

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTOS DEL CARBÓN ACTIVO GRANULAR EN LA  
CALIDAD DE AGUA POTABLE DEL CC. PP SAN JUAN  
DE CACAZU – DISTRITO DE VILLA RICA**

**Asesor: Maestro.** Meza Terbullino Giancarlo Fernando

**Autor:** Yordin Villaverde Coz

**Línea De Investigación Institucional:** Nuevas Tecnologías y Procesos  
para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Ciudad:** Huancayo

**País:** Perú

**Año:** 2024

**ASESOR**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**  
Meza Terbullino Giancarlo Fernando

**DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo de investigación principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta académica.

De la misma manera se lo dedico a mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

**El Autor:** Yordin Villaverde Coz

**AGRADECIMIENTO:**

Estoy muy agradecido con mi asesor de este proyecto de investigación el Maestro: Meza Terbullino Giancarlo Fernando, que con su guía encamino a la culminación este trabajo.

También me gustaría agradecer a la Universidad Peruana Los Andes, que en estos 5 años en las aulas de la facultad de Ingeniería consolidaron el conocimiento para llegar a este momento.

**El Autor:** Yordin Villaverde Coz

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 0194 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis, titulada:

**EFFECTOS DEL CARBÓN ACTIVO GRANULAR EN LA CALIDAD DE AGUA POTABLE DEL CC. PP SAN JUAN DE CACAZU – DISTRITO DE VILLA RICA**

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. VILLAVERDE COZ YORDIN

Facultad : INGENIERÍA

Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL

Asesor(a) : Mg. MEZA TERBULLINO GIANCARLO FERNANDO

Fue analizado con fecha 23/05/2024; con 100 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 25 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: *Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.*

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 23 de mayo del 2024.

**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**DR. TAPIA SILGUERA RUBEN DARIO  
PRESIDENTE**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DE DOCENTE**

## CONTENIDO GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I: .....</b>	<b>17</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación y sistematización del problema .....	18
1.2.1. Problema general.....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Justificación .....	19
1.3.1. Practica Social .....	19
1.3.2. Científica o Teórica.....	19
1.3.3. Metodológica .....	20
1.4. Delimitación.....	20
1.4.1. Espacial .....	20
1.4.2. Temporal.....	21
1.4.3. Geográfica: .....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos .....	21
1.6.1. Objetivo general .....	21
1.6.2. Objetivos específicos .....	21
<b>CAPÍTULO II: .....</b>	<b>23</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes .....	23
2.1.1. Nacionales.....	23
2.1.2. Internacionales.....	25
2.2. Marco conceptual .....	27
2.2.1. Agua potable:.....	27
2.2.2. Química del Agua: .....	27
2.2.3. Solución y suspensión de impurezas:.....	28

2.2.4.	Ajuste de pH: .....	29
2.2.5.	Carbón Activado: .....	29
2.2.6.	Clasificación de los diferentes tipos de carbón activado: .....	30
2.2.7.	Características físico – químicas: .....	33
2.2.8.	Aplicaciones del carbón activado: .....	34
2.2.9.	Filtro de Carbón Activado: .....	35
2.2.10.	Proceso de Activación: .....	36
2.2.11.	El carbón activo granular: .....	38
2.2.12.	Reactivación del carbón activo: .....	39
2.2.13.	Adsorción con carbón activo: .....	40
2.2.14.	Especificaciones de calidad: .....	43
2.3.	Definición de términos: .....	44
2.4.	Hipótesis: .....	45
2.4.1.	Hipótesis general: .....	45
2.4.2.	Hipótesis específicas: .....	45
2.4.3.	Definición conceptual de las variables: .....	46
2.4.4.	Operacionalización de las variables .....	47
<b>CAPÍTULO III: .....</b>		<b>48</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>		<b>48</b>
3.1.	Método de investigación .....	48
3.2.	Tipo de investigación .....	48
3.3.	Nivel de investigación .....	48
3.4.	Diseño de la investigación .....	49
3.5.	Población y muestra .....	49
3.5.1.	Población .....	49
3.5.2.	Muestra .....	49
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	50
3.7.	Procesamiento de la información .....	50
3.8.	Técnicas y análisis de datos .....	50
<b>CAPÍTULO IV: .....</b>		<b>51</b>
<b>RESULTADOS .....</b>		<b>51</b>
4.1.	Ubicación del proyecto.....	51
4.1.1.	Sistema de abastecimiento de agua potable: .....	53
4.1.2.	Captaciones de agua del Centro Poblado San Juan de Cacazu: .....	53

4.1.3.	Calidad del agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu: .....	58
4.1.4.	Enfermedades predominantes en el Centro Poblado San Juan de Cacazu: 61	
4.1.5.	Filtros de carbón activo granular para las captaciones: .....	62
4.1.6.	Materiales para la construcción de los filtros de carbón activo granular: 67	
4.1.7.	Construcción de los filtros de carbón activo granular: .....	69
4.1.8.	Ubicación de los filtros de carbón activo granular: .....	70
4.2.	Ensayo fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular: .....	71
4.2.1.	1ra semana: .....	71
4.2.2.	2da semana: .....	75
4.2.3.	3ra semana: .....	78
<b>CAPÍTULO V:.....</b>		<b>82</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>82</b>
5.1.	Descripción de los resultados .....	82
5.1.1.	Comparación de la turbidez (NTU): .....	82
5.1.2.	Comparación del PH A 25°C (PH): .....	83
5.1.3.	Comparación del color verdadero (UC): .....	84
5.1.4.	Comparación de los coliformes totales (NMP/100ML): .....	85
5.1.5.	Comparación de los coliformes termotolerantes (NMP/100ML): .....	86
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>89</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>92</b>
<b>Anexo N° 01: Matriz de consistencia.....</b>		<b>93</b>
<b>Anexo N° 02: Matriz de Operacionalización de variable.....</b>		<b>95</b>
<b>Anexo N° 03: Panel fotográfico .....</b>		<b>96</b>
<b>Anexo N° 04: Planos.....</b>		<b>97</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos típicos de tamaño de carbón activado granular para distintas aplicaciones. ....	39
Tabla 2 Compuestos con alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo .....	42
Tabla 3 Compuestos con probabilidad moderada de ser eliminados por el carbón activo .....	42
Tabla 4 Compuestos cuya eliminación no es probable que el carbón activo sea efectivo .....	42
Tabla 5 Principales parámetros con los que se especifica un carbón activado granular para el tratamiento de agua y normas de análisis” .....	44
Tabla 6 Operacionalización de la variable independiente. ....	47
Tabla 7 Coordenadas UTM de la captación n° 01 .....	54
Tabla 8 Coordenadas UTM de la captación n° 02 .....	55
Tabla 9 Coordenadas UTM de la captación n° 03 .....	56
Tabla 10 Coordenadas UTM de la captación n° 04 .....	57
Tabla 11 Parámetros de control del agua potable .....	60
Tabla 12 Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico de cada captación	61
Tabla 13 Principales enfermedades reportados en el Centro Poblado San Juan de Cacazu .....	62
Tabla 14 Insumos para la construcción de los filtros de carbón activo granular .....	63
Tabla 15 Materiales para la construcción de los filtros de carbón activo granular .....	67
Tabla 16 Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular 1ra semana .....	71
Tabla 17 Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular 2da semana.....	75
Tabla 18 Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular 3ra semana .....	78
Tabla 19 Comparación de la turbidez (NTU) .....	82
Tabla 20 Comparación del Ph a 25°C (PH) .....	83
Tabla 21 Comparación del color verdadero (UC) .....	84
Tabla 22 Comparación de los coliformes totales (NMP/100ml) .....	85
Tabla 23 Comparación de los coliformes termotolerantes (NMP/100ml) .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano de ubicación .....	20
Figura 2 Placas graníticas de carbón activado.....	31
Figura 3 Macroporos y mesoporos en los gránulos de carbón activado. ....	32
Figura 4 Carbón activo granular.....	33
Figura 5 Carbón activo granular.....	33
Figura 6 Ubicación provincial del proyecto .....	52
Figura 7 Vista panorámica del CC.PP. San Juan de Cacazu .....	52
Figura 8 Vista interna de la captación n° 01 .....	55
Figura 9 Vista interna de la captación n° 02.....	56
Figura 10 Vista interna de la captación n° 03.....	57
Figura 11 Vista interna de la captación n° 04.....	58
Figura 12 Calidad del agua según la población.....	59
Figura 13 Calidad del agua según tratamiento .....	60
Figura 14 Barril plástico de 200Lt (HDPE) .....	64
Figura 15 Abrazadera de PVC de 2" a ½.....	64
Figura 16 Tapón de PVC SAP de ½" macho .....	64
Figura 17 Adaptador de PVC SAP 2 .....	64
Figura 18 Unión PVC SAP 2" con rosca .....	65
Figura 19 Adaptador P/tanque hidro 3 de 1 ½" C/R .....	65
Figura 20 Reducción campana PVC de 2" a 1 ½ .....	65
Figura 21 Cinta teflón de ½ .....	66
Figura 22 Cono de pabilo .....	66
Figura 23 Tubo PVC SAP 2" x 5m C – 7.5.....	66
Figura 24 Piedra grande o grava.....	67
Figura 25 Piedra mediana o gravilla .....	68
Figura 26 Arena gruesa.....	68
Figura 27 Arena fina .....	68
Figura 28 Carbón activo granular.....	69
Figura 29 Construcción de los filtros de carbón activo granular .....	70
Figura 30 Instalación de los filtros de carbón activo granular .....	71
Figura 31 Turbidez en la 1ra semana con carbón activo granular .....	72

Figura 32 Ph a 25°C (PH) en la 1ra semana con carbón activo granular .....	73
Figura 33 Color verdadero (UC) en la 1ra semana con carbón activo granular .....	73
Figura 34 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 1ra semana con carbón activo granular .....	74
Figura 35 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 1ra semana con carbón activo granular .....	74
Figura 36 Turbidez en la 2da semana con carbón activo granular .....	76
Figura 37 Ph a 25°C (PH) en la 2da semana con carbón activo granular .....	76
Figura 38 Color verdadero (UC) en la 2da semana con carbón activo granular .....	77
Figura 39 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 2da semana con carbón activo granular .....	77
Figura 40 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 2da semana con carbón activo granular .....	78
Figura 41 Turbidez en la 3ra semana con carbón activo granular .....	79
Figura 42 Ph a 25°C (PH) en la 3ra semana con carbón activo granular .....	80
Figura 43 Color verdadero (UC) en la 3ra semana con carbón activo granular .....	80
Figura 44 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 3ra semana con carbón activo granular .....	80
Figura 45 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 3ra semana con carbón activo granular .....	81

## RESUMEN

La presente investigación denominada “Efectos del carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC. PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica”, tuvo como problema: ¿De qué manera influye el carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?, de igual manera el objetivo principal fue: Determinar la influencia del carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica, y la hipótesis general fue: El carbón activo granular influye de manera positiva en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica, con respecto a la metodología el método de investigación fue el Método Científico, el tipo de investigación utilizado será la aplicada, de nivel descriptivo explicativo y diseño es el cuasi experimental, con la que respecta a la población: para el estudio la población estará conformada por los manantiales ubicados en el CC.PP San Juan de Cacazu y la muestra estará conformada por los tres manantiales que abastecen de agua al CC.PP San Juan de Cacazu, todo esto no lleva a la conclusión:

Donde se determinó el efecto del carbón activo granular en la calidad de agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu en el distrito de Villa Rica de la cual se concluye que elimina la contaminación microbiológica y de compuestos tóxicos debido a la turbidez, aumenta el ph del agua permitiendo que se vuelva más alcalina, pero no llega a 7ph el cual vendría a ser un valor neutro, no modifica el color verdadero, reduce los coliformes totales y coliformes termotolerantes eliminando la presencia de aguas negras y excremento causadas por macroorganismos y bacterias fecales evitando las enfermedades diarreicas al ser consumida.

