidez y el cloro residual se encuentran fuera de los límites permisibles. El análisis bacteriológico del agua de Gongá indica que en el punto de muestreo del mismo nombre se encuentra libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, mientras en los otros puntos de muestreo mencionados se encuentran fuera de LMP (DS 031 – 2010 – SA”); de ambas conclusiones podemos inferir que el agua de Gongá tiene es turbia en periodos de lluvia superando el LMP de 5 UNT por lo cual requiere implementar una planta de tratamiento para obtener agua potable.

FERNÁNDEZ SIXTO, 2014, en su investigación titulada: “NANOFILTROS CON ARCILLAS DE HUÁNUCO, EN LA PURIFICACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PARA CONSUMO HUMANO”, concluyó que en: “Los contaminantes que exceden los límites máximos permisibles (LMP) para el consumo humano, presentes en el río Higuera son los bacteriológicos coliformes totales y

coliformes termotolerantes; además de los físicos turbidez y color; mientras que el pH y el arsénico se localizan en el LMP. Los otros contaminantes a pesar de existir son en menores proporciones que los tolerables”, mientras que nosotros concluimos que: “Se determinó el nivel de contaminación del agua de Gongá en sus cuatro estaciones de muestreo, para ello se realizó análisis de agua en el laboratorio, donde los parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, pH y la conductividad eléctrica tal como se indica en las Tablas 6 y 7 se encuentran dentro del rango de LMP (DS 031 – 2010 – SA); mientras la turbidez y el cloro residual se encuentran fuera de los límites permisibles. El análisis bacteriológico del agua de Gongá indica que en el punto de muestreo del mismo nombre se encuentra libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, mientras en los otros puntos de muestreo mencionados se encuentran fuera de LMP (DS 031 – 2010 – SA”;

de ambas conclusiones podemos inferir que el agua de Gongá es apta para potabilizar aplicando las operaciones de Captación, cribado, desarenado, filtrado, cloración y almacenamiento; correspondiente a categoría 01 (Poblacional y Recreacional), Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable según el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

## CONCLUSIONES.

1. Se diseñó el proceso de potabilización del agua de Gongá en el centro poblado de San Pedro del Marañón, Distrito de Singa para el periodo de enero a mayo, el mismo que se encuentra expresado en diagrama de flujo y sus definiciones de acuerdo a las normas de DIGESA para potabilizar el agua de Gongá.
2. Se determinó el nivel de contaminación del agua de Gongá en sus cuatro estaciones de muestreo, para ello se realizó análisis de agua en el laboratorio, donde los parámetros fisicoquímicos del agua como la temperatura, pH y la conductividad eléctrica tal como se indica en las Tablas 6 y 7 se encuentran dentro del rango de LMP (DS 031 – 2010 – SA); mientras la turbidez y el cloro residual se encuentran fuera de los límites permisibles. El análisis bacteriológico del agua de Gongá indica que en el punto de muestreo del mismo nombre se encuentra libre de coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, mientras en los otros puntos de muestreo mencionados se encuentran fuera de LMP (DS 031 – 2010 – SA)
3. Se determinó las actividades necesarias para potabilizar el agua de Gongá, que consiste en las siguientes operaciones: Captación, cribado, desarenado, Coagulación y floculación, sedimentación, filtración, cloración y almacenamiento; correspondiente a categoría 01 (Poblacional y Recreacional), Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable según el DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
4. Se redactó las operaciones bajo la normativa de DIGESA (Según el DS N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano), que consiste en las

operaciones de floculación, filtración y cloración; para filtrar el agua, el LMP de turbidez es 5 UNT y el agua de Gongá supera dicho límite; la operación de cloración consiste en adicionar cloro para matar los microorganismos patógenos y la presencia de cloro residual en las estaciones de muestreo es de 0 mg/L encontrándose por debajo del LMP de 0.5mg/L a 1.0 mg/L de agua.

## RECOMENDACIONES

1. Para mejorar la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la fuente Gongá, se debe implementar los procesos de potabilización del agua, que garantice la obtención del agua potable de la fuente de Gongá; de esta manera disminuir los casos de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA y parasitosis que pone en riesgo la salud de la población y sobre todo los más afectados son los niños que se encuentran en etapa escolar, influyendo de manera negativa en la desnutrición crónica y el bajo rendimiento académico.
2. Los usuarios encuestados sobre la percepción de calidad de agua que se consume en el centro poblado de San Pedro del Marañón, el 78.26% de usuarios indican que el agua de la fuente de Gongá es turbia en periodos de lluvia (enero - mayo) y consumen en las mismas condiciones porque no tienen otra alternativa; El 10% de los usuarios encuestados manifiestan que no cuentan con el servicio de agua entubado, por tal necesidad del líquido elemental buscan otras fuentes para consumir.
3. Gestionar la construcción de una planta de tratamiento para obtener agua potable, porque de seguir tomando agua sin tratamiento el riesgo de enfermarse de parasitosis es alto, sobre todo afectará más a los niños que se encuentran en edad escolar que directamente influye en el rendimiento académico.
4. Los responsables de JASS del Centro Poblado de San Pedro del Marañón, deberán tomar conciencia con el programa de cloración permanente para eliminar la proliferación de las bacterias y los coliformes; asimismo en el monitoreo y control.

5. Realizar la limpieza permanente del reservorio que garantice la potabilización del agua y evitar la contaminación del agua con los coliformes totales y termotolerantes.



## BIBLIOGRAFIA

- ❖ Abad Ortiz, A. (2014). *Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de cinco manantiales del distrito de jacas chico provincia de yarrowilca, región Huánuco*. Universidad Nacional del Altiplano., (pág. 72). Puno-Perú.
- ❖ Abarca, S., & Mora, B. (2007). *Contaminación del agua*. Biocenosis, 20(137-139).
- ❖ *Agua Eden, expertos en soluciones de agua para empresas*. (2018, November 7). Eden Springs. <https://www.aguaeden.es/>
- ❖ ALCÍVAR BUENO, J. (2017). *Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los pozos, ubicados en el sector de la parroquia la rule, Cantón Balzar-provincia del Guayas, marzo-abril 2017*. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- ❖ Alvarez, A. (1991). *Salud Pública y medicina preventiva*. México.
- ❖ APHA- AWWA-WPCF. (2000). *Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual (17ava 1147 ed.)*. Madrid-España: Díaz de Santos.
- ❖ ARIAS AYALA, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica, del agua de consumo humano del Centro Poblado de Pampa Hermosa, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa – 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco-Perú.
- ❖ Ascencio, M. T. (2005). *Tecnologías convencionales de tratamiento de agua y sus limitaciones*. En S. S. Water. La Plata: Instituto Mexicano de Tecnología de Agua.
- ❖ BBC. (2014). *BBC History Figures - John Snow (1813 - 1858)*. Obtenido de [http://www.bbc.co.uk/history/historic\\_figures/snow\\_john.shtml](http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/snow_john.shtml)
- ❖ Camacho, A., Giles, M., Ortegón, M., Palao, B., & Velázquez, O. (2009). *Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos*. (UNAM, Ed.) México: Facultad de química.
- ❖ Campos Gómez, I. (2003). *Saneamiento Ambiental (Primera edición ed.)*. Universidad Estatal a Distancia. *Costa Rica*.

- ❖ Campos, C., Cárdenas, M., & Guerrero, A. (2002). *Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Universidad Javeriana Bogotá Colombia. Bogotá.*
- ❖ Campos, I. (2000). *Saneamiento Ambiental. San José: Universidad Estatal a Distancia 1 ed.*
- ❖ Cárdenas, Y. A. (2000). *Tratamiento de agua, coagulación y floculación. Lima.*
- ❖ CORANTIOQUIA (2014). *Manual piragüero 3 - Medición del caudal. Medellín- Colombia.*
- ❖ Colaboradores de los proyectos Wikimedia. (2004, January 8). *página de desambiguación de Wikimedia. Wikipedia.org; Wikimedia Foundation, Inc. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20tratamiento%20hace%20referencia,de%20las%20enfermedades%20o%20s%C3%ADntomas>.*
- ❖ *Comisión Nacional del Agua | Gobierno | gob.mx.* (2021). *Www.gob.mx. <https://www.gob.mx/conagua>.*
- ❖ Doria, C., Daza, A., Delique, H., Lopez, A., & Serna, J. (2008). *Caracterización físico química y microbiológico de las aguas de reservorios en los resguardos indígenas localizados en la zona de influencia del complejo carbonífero Cerrejón. Documento de investigación G. L. territorios semiáridos del caribe y fundación Cerrejón para el agua en la Guarija.*
- ❖ FERNÁNDEZ, S. (2014). *Nanofiltros con arcillas de Huánuco, en la purificación de aguas superficiales para consumo humano. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco - Perú.*
- ❖ Fibras y Normas de Colombia S.A.S. (2021, March 17). *Plantas potabilizadoras de agua/FYN DE COL potabilizacion de agua. TRATAMIENTO de AGUA. <https://www.fibrasynormasdecolombia.com/plantas/tratamiento-agua-potable/potabilizacion-de-agua/>*

- ❖ García, R., Carmen, M., & Veguillas, D. (2003). *Calidad de agua de fuentes de manantial en la Zona básica de salud Shiguenza*. Madrid.
- ❖ Hernández, E. J., & Corredor, C. A. (2017). *Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de agua, se dispondrá en el laboratorio de aguas de la Universidad Católica de Colombia*. Bogotá: Tesis de pregrado. Obtenido de <https://goo.gl/gY9AVP>
- ❖ iAgua. (2020, September 18). *¿Cómo se potabiliza el agua?* IAguá; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/como-se-potabiliza-agua>.
- ❖ Laura, E. (2009). *Control de calidad de los alimentos*. Puno.: U. N. Altiplano.
- ❖ Marchand, P. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo en Lima Metropolitana*. Universidad San Marcos, (pág. 71). Lima-Perú.
- ❖ MINAM. (2015). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua*. Decreto Supremo N° 015-2015. El peruano.
- ❖ MINSA Ministerio de salud. (2012). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano*. D. S. N° 031- 2010-SA/ Dirección General de Salud.
- ❖ Nicolet, J. (2003). *Compendio de bacteriología médica*. España: Acribia S. A.
- ❖ OMS. (2006). *“Guías para la Calidad del Agua Potable”*. Génova, Suiza: Biblioteca de la OMS.
- ❖ OMS. (2008). *“Guías de la OMS para la calidad de agua potable”*.
- ❖ OMS. (2014). *Organización mundial de la Salud de Agua Potable*.: [www. google.com](http://www.google.com)
- ❖ OMS. (2017). *Guías para la calidad de agua para consumo humano. Ginebra 2011*
- ❖ Ordoñez, J. (2011). *Aguas subterráneas Acuíferos. Carilla Técnica*. Lima-Perú: Por Sociedad Geográfica de Lima.
- ❖ Pacori Chavez, K. (2018). *Calidad Físicoquímico y Bacteriológica del Agua en la zona de captación de la comunidad Herccasicuani – Canchis -Cusco*”. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.

- ❖ Pradillo, B. (2016, September 12). *Parámetros de control del agua potable*. IAguia; iAguia. <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>.
- ❖ Prieto, J. (2004). *El agua sus formas efectos abastecimiento, usos, daños, control y conservación* (D.C 275 ed.). Bogotá: Eco Ediciones.
- ❖ Quispe Condori, J.G. (2019). *Diseño y análisis de plantas potabilizadoras de agua para consumo humano, en el centro poblado de Balsapata – 2017*. Universidad Nacional de Altiplano. Puno
- ❖ QUISPE, D. (2018). *Calidad Bacteriológica y Físico-Química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- ❖ Rojas Osorio, L.F (2018). *Caracterización fisicoquímica y bacteriológica de agua de consumo humano del centro poblado de San Marcos, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa – 2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- ❖ Rojas, R. (2002). *Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo*. OPS/CEPIS, 353.
- ❖ Romero Rojas, J. A. (2006). *Calidad del Agua* (segunda ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- ❖ SEDAPAR (2016) <https://www.sedapar.com.pe/servicios/potabilizacion>
- ❖ Spellman, J. (2007). *Manual de agua potable* (XII ed.). Acribia.
- ❖ Tortora Gberdell, R. (2007). *Introducción a la microbiología* (Novena ed.). Medica Panamericana. Buenos Aires- Argentina
- ❖ Uriburu Chavez, L.S. (2018). *Determinación del índice de calidad del agua de consumo humano, del centro poblado de agua fresca, distrito de chontabamba – 2018*”. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco-Perú.
- ❖ Wikimedia. (2012, May 23). [https://es.wikipedia.org/wiki/Agua\\_superficial](https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_superficial)