**Palabras claves:** carbón activado, agua potable, salubridad

## ABSTRACT

The present research called “Influence of granular active carbon on the quality of drinking water in the CC. PP San Juan de Cacazu – district of Villa Rica”, had as its problem: How does granular active carbon influence the quality of drinking water of the CC.PP San Juan de Cacazu – district of Villa Rica?, in the same way The main objective was: Determine the best structural system for adequate earthquake-resistant performance of a multi-family building in the city of Jauja, and the general hypothesis was: Granular active carbon positively influences the quality of drinking water at CC.PP San Juan de Cacazu – district of Villa Rica, with respect to the methodology, the research method was the Scientific Method, the type of research used will be applied, with a descriptive explanatory level and the design is quasi-experimental, with respect to the population : for the study the population will be made up of the springs located in the CC.PP San Juan de Cacazu and the sample will be made up of the three springs that supply water to the CC.PP San Juan de Cacazu, all this does not lead to the conclusion:

Where the influence of granular active carbon on the quality of drinking water of the San Juan de Cacazu Population Center in the district of Villa Rica was determined, from which it is concluded that it eliminates microbiological contamination and toxic compounds due to turbidity, increases the pH of the water allowing it to become more alkaline, but it does not reach 7ph which would be a neutral value, it does not modify the true color, it reduces total coliforms and thermotolerant coliforms, eliminating the presence of sewage and excrement caused by macroorganisms and fecal bacteria avoiding diarrheal diseases when consumed.

**Keywords:** activated carbon, drinking water, health

## INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Salud, 2011, menciona que: El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sinnúmero de enfermedades a niños y adultos.

Mojica, Gómez, Rincón, Blanco, Giraldo y Moreno, 2012, indican que los procesos de urbanización e industrialización que se han realizado en forma general en todos los países y que han aportado grandes beneficios a la población, han generado también serios problemas ambientales como: la alteración de los ecosistemas, el manejo inadecuado de recursos naturales, la contaminación ambiental y daños a la salud humana.

Un claro ejemplo de contaminación es la presencia de compuestos orgánicos en fuentes hídricas, los cuales representan un serio peligro para el medio ambiente y en particular para la salud humana. La gran mayoría de ellos son tóxicos, cancerígenos y resistentes a la biodegradación natural.

De la misma manera se dice que estos compuestos se pueden eliminar del agua mediante varios procesos, dentro de los cuales se destaca la adsorción sobre carbón activado, que es una tecnología disponible para eliminar contaminantes orgánicos como: solventes aromáticos, surfactantes, compuestos fenólicos, pesticidas, herbicidas, aminas aromáticas y alifáticas y colorantes orgánicos solubles, desde soluciones acuosas, el presente trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

**Para el capítulo I:** Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación práctica y metodológica y, por último, la delimitación espacial y temporal.

**Para el capítulo II:** Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual.

**Para el capítulo III:** Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio y técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

**Para el capítulo IV:** Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.

**Para el capítulo V:** Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

El Autor:

## **CAPÍTULO I:**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

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

En la región de Pasco, CC. PP SAN JUAN DE CACAZU – DISTRITO DE VILLA RICA, es una zona eminentemente agrícola, donde los pobladores son de bajos recursos económicos y no hay inversión del estado por lo que carece de agua potabilizada, por lo que se ven expuestos a contraer enfermedades, intoxicaciones, diarreas entre otros, siendo la población más vulnerable los menores de edad, y adultos mayores.

Hoy en día, se usa comúnmente para limpiar el agua para uso doméstico e industrial eliminando el sabor, el olor, el color y otros contaminantes orgánicos. También se utiliza en la industria farmacéutica y médica, en la recuperación de solventes, en el control de la contaminación ambiental y en la eliminación del color de diferentes esencias de azúcar.

El carbón activado encuentra aplicaciones en diversos campos como la medicina, el tratamiento de aguas, la eliminación de sabores y olores, el blanqueo en el sector azucarero, las mascarillas para la adsorción de gases nocivos y la recuperación o eliminación de compuestos orgánicos. como colorantes, disolventes o compuestos orgánicos nocivos en el agua, en la eliminación de cloro libre del agua potable, en la eliminación de ozono del agua potable, en la eliminación de geosminas, antracina, simazina y dioxinas, en el proceso de purificación del aire, en la industria química y farmacéutica, en el proceso de purificación de gases, en la aplicación de supercondensadores, en la decoloración de vinos, jugos y vinagres.

Es casi difícil determinar el momento exacto de la historia de la humanidad en el que se utilizaron por primera vez compuestos de carbón activado. Lo cierto es que adsorbentes como el carbón vegetal o la madera parcialmente quemada ya se utilizaban antes de la aparición de lo que hoy

conocemos como carbones activados, es decir, carbones con una estructura porosa muy desarrollada.

Hay dos realidades acerca de las plantas de tratamiento de agua municipales: las de países "desarrollados" y las de países "en desarrollo". En el primero, prácticamente todas las plantas se tratan con carbón activado. En este último caso, se utiliza con mayor frecuencia cuando surgen problemas de gusto y olor. Los primeros emplean carbón activado para limpiar el agua ya que últimamente se ha descubierto que casi ningún río, lago o pozo tiene agua libre de contaminantes orgánicos artificiales. Por otra parte, los datos sugieren que estas sustancias, incluso en cantidades extremadamente bajas, acaban provocando graves problemas de salud.

Dado que las 52 familias que integran el CC.PP San Juan de Cacazú tienen acceso a un sistema de agua no purificada, que su consumo genera enfermedades gastro intestinales, desnutrición, afectando la salud de la comunidad, por lo que el uso de filtros de carbón activado mejorará inmediatamente su calidad de vida, sin recibir ningún tipo de atención médica fundamental, haciéndolo apto para el consumo humano.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera influye el carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?

### **1.2.2. Problemas específicos**

a) ¿Como elaborar los filtros de carbón activo granular para las captaciones de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?

- b) ¿Como es el efecto de las propiedades físicas y químicas del agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?
- c) ¿Como es el efecto de las propiedades biológicas del agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Practica Social**

El estudio actual permitirá la aplicación de estas tecnologías en el campo del tratamiento de agua, incluido el refinamiento de aguas residuales tratadas, declaraciones de agua, purificación de aguas subterráneas y purificación del flujo final de las estaciones de tratamiento de agua potable de ETAP.

Existen varios métodos para producir carbón activado, pero la activación térmica es el más utilizado. Se utiliza a escala industrial en EE.UU., Reino Unido, Francia, Alemania, y Holanda, entre otras naciones. Con el 40% de la producción mundial destinada a este producto, es el producto más importante.

#### **1.3.2. Científica o Teórica**

La información recopilada, analizada y procesada ayudará en esta investigación y otros estudios similares sobre la salud de la población del centro poblado de San Juan de Cacazú. Estos estudios se basan en el esfuerzo de mejorar la comprensión de las preocupaciones en cuestión o de encontrar explicaciones novedosas que complementen o modifiquen el conocimiento actual.

### 1.3.3. Metodológica

Para el desarrollo del proyecto se tomarán en consideración las normas vigentes del reglamento de edificación peruano y las normas existentes, que describen todos los requerimientos particulares de las edificaciones en el distrito de Villa Rica de la provincia de Oxapamapa.

## 1.4. Delimitación

### 1.4.1. Espacial

El presente estudio se realizó en el departamento de Pasco, provincia de Oxapampa, distrito de Villa Rica y centro poblado de San Juan de Cacazú.



Figura 1 Plano de ubicación

Fuente Google earth

#### 1.4.2. **Temporal**

La presente investigación se desarrolló entre los meses enero del 2024 hasta junio del 2024.

#### 1.4.3. **Geográfica:**

La presente investigación, tuvo como delimitación geográfica de la siguiente manera:

- Departamento: Pasco
- Provincia: Oxapampa
- Distrito: Villa Rica
- Lugar: CC.PP San Juan de Cacazu

#### 1.5. **Limitaciones**

El hecho de que no pudimos encontrar mucho material local sobre el tema nos llevó a recurrir a la literatura extranjera, donde encontramos diferencias notables con las normas técnicas peruanas. Esta es una de las limitaciones del estudio.

#### 1.6. **Objetivos**

##### 1.6.1. **Objetivo general**

Determinar la influencia del carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.

##### 1.6.2. **Objetivos específicos**

- A.** Determinar la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico sin carbón activo granular del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.
  
- B.** Elaborar filtros de carbón activo granular para mejorar la calidad de agua potable del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.
  
- C.** Determinar la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Nacionales**

a) Infante, (2017) realizó la investigación “CARBÓN ACTIVO GRANULAR EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE” en la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, con la finalidad de optar el título profesional de ingeniero civil. La presente investigación Este estudio se propuso conocer cómo se podría utilizar el carbón activo granular para mejorar la calidad del agua potable de tres manantiales del caserío Maraynillo, que abastece y beneficia a 79 familias del caserío Rosariorco, ambos en la provincia del distrito de Cajamarca. de Baños del Inca. Con base en la muestra estándar (afluente), la turbiedad disminuyó a 2,54%; se encontró que los valores de color reales eran inferiores al límite cuantitativo de los procedimientos de laboratorio reconocidos; En la primera semana, el pH a 25° C aumentó a 159,58%, volviéndose menos básico y más alcalino que el valor óptimo de 7; El filtro funciona bien reduciendo el valor de coliformes totales mediante Los coliformes termotolerantes funcionan eficazmente, bajando del 100% al 0% en todas las muestras obtenidas, obteniendo agua libre de coliformes tanto totales como termotolerantes. Esto se logra bajando el porcentaje de coliformes totales del 100% al 29,11% en la primera semana

en la cuenca 1, al 30,30% en la segunda semana en la cuenca 3 y al 0% en la última semana.

b) Noboa, (2018) realizó la investigación “DISEÑO DE UN FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO PARA LA REMOCIÓN DE CLORO LIBRE RESIDUAL DEL AGUA POTABLE PARA USO EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA”, en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, para decidir utilizar el título profesional de ingeniero civil. Este estudio comparó la eficacia de dos tipos de carbón activado comercial y encontró que este último tenía una efectividad del 98% en la eliminación del cloro libre residual. También sugirió que la instalación de filtros de carbón activado se realice como último paso en el proceso de tratamiento del agua, ya que hacerlo significaría que el agua no estaría protegida de la contaminación microbiana durante las etapas restantes del proceso.

c) Caracela, (2017) realizó la investigación “EFECTO DEL CARBÓN ACTIVADO DE LENTEJA DE AGUA (*Lemna sp.*) EN LA REMOCIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA EN LA INDUSTRIA DE BEBIDAS” en la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, para decidir utilizar el título profesional de ingeniero civil. Los objetivos son determinar la capacidad de adsorción de cloro residual del agua utilizando carbón activado de lenteja de agua (*Lemna sp.*) según el tamaño de partícula y evaluar las características fisicoquímicas del carbón activado producido por el método químico. La investigación fisicoquímica del carbón arrojó datos que se encontraron dentro de los rangos permitidos por el PNT: humedad (5,74%), contenido de cenizas (8,98%), materia volátil (10,10%), carbón fijo (81,02%), densidad aparente (0,46g/ cm<sup>3</sup>) y pH (7,6). Con un tamaño de partícula de 0,070 mm, el carbón activado demostró una mayor adsorción de cloro residual, eliminando el 98,95 0% de 11.760 ml. L-1 de cloro residual y 0,1

g de carbón activado en peso, adecuado superior al marco de Langmuir. Un peso de 0,1 g de carbón activado se ajustaba mejor al modelo, arrojando una correlación más alta de  $R^2$  de 0,9595. El porcentaje de eliminación de cloro residual para los tamaños de partícula de 0,160 mm y 0,315 mm fue de 97,01% y 94,71%, respectivamente. Freundlich arrojando, respectivamente, valores de  $R^2$  de 0,9661 y 0,9164.

### 2.1.2. Internacionales

- a) **Sánchez y Yadira, (2022)** realizaron la investigación “ELABORACION DE UN FILTRO A BASE DE CARBON ACTIVADO OBTENIDO DEL ENDOCARPO DE COCO CON EL PROPOSITO DE REDUCIR LA DUREZA EN EL AGUA POTABLE” en la UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, para decidir utilizar el título profesional de ingeniero civil. Además de optimizar un recurso que se considera un desperdicio en el país, como el endocarpio del coco, la investigación actual ofrece una forma alternativa de reducir la concentración de compuestos minerales (cloro, calcio y magnesio) que se encuentran en el agua potable. Para ello, se propuso un filtro a base de carbón activado, que se obtiene carbonizando el endocarpio de un coco, y se confirmó su capacidad para hacerlo. potable. Entre julio y septiembre del año dos mil trece se realizó el examen. Se midieron la dureza total (calcio y magnesio), el cloro residual y el pH. en diez muestras de agua potable que fueron utilizadas en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Utilizando un filtro compuesto de carbón activado procedente del endocarpio de coco, se realizaron análisis del agua potable antes y después del tratamiento. Finalmente, se comparó los resultados de los análisis con los límites superior e inferior especificados en la Norma Salvadoreña Obligatoria para el Agua Potable.