**ANEXOS.****A. FOTOGRAFIAS.**

**Figura 18.** Toma de muestra para el análisis bacteriológico



**Figura 19.** Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá.



**Figura 20.** Toma de muestra en la captación para el análisis bacteriológico



**Figura 21.** Determinación de parámetros fisicoquímicos del agua de Gongá.



**Figura 22.** Determinación del caudal por método volumétrico.



**Figura 23.** Entrevista a la responsable del establecimiento de salud.



**Figura 24.** Encuesta sobre la percepción organoléptica del agua de Gongá.

## B. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS</b> <b>ESCUEA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL</b>	
<b>MUESTRA :</b> .....	
<b>N° DE MUESTRA :</b>	
<b>NOMBRE DE LA ESTACIÓN DEI MUESTREO:</b> .....	
<b>DIA:</b> .....	<b>HORA:</b> .....
<b>VOLUMEN DE MUESTRA:</b> .....	
<b>TEMPERATURA:</b> .....	<b>PH:</b> .....
<b>UNT:</b> .....	
<b>COLOR RESIDUAL:</b> .....	
<i>Muestreador:</i> .....	

**Figura 25.** Guía de observación del campo para la toma de muestras.



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**ENCUESTA SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LOS  
 CONSUMIDORES EN EL CONSUMO DEL AGUA DE GONGÁ.**

Estimado(a) usuario(a), su opinión al respecto del consumo de agua en la localidad del centro poblado de San Pedro del Marañón es muy importante para el desarrollo de trabajo de investigación, cuyo título es “DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019”, desarrollado por Bach. Ing. Ind. Noel COLLAZOS ALARCÓN para optar el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL. Marca con una x la respuesta que cree conveniente.

1. **¿Tiene servicio de agua para el consumo humano en su Vivienda?**
    - a. Si
    - b. No
    - c. Poco frecuente
    - d. Muy rara vez.
  2. **¿Cuántos días a la semana tiene la dotación de agua en su vivienda?**
    - a. 4 días
    - b. 5 días
    - c. 6 días
    - d. 7 días
  3. **¿Cuántos miembros integran su familia?**
    - a. 1-2 integrante
    - b. 3-4 integrantes
    - c. 5-6 integrantes
    - d. 7 a más integrantes
  4. **¿Qué uso le da al servicio de agua en su vivienda?**
    - a. Preparar alimentos y bebida
    - b. Higiene personal y vestido
    - c. Para el riego y limpieza del hogar
    - d. Todos los usos
  5. **¿Cuál es el rango aproximado del consumo diario de agua en su hogar?**
    - a. 00 – 100 litros
    - b. 101 – 200 litros
    - c. 201 – 300 litros
    - d. 301 a más
  6. **Paga por el servicio de agua en su vivienda.**
    - a. No
    - b. Sí, semanal
    - c. Sí, mensual
    - d. Pago comunitario
  7. **Mensualmente, ¿Cuánto paga por el servicio de agua para consumo en su vivienda?**
    - a. Menos de S/1.00
    - b. S/1.00 – S/2.00
    - c. S/2.10 – S/3.00
    - d. No pago
  8. **¿Está satisfecho con la calidad del agua de tu comunidad?**
    - a. Sí
    - b. No
  9. **¿Usted sabe, si el agua que consume es apta para el consumo humano?**
    - a. Si
    - b. No
    - c. Desconoce
    - d. No responde
  10. **Cuando el agua que regularmente consume se vuelve turbia ¿Ud. Consume turbia o busca otra fuente alternativa?**
    - a. Si
    - b. No
    - c. Lo consumo turbio, dejando reposar.
    - d. busca otras fuentes.
  11. **Califiquen el color del agua que consume**
    - a. Transparente cristalina
    - b. Turbio -oscuro
  12. **Califiquen el sabor del agua que consume**
    - a. Agradable-insípido
    - b. Desagradable
  13. **Califiquen el olor del agua que consume**
    - a. Sin olor
    - b. Desagradable
- ¿hierve el agua para consumir?**
- c. Si
  - d. No
  - e. A veces
  - f. Solo para los alimentos

**GRACIAS POR SU ATENCION PRESTADA**

Fecha : .....

Encuestador:.....

**Figura 26.** Formato de la encuesta.



**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**GUIA DE ENTREVISTA**

<b>PROYECTO</b>	DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019
-----------------	---

**LUGAR:**

**FECHA:**

**NOMBRE DEL ENTREVISTADO:**

**ESPECIALIDAD** :

:

**OBJETIVO:**.....

.....

.....

**LISTADO DE PREGUNTAS**

**1.- ¿Qué contaminantes tiene el agua de la fuente o manantial?**

.....

.....

.....

.....

**2.- ¿Cuáles son los contaminantes del agua a través del arrastre superficial por la lluvia?**

.....

.....

.....

.....

**3.- ¿Qué características tiene el agua para el consumo humano en el Centro Poblado del Marañón?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**4.- ¿Qué parámetros debe tener el agua apta para el consumo humano?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**5.- ¿Qué tipo de tecnología es recomendado para el tratamiento sostenible del agua superficial y manantial?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**6.- ¿Qué recomienda sobre el trabajo de investigación con respecto al agua?**

.....

.....

.....





.....

.....

ENTREVISTADOR: .....

Figura 27. Guía de entrevista.

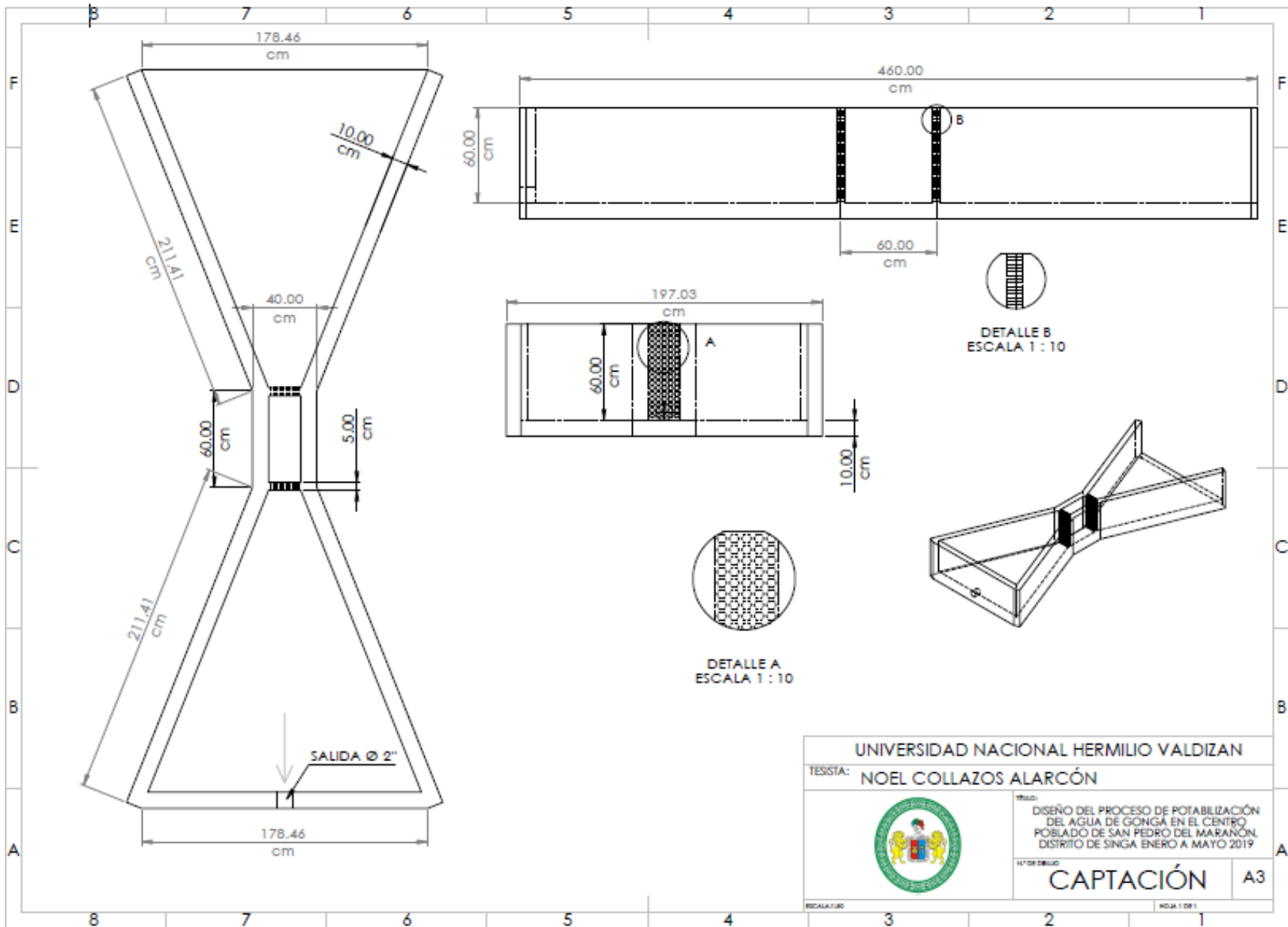
## C. ANALISIS DEL AGUA.