- b) **Pilamonta, (2020)** realizo la investigación “MEJORAMIENTO DEL CARBÓN ACTIVADO CONTAMINADO EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE” en la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, para decidir utilizar el título profesional de ingeniero civil. Los resultados de la evaluación físico-química de las muestras de carbón usado recolectadas se utilizaron para determinar el tipo de partícula a utilizar para la regeneración. Las condiciones de activación, como la concentración de ácido, la temperatura y el tiempo de activación química, se cambian para aumentar la capacidad de adsorción del carbono. Se descubre que un 30% en peso de ácido fosfórico, 115°C y seis horas de exposición al ácido son los parámetros ideales para la regeneración química. Las isotermas de adsorción que se obtuvieron muestran que los adsorbatos como el azul de metileno y el verde de bromo cresol exhiben una actividad de adsorción mejorada. Sus características de adsorción son similares a las de una isoterma de Langmuir, con la excepción del adsorbato de naranja de metilo. Cuando se evalúa el carbón regenerado, la cantidad de cloro libre en el agua potable se reduce a 0 mg, lo que equivale al efecto de un carbón activado fresco.
- c) **Lazo, (2021)** realizo la investigación “OPERACIONES Y PROCESOS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARBON ACTIVADO A PARTIR DE LA CÁSCARA DE COCO” en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHILE, para decidir utilizar el título profesional de ingeniero civil. Al utilizar la técnica de activación química, se activa con reactivos químicos como cloruro de zinc, hidróxido de potasio, ácido fosfórico y ácido sulfúrico. Luego se calcina en una mufla entre 500 y 1000 oC para producir un carbón hidrófilo con poros más anchos que es apropiado para aplicaciones en fase líquida. Para la prueba de filtración se utilizó una solución turbia superior a 1000 NTU y los resultados mostraron que se podía obtener una filtración de hasta

2,29 NTU. determinar que el esfuerzo de investigación produjo resultados fructíferos.

## **2.2.Marco conceptual**

### **2.2.1. Agua potable:**

Maskew, 2002, Mencionan que el agua debe tener buen sabor y ser pura para satisfacer la sed del hombre. Por ello, no debe contener organismos nocivos, compuestos tóxicos ni sustancias no deseadas para el organismo, pero también debe ser visualmente atractivo.

Los brotes periódicos de fiebre entérica, relacionados con el suministro de agua potable, plantearon una grave amenaza cuando aparecieron por primera vez los suministros comunitarios de agua en los países menos desarrollados. El agua debe ser microbiológicamente segura para su uso en la industria y el hogar para que se considere aceptable y beneficiosa en general. Sin embargo, señalan que incluso en la actualidad, las fallas humanas y tecnológicas pueden disminuir las barreras establecidas contra la infección y contaminar los suministros de agua que durante mucho tiempo se han aceptado como seguros. Por esta razón, la gestión del agua sigue siendo el deber más crucial e incuestionable de las autoridades pertinentes, desde los ingenieros y el personal general hasta los recién contratados.

### **2.2.2. Química del Agua:**

Las aguas que se encuentran en la naturaleza nunca son totalmente puras. Recogen una variedad de contaminantes, tanto disueltos como en suspensión, durante su precipitación y como resultado de su peso sobre el suelo o a través de él (Maskew 2002). Afirman que estos compuestos rara vez se ven en

cantidades potentes según los estándares químicos convencionales. Su magnitud suele acercarse a unas pocas milésimas del 1% o menos. Sin embargo, pueden alterar significativamente la composición química y las cualidades funcionales del agua.

Como resultado, cuando se habla de suministro de agua y tratamiento de aguas residuales, la palabra "química del agua" se refiere a las características químicas de las soluciones acuosas que pueden comprender cualquier número de compuestos diferentes.:

- Descubiertos en arroyos naturales como contaminantes.
- Añadido al tratar el agua.
- Recolectados mientras el agua circula a través de tubos u otros conductos.
- Agua como consecuencia de sus diversas aplicaciones, que hacen que se convierta en agua residual de viviendas, comercios o municipios.

Desde una perspectiva de ingeniería, las sustancias químicas de interés incluyen compuestos orgánicos complejos, tanto naturales como artificiales, que ingresan a arroyos o llegan a campos y bosques. También pueden incluir gases disueltos, sales y otros compuestos inorgánicos. basura de industrias y municipios (Maskew, 2002).

### 2.2.3. **Solución y suspensión de impurezas:**

(Maskew, 2002), tenga en cuenta que se pueden utilizar las siguientes categorías generales para clasificar los contaminantes en el agua: 1) sólidos suspendidos; 2) coloides; y 3) solutos, dependiendo del tamaño de las partículas más finas y del grado de dispersión.

Estrictamente hablando, se considera que los materiales están en suspensión cuando son lo suficientemente espesos como

para ser eliminados por retención sobre papel de filtro o la capa de asbesto de un crisol Gooch (sólidos filtrables), o por sedimentación (sólidos sedimentados). Para esta clase de material, el límite inferior del rango de tamaño varía ligeramente según el tamaño y la densidad de las partículas, de 0,1 a 1  $\mu$  ( $1 \mu = 10^{-4}$  cm). Este límite también indica el límite inferior del rango de longitud de onda de la luz visible de 0,4 a 0,8  $\mu$ , que está cerca del tamaño de la bacteria.

#### 2.2.4. **Ajuste de pH:**

En 2012, Galvín ha demostrado que dependiendo del resultado deseado se puede conseguir añadiendo reactivos químicos básicos (NaOH, Ca (OH)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) o ácidos (HCl, H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) para bajar el pH o filtrando a través de productos alcalinotérreos. como mármol, dolomitas y otros productos sintéticos (que también varían el equilibrio de carbono del agua). Por último, la neutralización recíproca de efluentes con propiedades ácido-base opuestas puede resultar útil en este campo.

#### 2.2.5. **Carbón Activado:**

Como sugiere el nombre, el carbón activado es una sustancia que ha sido carbonizada y puede ser de base vegetal o mineral. Toda materia carbonizada tiene cualidades adsorbentes, por eso se le llama activada. Sin embargo, este tipo particular de carbono tiene capacidades únicas debido a su estado de activación, lo que aumenta en gran medida su capacidad para adsorber sustancias químicas específicas (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2017).

El carbón activado es un tipo de carbón fabricado para el mercado industrial con una elevada superficie interna. Esto le permite retener una amplia gama de productos químicos en su

superficie, tanto en solución como en fase gaseosa (Rodríguez y Molina, 2017).

(Rincón, 2014), Como sugiere el nombre, el carbón activado es una sustancia que ha sido carbonizada y puede ser de base vegetal o mineral. Toda materia carbonizada tiene cualidades adsorbentes, por eso se le llama activada. Sin embargo, este tipo particular de carbono tiene capacidades únicas debido a su estado de activación, lo que aumenta en gran medida su capacidad para adsorber sustancias químicas específicas.

El carbón activado es un tipo de carbón fabricado para el mercado industrial con una elevada superficie interna. Esto le permite retener una amplia gama de productos químicos en su superficie, tanto en solución como en fase gaseosa. (Maskew, 2002).

El carbón activado granular suele tener un diámetro de 0,1 a 1 mm, similar a la arena filtrante. El carbón activado que se ha molido hasta convertirlo en polvo generalmente se tritura de modo que el 50% pueda pasar a través de una malla de 300 y el 95% pueda pasar a través de una malla de 200, o de 50 a 75, respectivamente. La razón de la enorme capacidad de absorción es que un pie cúbico (28–311) de carbón activado sólido en forma de partículas tiene una superficie exterior y un área de poros combinadas de casi 10 millas cuadradas, y una libra (454 gramos) de carbono activado finalmente dividido. El carbono contiene aproximadamente  $10^{13}$  partículas. (25,9 km<sup>3</sup>) el agua en que se encuentra suspendida (Maskew, 2002).

#### **2.2.6. Clasificación de los diferentes tipos de carbón activado:**

Un grupo de carbonos porosos que se producen sintéticamente mediante un proceso de carbonización y que tienen un alto grado de porosidad y superficie interna se denominan colectivamente carbón activado.

Es una sustancia hecha de carbón amorfo que se ha activado para crear poros internos que pueden expandir su superficie hasta 300 veces, lo que le permite alcanzar áreas de 1200 a 1500 m<sup>2</sup>/g de carbón. (EPS, 2017).

La disposición o estructura de un átomo constituye la distinción básica entre los diferentes tipos de carbono. Las placas gráficas se forman cuando estas se unen en el caso del carbón activo, como se muestra en la siguiente figura. (EPS, 2017).

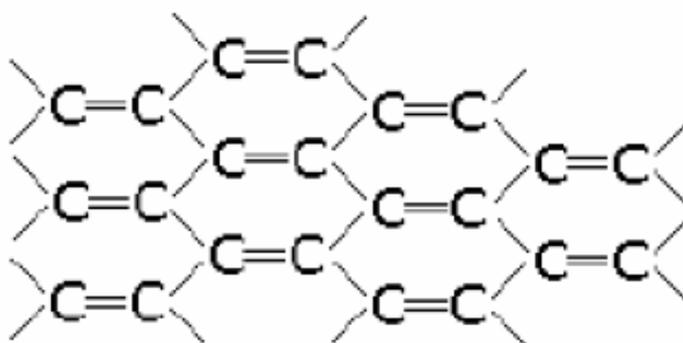


Figura 2 Placas gráficas de carbón activado.

Fuente: Escuela Politécnica superior, 2017.

Debido a su separación y diferentes orientaciones, las placas tienen agujeros entre ellas llamados poros, que son los que le dan al carbón activado su propiedad principal de tener una gran superficie y una alta capacidad adsorbente. La mayoría de los carbones activados comerciales tienen una superficie de 500 a 1500 m<sup>2</sup>/g. (EPS, 2017).

Según (Ojedas,2011) La superficie activa de un gramo de carbón activado equivale al área de un campo de fútbol, con una superficie activa de 1.000 a 1.200 m<sup>2</sup>/gr.



Figura 3 Macroporos y mesoporos en los gránulos de carbón activado.

Fuente: Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de agua, 2017.

Además, el carbón puede eliminar hasta 60 gramos de contaminantes por cada 100 gramos de carbón activado si tiene una gran afinidad por la adsorción de un compuesto en particular. Como resultado de estas propiedades, se ha sugerido que el uso de carbón vegetal es la tecnología más avanzada disponible actualmente para eliminar contaminantes tanto del aire como del agua. (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2017).

Cuando el carbono y el vapor de agua se mezclan, el carbono se escapa en forma de monóxido de carbono e hidrógeno, dejando la estructura del material muy porosa. Varias variables, incluido el pretratamiento químico aplicado al material, la fuente del material utilizado para fabricar carbón activado, la temperatura a la que se produce la activación y otras, afectan la forma, el tamaño y el tipo de porosidad que se forma. (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2017).

La activación química es otro método que puede proporcionar carbón. El material que se va a carbonizar (como cáscaras de nueces o cocos o aserrín de madera) primero se sumerge en una solución de ácido fosfórico y luego se carboniza a 500 °C en este método de activación. (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2017).

Podemos clasificar el carbón activo en granular y polvo, dependiendo del tamaño de grano del mismo (grano grueso o grano fino) (EPS, 2017).



Figura 4 Carbón activo granular.

Fuente: Escuela Politécnica Superior, 2017.



Figura 5 Carbón activo granular.

Fuente: Escuela Politécnica Superior, 2017.

## 2.2.7. Características físico – químicas:

### 2.2.7.1. Composición química:

(La Escuela Politécnica Superior, 2017) afirma que una amplia gama de materiales que difieren significativamente en su granulometría y estructura interna (superficie específica y diferenciación de poros) se denominan "carbón activo".

En términos de composición química, el carbón activado, el diamante, el grafito, el negro de carbón y

diferentes carbones minerales o de madera son esencialmente carbón puro. La adsorción es un fenómeno fisicoquímico mediante el cual un sólido denominado adsorbente captura moléculas específicas llamadas adsorbatos dentro de sus paredes de un líquido o gas. Todos ellos tienen esta característica. (EPS, 2017).