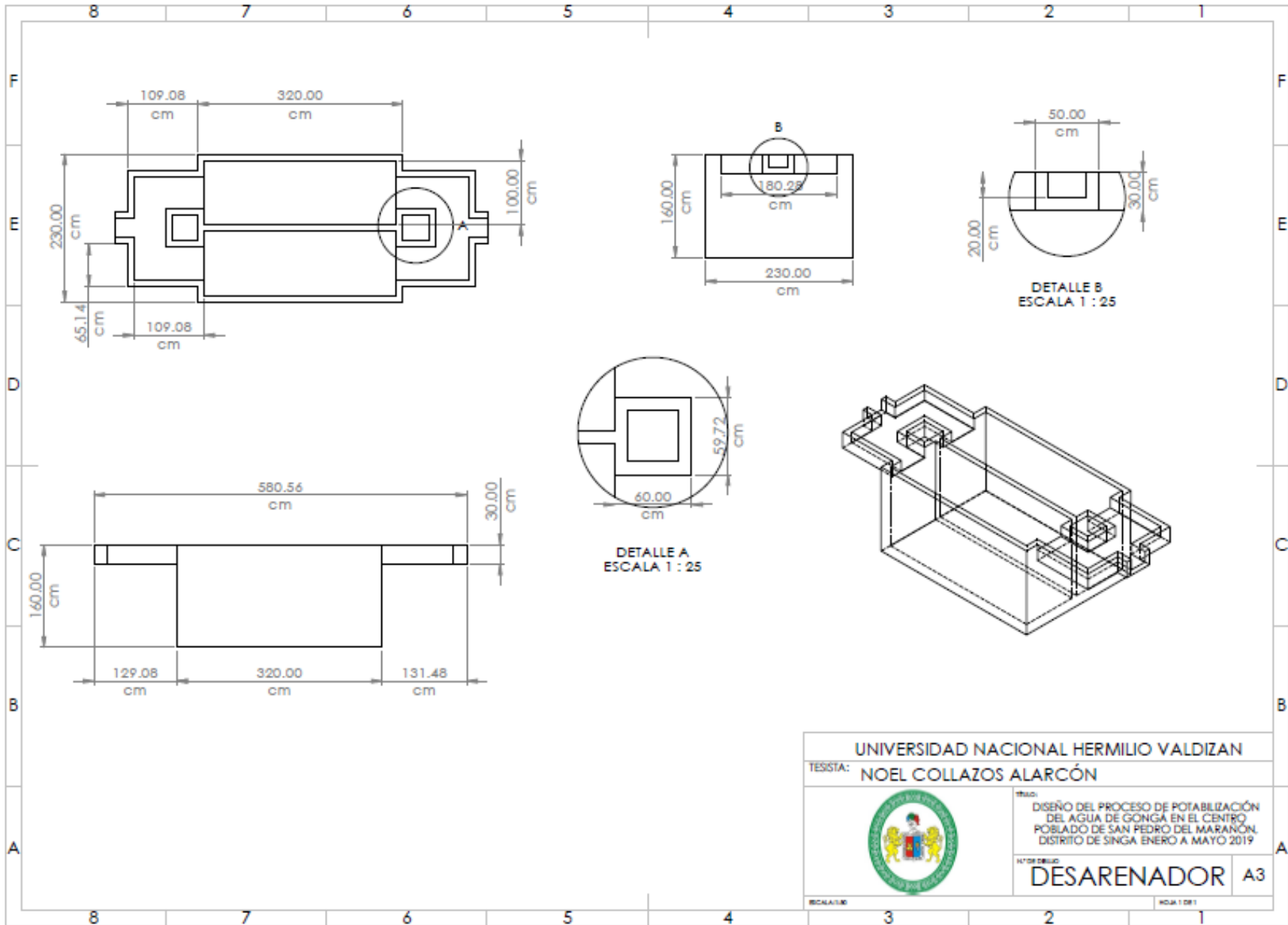
	<b>PERÚ</b> Ministerio de Salud	Dirección Regional de Salud Huánuco	Laboratorio Referencial									
"Año de la Igualdad y la no violencia contra las mujeres."												
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS</b>				REG.: 0022 - 2019- LMAA-LRRSP- HCO								
SOLICITANTE	:	NOEL COLLAZOS ALARCON										
DISTRITO	:	SINGA										
PROVINCIA	:	HUAMALIES										
DEPARTAMENTO	:	HUANUCO										
LOCALIDAD	:	CENTRO POBLADO SAN PEDRO DE MARAÑON										
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 24-04-19 HORA 3:00 a.m. <b>FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:</b> 24-04-19 HORA: 15:40 pm. <b>MUESTRA TOMADA:</b> INTERESADO												
SI ( ) NO ( X )												
<b>RESULTADOS</b>												
MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº. DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS		
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	Cl	Coli T. UFC/100ml	Coli Term. UFC/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
C.P. SAN PEDRO DEL MARAÑON	CAPTACION (GONGA)	MANANTIAL	M1	24	12	-	2	6,9	0	0	0	-
C.P. SAN PEDRO DEL MARAÑON	RESERVORIO (BALTAYACU)	MANANTIAL	M2	33	16	-	2	7,0	0	16	4	-
C.P. SAN PEDRO DEL MARAÑON	CONSUMIDOR MAS CERCANO	MANANTIAL	M3	30	15	-	2	7,2	0	12	3	-
C.P. SAN PEDRO DEL MARAÑON	CONSUMIDOR MAS ALEJADO	MANANTIAL	M4	32	16	-	0,1	7,3	0	17	5	-
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES RM 031-2010 (LMP)				1500	1000	5	15	6,5-8,5	0,5	0	0	500
MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.												
LA MUESTRA NUMERO M1 SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS PARAMETROS FISICO QUIMICO Y MICROBIOLOGICO, PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO.												
SE RECOMIENDA EL USO DE CLORO PARA QUE SEA AGUA SEGURA.												
Huánuco, 30 de abril de 2019												
<b>Microorganismo</b>	<b>Método de Ensayo</b>											
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.											
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.											
Aerobias mesófilas	Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.											
 DIRECCION REGIONAL HUANUCO DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO LABORATORIO REGIONAL REGIONAL Dpto. Mgta. María Regina Cárdenas Miaya CEP 4043 Área de Microbiología de Aguas y Alimentos												
<b>DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881</b> <b>Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261</b>												


**Figura 28.** Resultados de análisis en el laboratorio del agua de Gongá.  
Fuente: DIRESA –HUÁNUCO.

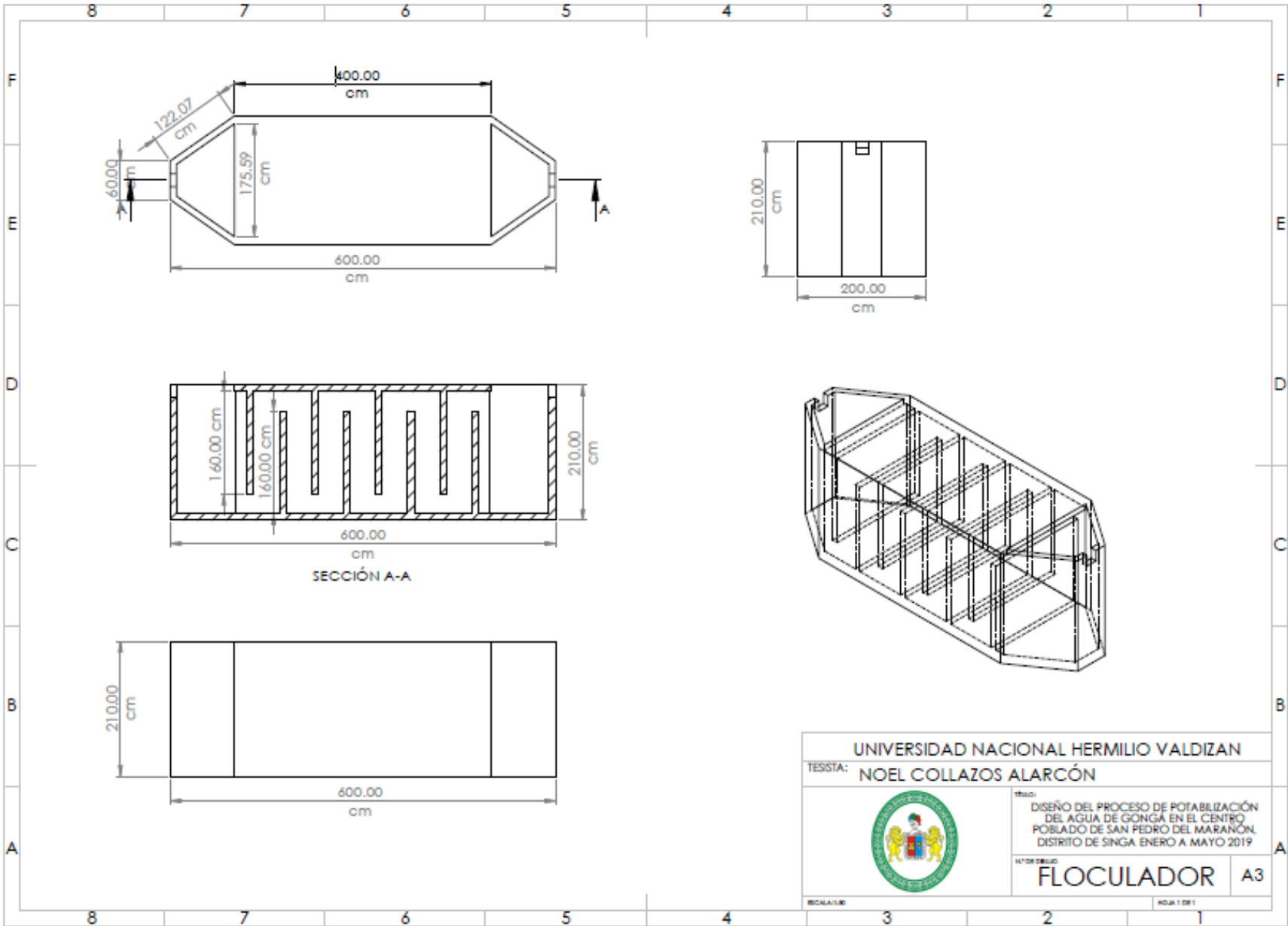
**D. PLANOS**


- ❖ Plano de captación.
- ❖ Plano del desarenador.
- ❖ Plano del floculador
- ❖ Plano del sedimentador
- ❖ Plano del filtro.
- ❖ Plano del reservorio.