De manera similar, la composición química del carbón activado consta de aproximadamente entre un 75% y un 80% de carbono, entre un 5% y un 10% de cenizas, entre un 60% y un 80% de oxígeno y entre un 5% y un 5% de hidrógeno.

#### **2.2.7.2. Estructura física:**

La estructura microcristalina del carbón activo es similar a la del grafito. La estructura que presenta el carbón activado generalmente da como resultado una variedad bien definida de tamaños de poro. Por tanto, en función de su radio, se pueden identificar tres tipos diferentes de poros: macroporos ( $r > 25$  nm), mesoporos ( $25 > r > 1$  nm) y microporos ( $r < 1$  nm). (EPS, 2017).

#### **2.2.8. Aplicaciones del carbón activado:**

Las aplicaciones del carbón activado se basan en dos propiedades esenciales: baja selectividad de retención y alta capacidad. Aunque la porosidad y la distribución del tamaño de los poros son factores importantes, la gran superficie interior del material es la causa principal de su alta capacidad de eliminación de sustancias. Las moléculas grandes, como colorantes o coloides, deben retenerse, y el acceso y la rápida difusión de las moléculas a la superficie interna del sólido se facilitan por la presencia de mesoporos (tamaños entre 2 y 50 nm) y macroporos (tamaños superiores a 50 nm). (Nuevo Méjico). En general, los microporos

(tamaños inferiores a 2 nm) le confieren una gran superficie y capacidad de retención. Por el contrario, el carbón activado es un adsorbente general con poca especificidad para un método de retención. (Rodríguez, 2017).

#### 2.2.9. **Filtro de Carbón Activado:**

(Aqueous Solutions, 2017), confirma que la adsorción es el mecanismo principal por el cual funciona el filtro de carbón. La adsorción no es lo mismo que la absorción, que se define simplemente como "absorber" o "absorber". La adsorción se refiere a un contacto superficial entre especies disueltas y carbono. Sin embargo, para ser más precisos, las impurezas se unen a las superficies de carbono mediante absorción (el proceso mediante el cual se difunden en los poros de carbono) durante el proceso de tratamiento del agua (adsorción). Como resultado de esto, el término general "sorción" se ha vuelto ampliamente utilizado. La alta superficie y porosidad del carbono ofrecen una gran cantidad de sitios reactivos para la unión de sustancias disueltas. Estos sitios reactivos pueden unirse tanto a contaminantes peligrosos específicos como a moléculas orgánicas disueltas no problemáticas. Todos los cursos de agua naturales contienen algunas sustancias orgánicas disueltas, que pueden ocupar espacios en las superficies de carbón y mantener contaminantes de interés. Las operaciones unitarias del filtro de grava y arena, que funcionan para eliminar una cantidad significativa de materia orgánica disuelta en la fuente de agua antes de que entre en contacto con el carbón, en nuestro caso ayudan a aliviar este problema con los filtros de carbón. La idea es tratar el material a fondo antes de agregar un filtro de carbón, a fin de "guardar el carbón" para la eliminación de cualquier sustancia nociva disuelta que pase por las primeras etapas del tratamiento.

(Aqueous Solutions, 2017), La retrodifusión o "lixiviación" de contaminantes de carbono en el agua, ya sea durante su existencia en el lecho filtrante o posteriormente fuera del filtro, es una preocupación

común en el filtrado de carbono. Según un estudio reciente sobre sistemas de carbón activado, se produce muy poca lixiviación del carbón gastado. Debido a que la materia orgánica natural obstruye los poros, las mediciones de la retrodifusión (contaminantes que se liberan de las superficies y salen a través de los poros) se realizan muy lentamente.

(Aqueous Solutions, 2017) En esencia, los contaminantes ingresan a los poros a través de difusión, se adhieren a las superficies internas de los poros y quedan atrapados allí por desechos orgánicos naturales que tapan los poros mientras dura el funcionamiento del filtro. Por otro lado, es poco probable que los compuestos orgánicos naturales desplacen a los contaminantes adsorbidos porque una mayor cantidad de contaminantes orgánicos fabricados se adhieren a las superficies con más fuerza que el carbono disuelto de la materia orgánica que se produce naturalmente.

(Aqueous Solutions, 2017), La calidad del carbón, las propiedades del suministro de agua y la eficiencia de los pasos de tratamiento del agua antes de que el agua ingrese al filtro afectan la duración del carbón en el filtro. Estas características tienen un alto grado de imprevisibilidad y variabilidad en el entorno de una comunidad rural en desarrollo. Se recomienda un enfoque conservador, diseñando para una cantidad de carbón mucho mayor que la tasa de utilización utilizada en sistemas sofisticados de GAC (carbón activado granulado), ya que el carbón se puede generar localmente a bajo costo. Un filtro de carbón que proporcione 300 L/día y esté construido de acuerdo con los criterios descritos a continuación debe cambiarse al menos una vez al año.

#### **2.2.10. Proceso de Activación:**

La carbonización de la materia prima y la activación del producto carbonizado son los dos pasos básicos en el proceso de obtención del carbón activado. En general, cualquier sustancia carbonosa se puede convertir en carbón activado; Las características del producto final dependen de la composición de

la materia prima, del agente activador utilizado y de los parámetros del proceso de activación (EPS, 2017).

#### 2.2.10.1. **Proceso de Activación Físicamente:**

Según la Escuela Politécnica Superior, 2017, Para lograr una deshidratación y desvolatilización controlada, el proceso comienza con la etapa de carbonización, que da como resultado un carbón con un alto porcentaje de carbono fijo y una estructura porosa inicial. El proceso de carbonización implica la eliminación parcial de componentes no carbonosos incluidos en la materia prima, como hidrógeno y oxígeno, mediante pirólisis. Esto da como resultado la organización de los átomos de carbono en formaciones microcristalinas llamadas cristalitas de grafito elemental. Debido a su disposición asimétrica, estos microcristales tienen espacios vacíos entre ellos. El carbón amorfo, los alquitranes y otros materiales que quedan de la descomposición pirolítica del material de celulosa obstruyen estos huecos o intersticios, debido a esto, los carbonos creados durante la carbonización tienen una capacidad de absorción limitada; el paso de activación aumenta esta capacidad. (EPS, 2017).

#### 2.2.10.2. **Proceso de Activación Químicamente:**

Según (EPS, 2017). Este es un método de un solo paso que implica calentar una mezcla de material de partida y agente activador en una atmósfera inerte. Las sustancias más utilizadas son el ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), el cloruro de zinc ( $ZnCl_2$ ) y el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), aunque también se han utilizado otras sustancias, como los sulfuros y tiocianatos de potasio, los cloruros de calcio y magnesio

y los hidróxidos de metales alcalinos. Todo depende de la materia prima original que se utilizará y de la cantidad deseada de poros de un tipo particular.

#### 2.2.11. **El carbón activo granular:**

Según Prias, 2005, El carbón activado granular está formado por gránulos de formas irregulares que se colocan dentro de un recipiente y se hacen circular a través del líquido o gas que necesita ser tratado. Se producen diferentes tamaños de carbón activado granular. Un carbón de 8x30, por ejemplo, tiene partículas que pasan por la malla 8 pero no por la malla 30. El estándar americano (U.S. Std.Sieve) es la especificación de malla más utilizada. El número de aberturas por pulgada lineal es el mismo que el número de malla. La tabla muestra que las partículas en un carbón de 8x30 varían en tamaño de 0,595 a 2,38 mm.

Si bien las partículas de carbono más pequeñas funcionan mucho más rápidamente, también provocan una mayor reducción de la presión en el fluido tratado. En primer lugar, lo hace acelerando y facilitando el acceso del adsorbato a la superficie interior del carbono. Una pieza de 8 x 30 de carbón activado granular comercial normalmente se adsorbe dos veces más rápido que una pieza de 12 x 40, para darle una idea del impacto que tiene el tamaño de las partículas en la cinética de adsorción.

Algunos de los rangos de tamaño más populares en diversas aplicaciones se enumeran en la Tabla No. 1. La última razón para no usar diámetros más pequeños es el costo de vender la caída de presión o la presión disponible para el flujo a través del lecho de carbón. En cualquier caso, dependiendo de las características y limitaciones de cada proceso, es posible que se opten por tamaños menores o mayores de lo habitual.

Tabla 1

Rangos típicos de tamaño de carbón activado granular para distintas aplicaciones.

APLICACIÓN	GRANULOMETRIAS
Tratamiento de agua y de líquidos en general, a nivel industrial y municipal	8x30, 12x40, 14x30, 14x40
Purificadores de agua caseros.	12x40, 14x40, 20x50
Acondicionamiento de aire, purificación de gases (como CO <sub>2</sub> , He, acetileno), recuperación de vapores de solventes, campanas para cocinas.	4x6, 4x8, 4x10
Mascarillas de gases.	12x20
Recuperación de oro.	6x12, 6x16, 8x16, 10x20
Boquillas de cigarros.	6x14, 12x20, 20x50

Fuente: Prias, 2005.

#### 2.2.12. Reactivación del carbón activo:

Cuando se agota la capacidad de adsorción del carbón activado, la aplicación de carbón activado no puede justificarse económicamente a menos que esté disponible un método confiable para la regeneración y recuperación. Cuando la materia orgánica se oxida y luego se elimina de la superficie del carbón en un horno, el carbón activado granular se puede regenerar fácilmente. Durante este procedimiento se daña entre un cinco y un diez por ciento del carbón, por lo que es necesario sustituir el carbón destruido por carbón virgen o nuevo. Es importante señalar que el carbón regenerado tiene una capacidad de adsorción algo menor que el carbón virgen (Manual del carbón activo, 2017).

Sin embargo, la desorción puede ocurrir muy lentamente y es posible que el carbón no recupere toda o casi toda su capacidad inicial. Por el contrario, la quimisorción implica un resultado químico final: las moléculas retenidas por este mecanismo adicional se liberarán con configuraciones moleculares completamente diferentes a las que poseía inicialmente el adsorbato. Ciertas moléculas inorgánicas precipitan y se

depositan en la superficie del carbón incluso si no han sido adsorbidas; Estas moléculas no se pueden eliminar utilizando las mismas técnicas que las moléculas adsorbidas físicamente (Prias, 2005).

Hay tipos de reactivación:

- Reactivación con vapor de agua.
- Reactivación con gases calientes.
- Reactivación térmica.
- Reactivación con ácido.
- Reactivación mediante la modificación del pH en solución acuosa.
- Reactivación biológica.
- Reactivación térmica a vacío.

### **2.2.13. Adsorción con carbón activo:**

#### **2.2.13.1. Diferencias entre adsorción y absorción:**

La adsorción es el proceso por el cual un material se adhiere a una superficie; en este caso, el material se adhiere a la superficie interior del carbón activado. La absorción es el proceso por el cual un material es absorbido en un medio diferente. La absorción es el proceso por el cual un gas es absorbido hacia una solución (EPS, 2017).

#### **2.2.13.2. Capacidad de adsorción de un carbón:**

(La Escuela Politécnica Superior, 2017), afirma que los datos de isoterma se pueden utilizar para evaluar la capacidad de adsorción de un carbono. Se puede producir un gráfico similar al de la siguiente figura si se muestran

los datos de la isoterma. Extendiendo la isoterma hasta la unión con la línea vertical trazada por el punto correspondiente a la concentración inicial  $C_0$  en este gráfico, se puede determinar la capacidad de adsorción del carbono. Luego se puede leer el valor  $(x/m)_{C_0}$  que corresponde a  $C_0$  en el eje de ordenadas del gráfico, ese punto.

Una vez alcanzado el punto de equilibrio con la concentración inicial del componente, la cantidad de materia adsorbida por unidad de peso de carbón activado está representada por este valor de  $C_0$   $(x/m)$ . Esto refleja la capacidad máxima de adsorción del carbón para un constituyente particular y debe satisfacerse en la parte superior de un lecho de carbón correspondiente a un tratamiento en columna de contacto. (EPS, 2017).

#### 2.2.13.3. Factores que influyen en la adsorción de compuestos presentes en el agua:

La Escuela Politécnica Superior tenemos las siguientes:

- El tipo de sustancia que debe eliminarse. Los compuestos de baja solubilidad y gran peso molecular se absorben más fácilmente.
- La concentración del compuesto que debe eliminarse. La cantidad de carbono requerida aumenta con la concentración.
- El pH del agua y la existencia de otros compuestos orgánicos que competirán entre sí por los sitios de adsorción disponibles. Por ejemplo, a un pH bajo, los químicos ácidos son más fáciles de eliminar.

Según esto podemos clasificar algunos compuestos:

Tabla 2

Compuestos con alta probabilidad de ser eliminados por el carbón activo

Anilina	Dibromo-3-cloropropano	1-Pentanol
Benceno	Dibromoclorometano	Fenol
Alcohol bencílico	1,1-Dicloroetileno	Fenilalanina
Ácido benzoico	Cis-1,2-Dicloroetileno	Ácido o-ftálico
Bis(2-cloroetil)éter	trans-1,2-Dicloroetileno	Estireno
Bromodichlorometano	1,2-Dicloropropano	1,1,2,3-Tetracloroetano
Bromoformo	Etileno	Tolueno
Tetracloruro de carbono	Hidroquinona	1,1,1-Tricloroetano
1-Cloropropano	Metil Isobutil Ketona	Tricloroetileno
Clorotoluron	4-Metilbencenamina	Acetato de vinilo

Fuente: Escuela Politécnica Superior, 2017.

Tabla 3 Compuestos con probabilidad moderada de ser eliminados por el carbón activo

Ácido acético	Dimetoato	Metionina
Acilamida	Etil acetato	Metil-tert-butil éter
Cloroetano	Etil éter	Metil etil Ketona
Cloroformo	Freón 11	Piridina
1,1-Dicloroetano	Freón 113	1,1,2-Tricloroetano
1,2-Dicloroetano	Freón 12	Cloruro de vinilo
1,3-Dicloroetano	Glifosato	
Dikegulac	Imazipur	

Fuente: Escuela Politécnica Superior, 2017.

Tabla 4 Compuestos cuya eliminación no es probable que el carbón activo sea efectivo

Acetona	Cloruro de metileno
Acetonitrilo	1-Propanol
Acrilonitrilo	Propionitrilo
Dimetilformaldehido	Propileno
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
Isopropil alcohol	Urea
Cloruro de metilo	

Fuente: Escuela Politécnica Superior, 2017.

#### 2.2.14. Especificaciones de calidad:

La mayoría de los fabricantes de carbón activado siguen los procedimientos de evaluación establecidos por la ASTM de Estados Unidos. No obstante, hay otros a los que se hace referencia a menudo. A.W.W.A estadounidense y la DIN de Alemania son entre ellas, entre otras (Prías, 2005).

Los principales parámetros especificados para el carbón granular que se utiliza en el tratamiento de agua se muestran en la tabla. Algunos de ellos, como la cantidad de yodo, el contenido total de ceniza, los solubles en agua, la humedad y el pH, también se aplican al carbón activado como contaminante. (Prias, 2005).

Tabla 5 Principales parámetros con los que se especifica un carbón activado granular para el tratamiento de agua y normas de análisis”

PARAMETRO	UNIDADES EN LAS QUE SE EXPRESA	RANGO DE VALORES TÍPICOS	EJEMPLO DE UNA NORMA QUE SE APLICA
Número de yodo	mg/g de carbón	500 a 1,200	ASTM D-4607
Área superficial	m <sup>2</sup> /g	500 a 1,200	Adsorción de N <sub>2</sub> (método BET) ASTM D-3037
Radio medio de poro y volumen total de poro	nm y cm <sup>3</sup>	0.7 a 500.0 y 0.2 a 1.0	Porosimetría con mercurio y adsorción de N <sub>2</sub> ASTM C-699
Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>	0.26 a 0.65	ASTM D-2854
Dureza	Adimensional	30 a 99	ASTM D-3802
Rango de tamaño de partícula	Malla estándar americana (U.S. Std Sieve)	4x8 a 20x50	ANSI/AWWA B604-90
Tamaño efectivo de partícula	mm	0.4 a 3.3	ANSI/AWWA B604-90
Coefficiente de uniformidad	Adimensional	Menor a 2.1	ANSI/AWWA B604-90
Contenido de cenizas totales	% base seca	3 a 15	ASTM D-2866
Solubles en agua	% base seca	0.5 a 7	ASTM D-5029
pH de extracto acuoso	pH	2 a 11	ASTM D-3838
Humedad (al empacar)	%	2 a 15	ASTM D-2867
Longitud de semidecloración	cm	2 a 10	DIN 19603

Fuente: Prias, 2017.

### 2.3. Definición de términos:

- ❖ Agua Cruda: Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometida a procesos de tratamiento. (Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud, 2011).
- ❖ Agua: Líquido incoloro, inodoro y casi insípido, esencial para la vida animal y vegetal y el más utilizado de los disolventes. (Yadira Carrillo & Sanchez Muños, 2013).
- ❖ Agua Tratada: Cualquier agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto seguro para el consumo humano. (Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud, 2011).

- ❖ **Carbón activo/activado:** El carbón activado es un material utilizado para extraer sustancias químicas nocivas del aire y el agua contaminados. Está compuesto por gránulos de carbón negro, madera, cáscaras de nueces y otros materiales ricos en carbono. (EPA, 2012).
- ❖ **Adsorción:** Término utilizado para describir la existencia de una alta concentración de sustancias en la interfaz entre el fluido y el sólido. (García, González, Padron, Rodríguez, & Gómez, 2013).
- ❖ **Parámetros microbiológicos:** Los carbones activados son materiales porosos con una gran superficie interna, se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales como la separación y purificación de líquidos y gases. (Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud, 2011).
- ❖ **Límite máximo permisible:** los valores más altos aceptables para las métricas representativas de la calidad del agua. (Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud, 2011).
- ❖ **Carbón activo:** Los carbones activados son materiales porosos de gran superficie interna que se utilizan en muchas aplicaciones industriales, incluida la separación y purificación de gases y líquidos. (García, González, Padron, Rodríguez, & Gómez, 2013).

## **2.4.Hipótesis:**

### **2.4.1. Hipótesis general:**

El carbón activo granular influye de manera positiva en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.

### **2.4.2. Hipótesis específicas:**

- a) Existe una influencia en la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico sin carbón activo granular del cc.pp. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.
- b) Existe una variación en la calidad del agua con la implementación de los filtros de carbón activo granular para mejorar la calidad de agua potable del cc.pp. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.
- c) Existe una influencia en la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular del cc.pp. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.

#### 2.4.3. **Definición conceptual de las variables:**

##### **Variable Independiente (Filtro de carbón activo):**

El agua fluirá a través de un medio que está recubierto de varios estratos para ser aclarado y limpiado.

**Variable dependiente (Calidad del agua):** es una palabra utilizada para caracterizar las propiedades biológicas, físicas y químicas del agua. El principal factor que influye en la calidad del agua es el uso previsto. La calidad del agua puede verse afectada por estos excesos químicos, a los que se hace referencia como "nutrientes", ya que alimentan a las plantas.

#### 2.4.4. Operacionalización de las variables

Tabla 6

Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente  Filtro de carbón activo:	Espesor de estratos	Piedra grande e=25cm
		Gravilla e=5cm
		Arena gruesa e=5cm
		Carbón activo e=30cm
		Piedra grande e=25cm
Variable dependiente  Calidad del agua	Características físicas del agua potable.  Características químicas del agua potable.	Turbiedad
		Color
		Ph
	Características físicas del agua potable.	Residual de desinfectante
		Bacterias coliformes
	Características bacteriológicas del agua potable.	totales
Bacterias termotolerantes o fecales		

Fuente propia

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1.Método de investigación**

En el presente trabajo de investigación se hará uso del Método Científico en su modalidad experimental y analítica como método general. Según Ander, (1999) El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, ha cambiado el significado de la palabra “método”. Actualmente se conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que permiten al investigador alcanzar sus objetivos y aplicar sus hipótesis a través del procesamiento de datos.

### **3.2.Tipo de investigación**

A decir de Sierra (2002) El tipo de estudio de esta investigación es aplicado porque “en estos estudios se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, las cuales deben ser contrastadas mediante cálculos e iteraciones, las cuales serán llevadas a tablas estadísticas, trabajando con una muestra específica. y llegar a las conclusiones al final.

### **3.3.Nivel de investigación**

Debido a que intenta explicar las razones y efectos del uso de carbón activado en la calidad del agua potable, esta investigación cae dentro del nivel de investigación explicativa. Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2018) también aseveran, en ese orden, que este nivel tiene la cualidad de ser riguroso y complejo en el nivel fundamental, con el objetivo de confirmar las hipótesis planteadas de acuerdo con el diseño de la investigación. elegido (pág. 135).

### 3.4. Diseño de la investigación

Esta investigación fue cuasi experimental, que de acuerdo a (Hernández et al., 2014, p. 151), Debido a que intenta explicar las razones y efectos del uso de carbón activado en la calidad del agua potable, esta investigación cae dentro del nivel de investigación explicativa, también aseveran, en ese orden, que este nivel tiene la cualidad de ser riguroso y complejo en el nivel fundamental, con el objetivo de confirmar las hipótesis planteadas de acuerdo con el diseño de la investigación. elegido (pág. 135)..

Muestra	Condición experimental	Medición de evaluación
G1	X	O1
G2	(-)	O2

G1= Muestra de suelo en estado natural.

X= Adición del carbón activado.

O1= Evaluación si la adición del carbón optimiza la potabilidad del agua.

G2= Muestra del agua en su estado natural.

O2= Evaluación de las propiedades del agua en estado natural.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

Para Hernández Sampieri, (2014), “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pág. 65), Para el estudio la población estará conformada por los manantiales ubicados en el CC.PP San Juan de Cacazu.

#### 3.5.2. Muestra

Según Hernández Sampieri, et al (2014), las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un

procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones, y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población, para presente investigación se selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis, para el caso de nuestra investigación estará conformada por los cuatro manantiales que abastecen de agua al CC.PP San Juan de Cacazu.

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

Según el Ministerio de Salud (2011), las pruebas analíticas deben realizarse en instalaciones con métodos, procedimientos y técnicas adecuadamente confiables, basados en métodos estandarizados para el análisis, y deben ser supervisadas por profesionales colegiados calificados en ciencias e ingeniería. Los análisis de calidad del agua reconocidos internacionalmente garantizan que los límites de detección del método para cada parámetro o análisis sean inferiores a los valores más altos permitidos especificados en estas reglas.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Se utilizará el software Microsoft Excel para interpretar los datos recopilados en el laboratorio y crear fórmulas y tablas matemáticas que mostrarán las características físicas, químicas y biológicas del agua antes y después de haber sido tratada con filtros granulares de carbón activado.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Los resultados serán comparados mediante cuadros comparativos y gráficos para determinar los efectos del carbón activo granular en el agua que consumen los pobladores del CC.PP San Juan de Cacazu.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

### **4.1.Ubicación del proyecto**

El centro poblado San Juan de Cacazu se encuentra ubicado en la siguiente descripción:

- Departamento: Pasco.
- Provincia: Oxapampa.
- Distrito: Villa Rica.
- Lugar: CC.PP. San Juan de Cacazu.



Figura 6 Ubicación provincial del proyecto  
Fuente: Imágenes Google.