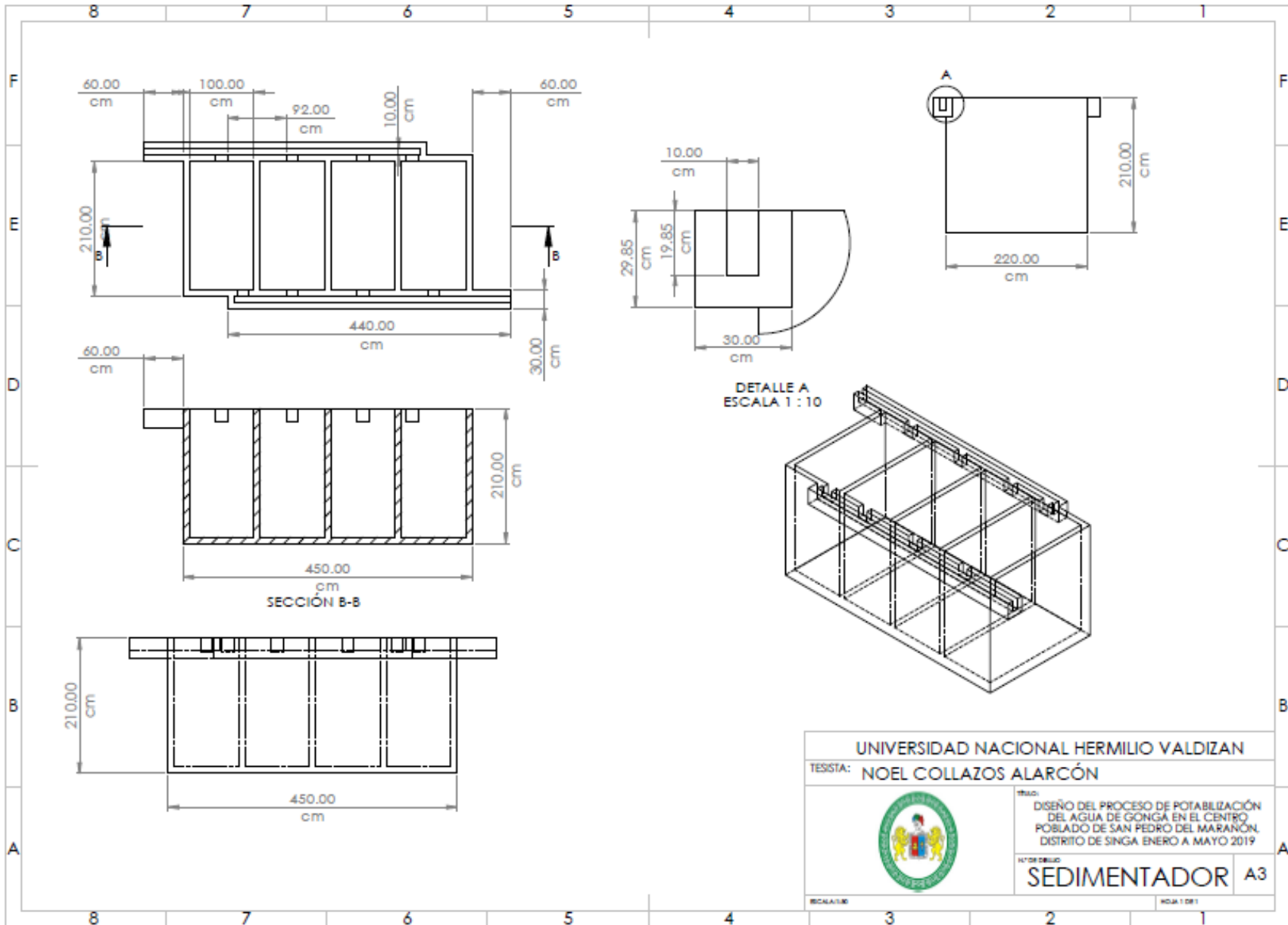


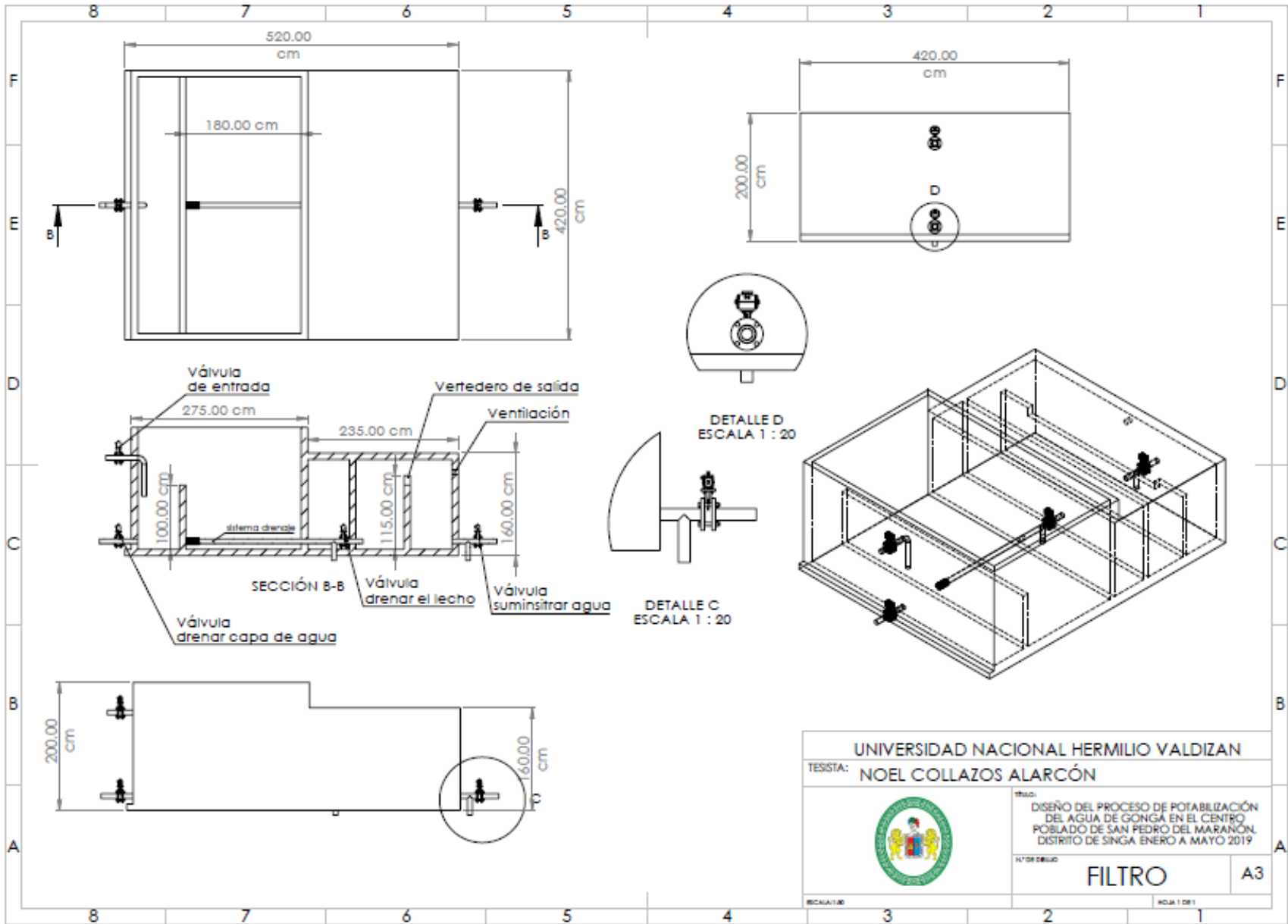
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN	
TESISTA: NOEL COLLAZOS ALARCÓN	
	TÍTULO: DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019
	NÚMERO DE DISEÑO: <b>DESARENADOR</b>
ESCALA: 1:50	HOJA: 1 DE 1
A3	



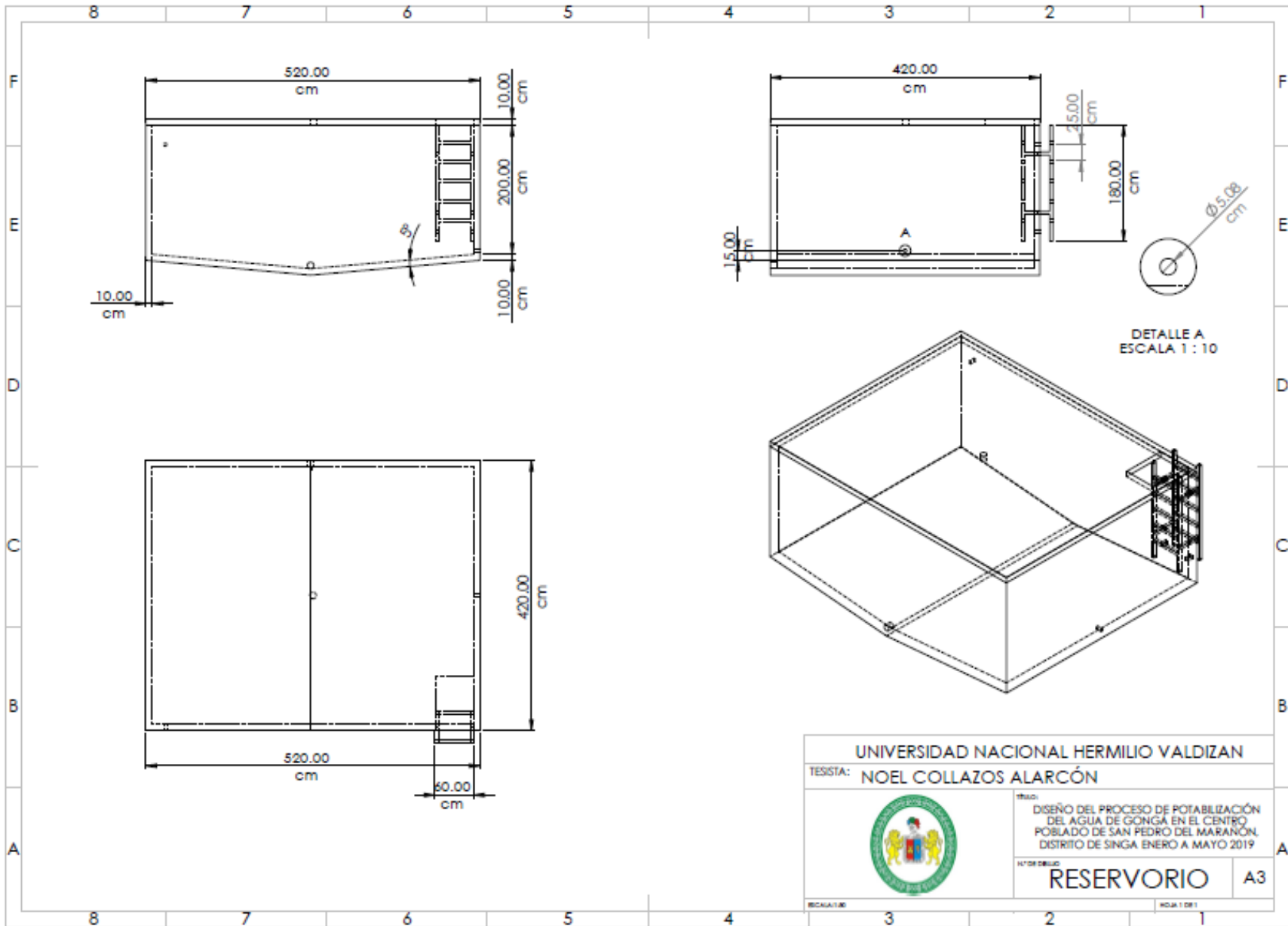
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN	
TESISTA: NOEL COLLAZOS ALARCÓN	
	TÍTULO: DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA, ENERO A MAYO 2019
	NOMBRE: <b>FLOCULADOR</b> A3
ESCALA: 1:1	HOJA 1 DE 1







UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILO VALDIZAN	
TESISTA: NOEL COLLAZOS ALARCÓN	
	TÍTULO: DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019
	NOMBRE DEL <b>FILTRO</b>
ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 1 <b>A3</b>





UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" HUÁNUCO – PERÚ  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL- PROCATP

En Huánuco, a los 01 Días del mes de Noviembre de 2019, siendo las 09:00 hrs de acuerdo al Reglamento del Programa de Capacitación y Titulación Profesional - PROCATP de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Capítulo XII DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS, Art. 51°, 52° y 53°, aprobado con Resolución N° 973-2014-UNHEVAL-CU de fecha 02.ABR.2014; se procedió a la evaluación de la sustentación de la tesis: **DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE CONGÁ EN EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019** ., presentado por el Bachiller en Ingeniería Industrial: **COLLAZOS ALARCÓN, Noel**. Este evento se realizó en el Salón de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la UNHEVAL, ante los miembros del Jurado Calificador, integrado por los siguientes catedráticos:

**PRESIDENTE:** Dr. Pedro G. Villavicencio Guardia

**SECRETARIO:** Dr. Jorge R. Hilario Cárdenas

**VOCAL:** Mg. José Mallqui Alvarado.

Finalizado el acto de sustentación, se procedió a la calificación conforme al Artículo 51°, 52° y 53° del Reglamento del Programa de Capacitación y Titulación Profesional-PROCATP, obteniéndose el siguiente resultado: **Nota:** .....<sup>15</sup>..... equivalente a la calificación de Bueno..... Quedando (el) (la) Bachiller en Ingeniería Industrial: **COLLAZOS ALARCÓN, Noel** ..... aprobado.....

Con lo que se dio por concluido el acto y en fe de la cual firman los miembros del jurado Calificador.

.....  
PRESIDENTE

.....  
SECRETARIO

.....  
VOCAL

**AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO**

IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: COLLAZOS ALARCON, Noel

DNI.: 42013935 Correo Electrónico: noelcollazos0408@gmail.com

Teléfono Casa: \_\_\_\_\_ Celular: 998047990 Oficina: \_\_\_\_\_

APELLIDOS Y NOMBRES: \_\_\_\_\_

DNI.: \_\_\_\_\_ Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfono Casa: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_ Oficina: \_\_\_\_\_

IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad	<u>INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS</u>
E.P.:	<u>INGENIERIA INDUSTRIAL</u>

Título Profesional obtenido:

BACHILLER

Título de la tesis:

DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONÓN EN EN CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE SINGA ENERO A MAYO 2019.

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor (es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción de Acceso
	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
X	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica más no al texto completo.

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya (n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

El Diseño y los cálculos MECANICOS SON RESERVADOS  
PARA NO SER COPIADOS POR OTROS PROYECTOS.

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( ) 1 año  
( ) 2 años  
( ) 3 años  
( X ) 4 años

Luego del período señalado por usted (es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 15 de Octubre del 2021.

Firma del autor y/o autores:



**UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN" DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**CONSTANCIA DE APTO**

De acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos Modificado de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 1893-2021-UNHEVAL, de fecha 17 de agosto de 2021 y en atención a la Tercera Disposición Complementaria, donde estipula que los trabajos de investigación y tesis de pregrado deberán tener una similitud máxima del 30%.

Después de aplicado el Software Turnitin, se evidencia una similitud del 29% encontrándose bajo los parámetros reglamentados.

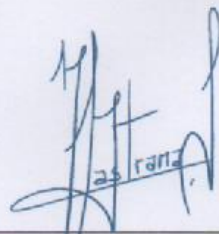
Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Industrial:

**"DISEÑO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE GONGÁ EN  
EL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DEL MARAÑÓN, DISTRITO DE  
SINGA ENERO A MAYO 2019"**

Tesista

**Bach. Ing. Industrial Noel Collazos Alarcón**

Huánuco, 16 de noviembre de 2021



Néri del Carmen Pastrana Díaz  
Directora de Investigación - FIIS