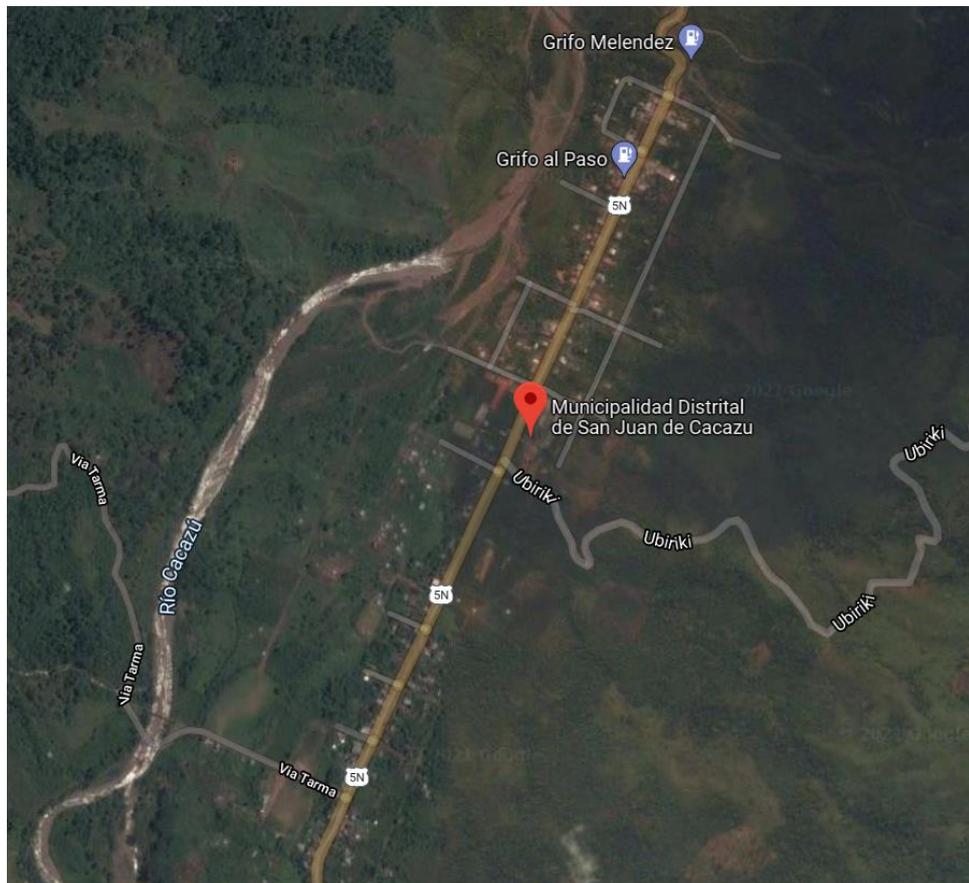


Figura 7 Vista panorámica del CC.PP. San Juan de Cacazu  
Fuente: Imágenes Google.

#### 4.1.1. **Sistema de abastecimiento de agua potable:**

El sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado San Juan de Cacazu fue ejecutado el año 2016 por la empresa Instituto Americano de la Construcción y financiado por la Municipalidad Distrital de Villa Rica, el proyecto consiste en 4 captaciones del tipo ladera de concreto armado de  $F'c=175\text{Kg/cm}^2$ , un reservorio de  $10.00\text{m}^3$  de concreto armado  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ , la línea de conducción consta de  $759.00\text{m}$  con tubería de material PVC  $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " CLASE 7.5, una cámara rompe presión tipo VI de concreto armado  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ , 9 cámaras rompe presión tipo VII de concreto armado de  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ , 5 cruces aéreos de cable acero TIPO BOA de  $6*19$  diámetro  $\varnothing 1/2$  "de longitudes iguales a  $21.00\text{m}$ ,  $37.00\text{m}$ ,  $42.00\text{m}$ ,  $30.00\text{m}$  y  $51.00\text{m}$  en diferentes tramos, una línea de aducción de  $1,253.00\text{m}$  de tubería PVC  $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " CLASE 7.5, una red de distribución de  $4,263.10\text{m}$  de tubería PVC  $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " CLASE 7.5, una válvulas de purga, 2 Válvulas de Control, 3 Válvulas de aire y 51 conexiones domiciliarias.

#### 4.1.2. **Captaciones de agua del Centro Poblado San Juan de Cacazu:**

Como se mencionó anteriormente, el sistema de abastecimiento de agua del Centro Poblado San Juan de Cacazu cuenta con cuatro captaciones del tipo ladera que atraen el agua del manantial denominado la Palmadera que se encuentra ubicado a  $2,011.00\text{m}$  de la primera vivienda y a una altura de  $1253.00\text{m.s.n.m.}$

##### 4.1.2.1. **Captación n° 01:**

Se encuentra en buenas condiciones estructurales, tiene una antigüedad de 5 años y su construcción fue

realizada por la empresa Instituto Americano de la Construcción. Las coordenadas UTM de la captación n° 01 son:

Tabla 7

Coordenadas UTM de la captación n° 01

Descripción	Coordenadas
Latitud	8668633.43N
Longitud	445955.07E
Altitud	1252.20m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

La captación n° 01 cuenta con las siguientes características:

- ❖ Las tuberías se encuentran en buen estado, no presentan daños como hongos, incrustaciones de sarro, rajaduras, etc.
- ❖ La operación y mantenimiento se encuentra a cargo de la JASS, acotando además que desde su empírica construcción no ha tenido ningún trabajo de mantenimiento.
- ❖ Según los pobladores mencionan en época de lluvia el caudal se da aproximadamente a 4 veces de lo habitual, teniendo como ventaja una fuente de agua continua, pero ocasionando un lavado de los filtros.



Figura 8 Vista interna de la captación n° 01

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.2. Captación n° 02:

Se encuentra en regulares condiciones estructurales, cuenta con una antigüedad de 10 años, fue construida antes del mejoramiento del proyecto y sus coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 8

Coordenadas UTM de la captación n° 02

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
Latitud	8668637.43N
Longitud	445953.07E
Altitud	1252.90m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

La captación n° 02 cuenta con las siguientes características:

- La captación cuenta con estructura de concreto pobremente graduado, no posee cerco perimétrico. Los muros presentan manchas con humedad.

- Las tuberías y válvulas se encuentran oxidadas, dañadas, con incrustaciones de sarro y hongos en malas condiciones.
- La operación y mantenimiento se encuentra a cargo de la JASS.



Figura 9 Vista interna de la captación n° 02

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.3. Captación n° 03:

Se encuentra en buenas condiciones estructurales, con una antigüedad menor a 10 años, siendo construida antes del mejoramiento del proyecto y sus coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 9

Coordenadas UTM de la captación n° 03

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
Latitud	8668631.53N
Longitud	445950.25E
Altitud	1253.40m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

La captación n° 03 cuenta con las siguientes características:

- La captación cuenta se encuentra descolorida, por lo que se sugiere el mejoramiento de la misma.

- Las tuberías y válvulas se encuentran en buenas condiciones y no necesitan ningún tipo de mantenimiento.
- La operación y mantenimiento se encuentra a cargo de la JASS.



Figura 10 Vista interna de la captación n° 03

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.4. Captación n° 04:

Se encuentra en regulares condiciones estructurales, cuenta con una antigüedad de 5 años, fue construida por la empresa Instituto Americano de la Construcción, las coordenadas UTM de la captación n° 04 son las siguientes:

Tabla 10

Coordenadas UTM de la captación n° 04

DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
Latitud	8668631.20N
Longitud	445958.30E
Altitud	1250.50m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

La captación n° 04 cuenta con las siguientes características:

- La captación cuenta con estructura de concreto pobremente graduado.
- Los muros presentan manchas de humedad, las tuberías cuentan con oxido y sarro.
- La operación y mantenimiento se encuentra a cargo de la JASS.



Figura 11 Vista interna de la captación n° 04

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. **Calidad del agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu:**

La calidad del agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu fue determinado mediante tres criterios los cuales se describen a continuación:

##### 4.1.3.1. **Según la población:**

De la información obtenida en una encuesta realizada a los habitantes de la zona se determinó que el 50.00% de los encuestados considera que la calidad del agua que recibe es buena, el 20.00% considera que es regular y un 30.00% considera que es de mala calidad.

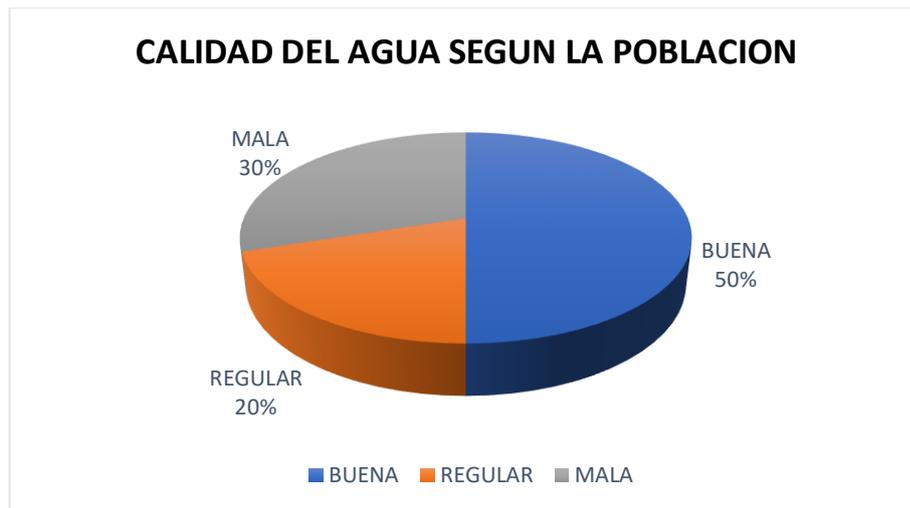


Figura 12 Calidad del agua según la población

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3.2. Según tratamiento del agua:

En la capacitación sanitaria se informó a la población que el agua debe ser hervida antes de ser consumida, a esto se le denomina como un método de purificación o el último tratamiento. El 70.00% de los pobladores afirman que hierven el agua antes de consumirlo, un 20.00 de los pobladores afirman que nunca hierven el agua antes de consumirla y un 10.00% de los pobladores afirman que hierven el agua en algunas ocasiones.



### Figura 13 Calidad del agua según tratamiento

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3.3. Según el ensayo fisicoquímico y microbiológico:

El reglamento de calidad del agua del año 2011 especifica que son 6 los parámetros de control obligatorio (PCO) que se deben considerar en el ensayo fisicoquímico y microbiológico.

Tabla 11

Parámetros de control del agua potable

DESCRIPCIÓN	LIMITES ADMISIBLES
Turbidez (NTU)	5.00
Ph a 25°C (PH)	6.5-8.5
Residual de desinfectante (mg/l)	5.00
Color verdadero (UCV)	15
Coliformes totales (NMP/100ml)	< 1.80
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	< 1.80

Fuente: Reglamento de calidad de agua, 2011.

En esta investigación se analizaron todos los parámetros descritos en la tabla anterior a excepción del residual de desinfectante (mg/l) debido a que el agua no tiene ningún contacto con desinfectantes ya que las muestras fueron tomadas posterior a la caja de válvulas de cada captación.

Las muestras tomadas en cada captación fueron enviadas a un laboratorio especializado y acreditado por el organismo peruano de acreditación con la finalidad de realizar los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos del agua que proviene de la fuente de abastecimiento

denominada manantial Palmadera, los resultados de este análisis se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 12

Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico de cada captación

DESCRIPCION	CAPTACION N° 01	CAPTACION N° 02	CAPTACION N° 03	CAPTACION N° 04
Turbidez (NTU)	12.85	15.32	10.45	11.45
Ph a 25°C (PH)	5.23	6.12	4.37	5.45
Color verdadero (UC)	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes totales (NMP/100ml)	45.00	57.00	38.00	35.00
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	2.50	0.00	1.52	0.85

Fuente: Laboratorio contratado.

En la tabla anterior se puede observar que la turbidez (NTU), coliformes totales (NMP/100ml) y los coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) superan el límite admisible para el control obligatorio (PCO) que se deben considerar en el ensayo fisicoquímico y microbiológico, por lo tanto, el agua de la fuente de abastecimiento denominado la Palmadera no es apto para el consumo humano y necesita un sistema de tratamiento.

#### 4.1.4. **Enfermedades predominantes en el Centro Poblado San Juan de Cacazu:**

El Centro Poblado San Juan de Cacazu ha reportado como enfermedad más frecuente a la infección aguda de las vías respiratorias inferiores que presenta un 16.59% de casos, seguido de la infección aguda de las vías respiratorias superiores con un

16.13% de casos. Los indicadores de mortalidad infantil alcanzan el 0.84% y la mortalidad materna alcanza el 0.25%.

Tabla 13

Principales enfermedades reportados en el Centro Poblado San Juan de Cacazu

DESCRIPCIÓN	CASOS	INCIDENCIA (%)
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	35.00	16.13
Enfermedades de la cavidad bucal	20.00	9.22
Enfermedades infecciosas intestinales	28.00	12.90
Desnutrición	18.00	8.29
Infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores	36.00	16.59
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	30.00	13.82
Enfermedades crónicas de las vías respiratorias inferiores	32.00	14.75
Otras enfermedades	18.00	8.29
TOTAL	217.00	100.00

Fuente: Dirección Regional de Salud – Pasco

La mayoría de las enfermedades mencionadas en la tabla anterior son causadas por el agua no apta para el consumo humano, por lo tanto, es necesario realizar un tratamiento del fluido mencionado mediante filtros de carbón activo granular los cuales serán instalados posteriormente a la caja de válvulas de las captaciones con la finalidad de purificar sus propiedades fisicoquímico y microbiológico.

#### 4.1.5. Filtros de carbón activo granular para las captaciones:

En esta investigación se tomó la decisión de instalar un filtro de carbón activo granular en cada captación del Centro Poblado San Juan de Cacazu.

#### 4.1.5.1. Insumos para la construcción de los filtros de carbón

##### activo granular:

Para determinar el tipo y cantidad de insumos para la construcción de los filtros de carbón activo granular se solicitó el asesoramiento de un personal capacitado teniendo en consideración la experiencia tanto en la ejecución e instalación. La lista de insumos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 14

Insumos para la construcción de los filtros de carbón activo granular

DESCRIPCIÓN	Cantidad (Unidad)
Barril plastico de 200Lt (HDPE)	4.00
Abrazadera de PVC de 2" a 1/2"	8.00
Tapón de PVC SAP de 1/2" macho	8.00
Adaptador de PVC SAP 2"	1.00
Unión PVC SAP 2" con rosca	1.00
Adaptador P/tanque hidro 3 de 1 1/2" C/R	1.00
Reducción campana PVC de 2" a 1 1/2"	1.00
Cinta teflón de 1/2"	5.00
Cono de pabilo	1.00
Tubo PVC SAP 2" x 5m C – 7.5	1.00

Fuente: Elaboración propia.



Figura 14 Barril plástico de 200Lt (HDPE)  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 15 Abrazadera de PVC de 2" a 1/2"  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 16 Tapón de PVC SAP de 1/2" macho  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 17 Adaptador de PVC SAP 2  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 18 Unión PVC SAP 2'' con rosca  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 19 Adaptador P/tanque hidro 3 de 1 1/2'' C/R  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 20 Reducción campana PVC de 2'' a 1 1/2''  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 21 Cinta teflón de ½  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 22 Cono de pabulo  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 23 Tubo PVC SAP 2” x 5m C – 7.5  
Fuente: Imágenes Google.

#### 4.1.6. **Materiales para la construcción de los filtros de carbón activo granular:**

Los materiales para rellenar los filtros de carbón activo granular se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 15

Materiales para la construcción de los filtros de carbón activo granular

Descripción	Cantidad (m3)
Piedra grande o grava	0.10
Piedra mediana o gravilla	0.10
Arena gruesa	0.09
Arena fina	0.09
Carbón activo granular	0.20

Fuente: Elaboración propia.



Figura 24 Piedra grande o grava  
Fuente: Imágenes Google.



Figura 25 Piedra mediana o gravilla  
Fuente: Imágenes Google.

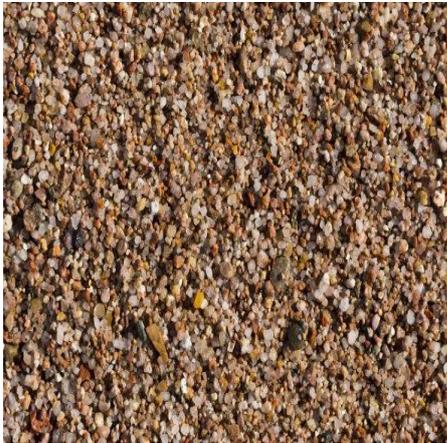


Figura 26 Arena gruesa  
Fuente: Imágenes Google.

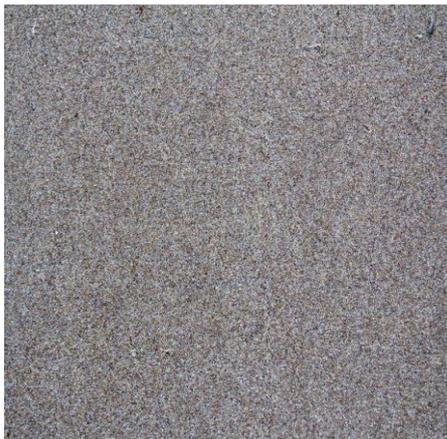


Figura 27 Arena fina  
Fuente: Imágenes Google.

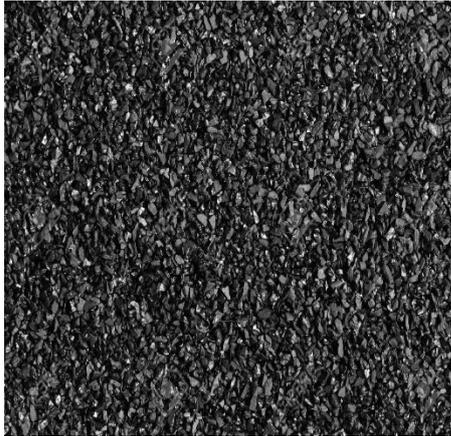


Figura 28 Carbón activo granular  
Fuente: Imágenes Google.

#### 4.1.7. **Construcción de los filtros de carbón activo granular:**

Los filtros de carbón activo granular fueron rellenos con los materiales mencionados anteriormente de la siguiente manera:

##### 4.1.7.1. **Piedra grande y piedra mediana:**

Su función principal es capturar partículas grandes en sus poros, este material se utiliza en la base del filtro de carbón activo granular con la finalidad de proteger la tubería de drenaje ranurado, su altura de relleno fue de 30cm.

##### 4.1.7.2. **Arena gruesa y arena fina:**

La función principal de la arena gruesa y arena fina es retener partículas más pequeñas en sus poros, se coloca por encima de la piedra mediana hasta una altura de 25cm.

##### 4.1.7.3. **Carbón activo granular:**

El carbón activo granular tiene como función principal atrapar las impurezas del agua como metales pesados, solventes, pesticidas y quitar cualquier tipo de olor y color, se coloca por encima de la arena fina hasta una altura de 30cm.



Figura 29 Construcción de los filtros de carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.8. **Ubicación de los filtros de carbón activo granular:**

Debemos tener en cuenta que la manera más fácil y más confiable de mover el agua es mediante la gravedad, el sistema de agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu está situado en un suelo confiable y nivelado, evitando todo tipo de desnivel que podría causar alguna interferencia, por este motivo, los filtros de carbón activo granular fueron instalados posteriormente a las cajas de válvulas de cada captación.



Figura 30 Instalación de los filtros de carbón activo granular

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Ensayo fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular:

En esta investigación se determinó realizar un ensayo fisicoquímico y microbiológico por semana durante un tiempo mínimo de tres semanas contadas a partir de la instalación de los filtros de carbón activo granular.

##### 4.2.1. 1ra semana:

La primera toma de muestra del agua tratada con carbón activo granular se realizó el día jueves 23 de setiembre del año 2021, las cuales fueron enviadas al laboratorio especializado y acreditado por el organismo peruano de acreditación para realizar los ensayos correspondientes, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 16

Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular

1ra semana

DESCRIPCION	CAPTACION N° 01	CAPTACION N° 02	CAPTACION N° 03	CAPTACION N° 04
Turbidez (NTU)	0.32	0.29	0.35	0.26

Ph a 25°C (PH)	5.29	6.25	4.52	5.71
Color verdadero (UC)	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes totales (NMP/100ml)	5.00	0.00	2.00	0.00
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio contratado.

En la siguiente figura podemos observar que la turbidez (NTU) en la primera semana con carbón activo granular es igual a 0.32ntu en la captación n° 01, 0.29ntu en la captación n° 02, 0.35ntu en la captación n° 03 y 0.26ntu en la captación n° 04.

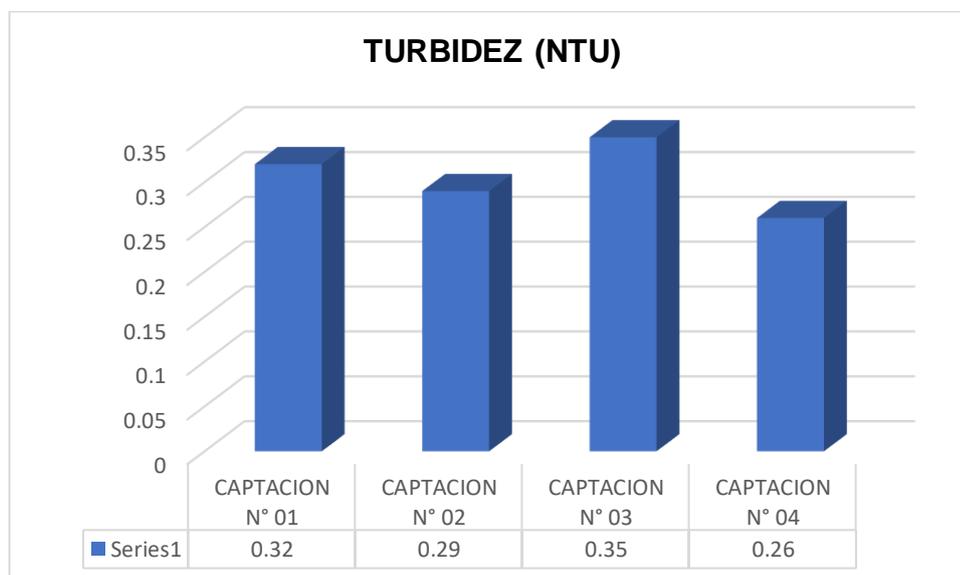


Figura 31 Turbidez en la 1ra semana con carbón activo granular

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el Ph a 25°C (PH) en la primera semana con carbón activo granular es igual a 5.29ph en la captación n° 01, 6.25ph en la captación n° 02, 4.52ph en la captación n° 03 y 5.71ph en la captación n° 04.

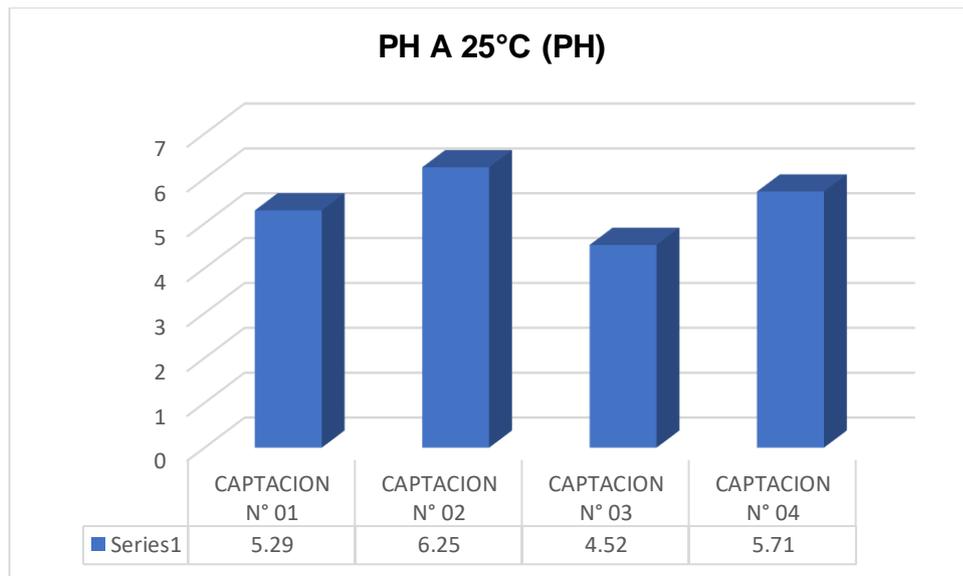


Figura 32 Ph a 25°C (PH) en la 1ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el color verdadero (UC) en la primera semana con carbón activo granular es igual a 0.00 en las cuatro captaciones.

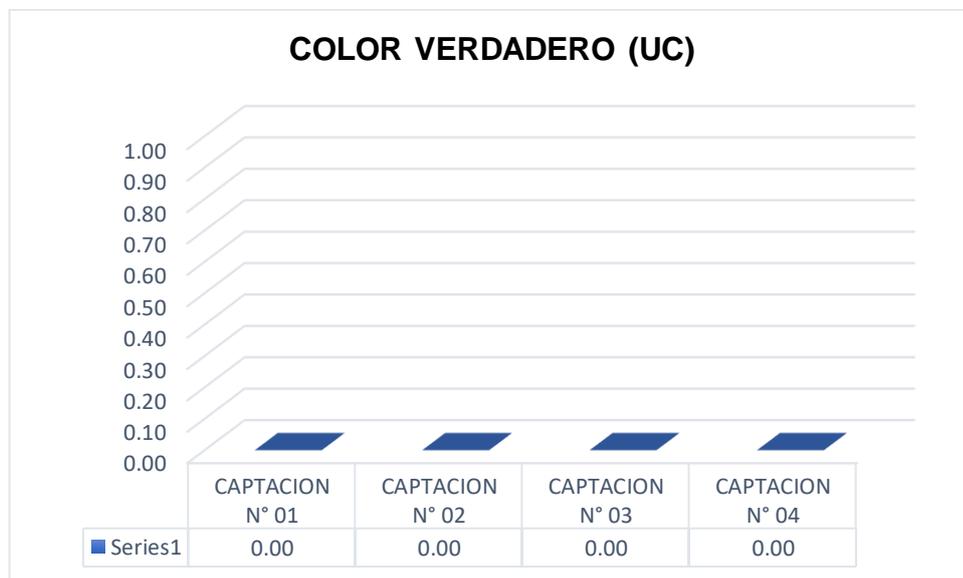


Figura 33 Color verdadero (UC) en la 1ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes totales (NMP/100ml) en la primera semana con carbón activo granular es igual a 5.00nmp/100ml en la captación n° 01,

0.00nmp/100ml en la captación n° 02, 2.00nmp/100ml en la captación n° 03 y 0.00nmp/100ml en la captación n° 04.

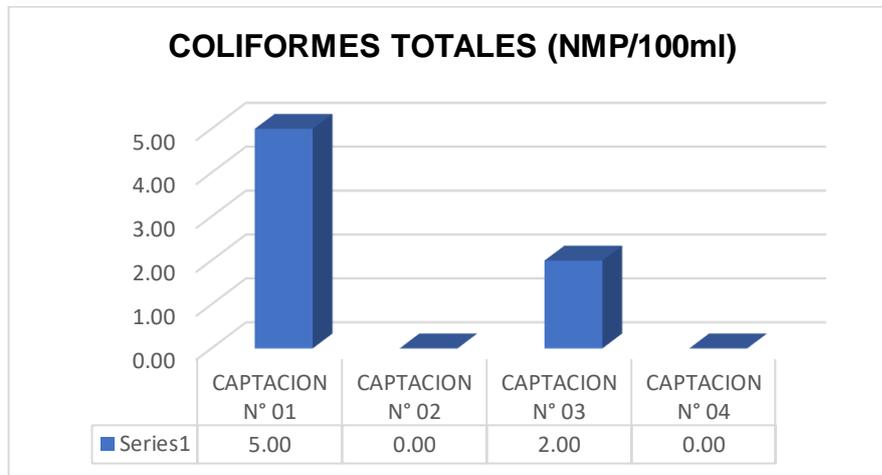


Figura 34 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 1ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la primera semana con carbón activo granular es igual a 0.00nmp/100ml en las cuatro captaciones.

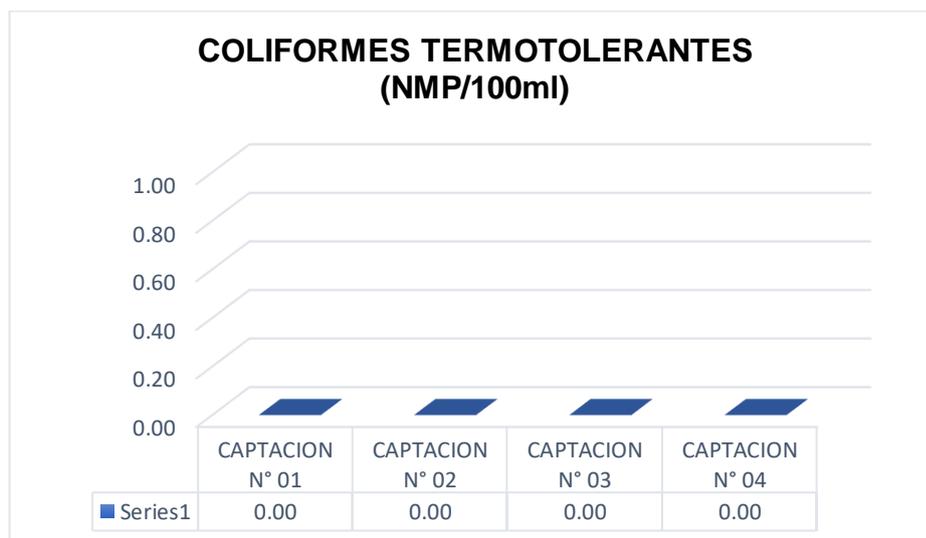


Figura 35 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 1ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. 2da semana:

La segunda toma de muestra del agua tratada con carbón activo granular se realizó el día jueves 30 de setiembre del año 2021, las cuales fueron enviadas al laboratorio especializado y acreditado por el organismo peruano de acreditación para realizar los ensayos correspondientes, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 17

Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular  
2da semana

DESCRIPCION	CAPTACION N° 01	CAPTACION N° 02	CAPTACION N° 03	CAPTACION N° 04
Turbidez (NTU)	0.15	0.13	0.18	0.10
Ph a 25°C (PH)	5.20	6.05	4.22	5.36
Color verdadero (UC)	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes totales (NMP/100ml)	0.00	0.00	0.00	0.00
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio contratado.

En la siguiente figura podemos observar que la turbidez (NTU) en la segunda semana con carbón activo granular es igual a 0.15ntu en la captación n° 01, 0.13ntu en la captación n° 02, 0.18ntu en la captación n° 03 y 0.10ntu en la captación n° 04.

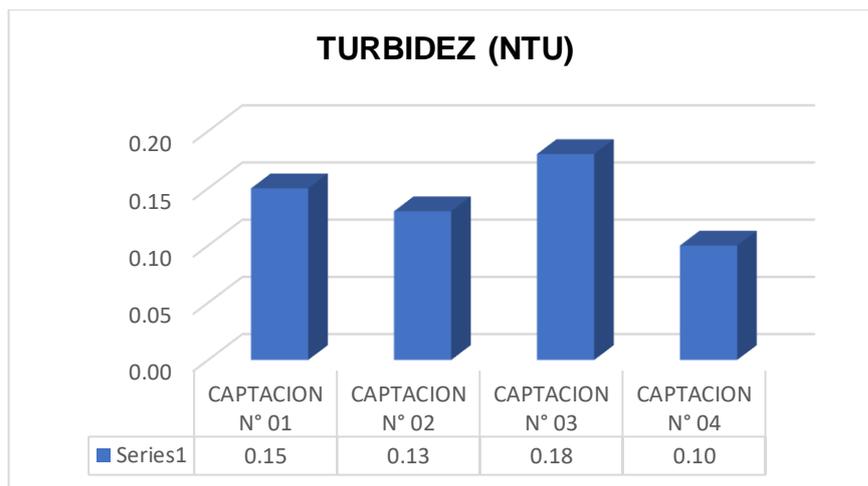


Figura 36 Turbidez en la 2da semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el Ph a 25°C (PH) en la segunda semana con carbón activo granular es igual a 5.20ph en la captación n° 01, 6.05ph en la captación n° 02, 4.22ph en la captación n° 03 y 5.36ph en la captación n° 04.

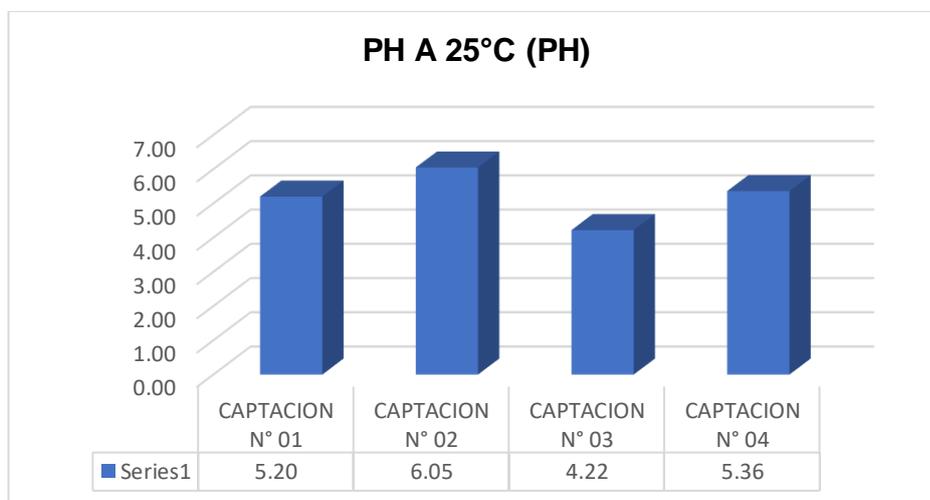


Figura 37 Ph a 25°C (PH) en la 2da semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el color verdadero (UC) en la segunda semana con carbón activo granular es igual a 0.00 en las cuatro captaciones.

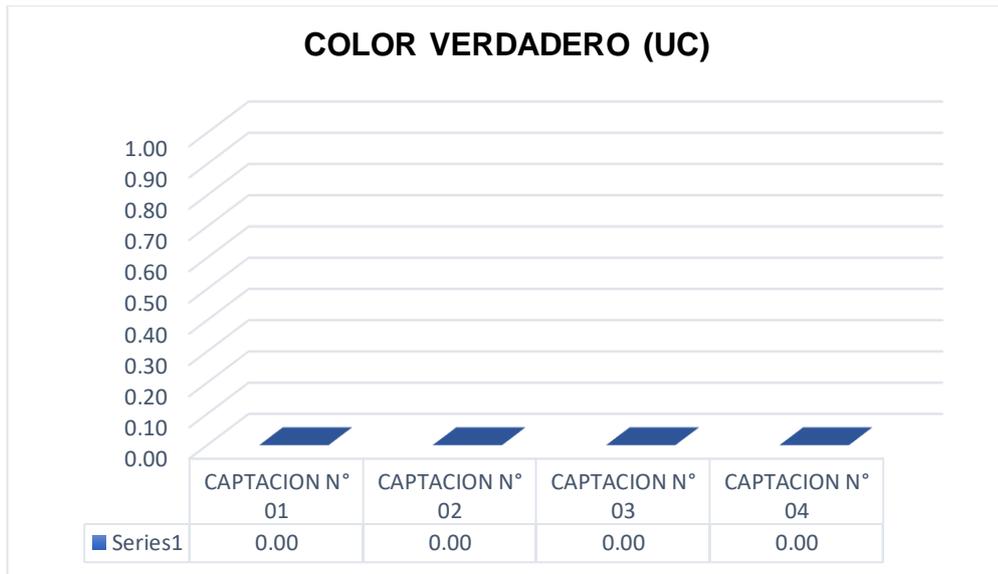


Figura 38 Color verdadero (UC) en la 2da semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes totales (NMP/100ml) en la segunda semana con carbón activo granular es igual a 0.00nmp/100ml en las cuatro captaciones.

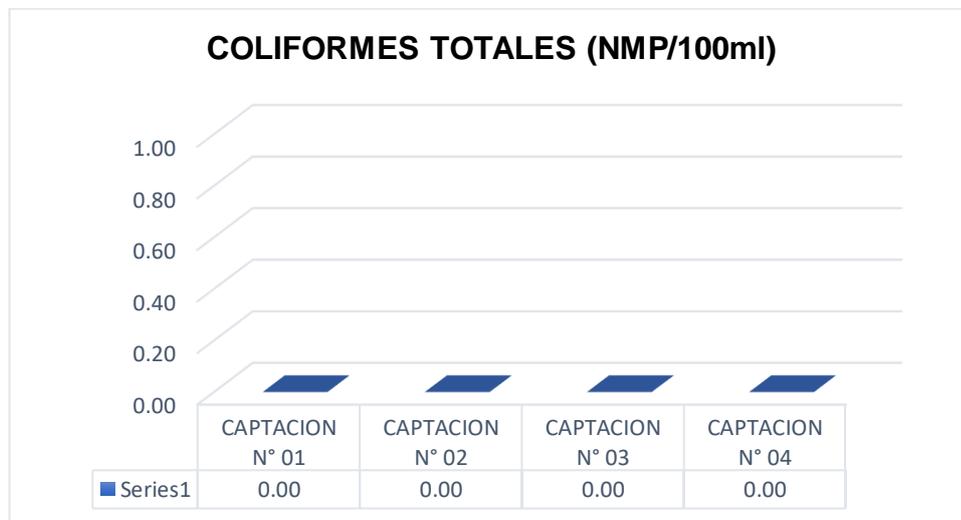


Figura 39 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 2da semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la segunda semana con carbón activo granular es igual a 0.00nmp/100ml en las cuatro captaciones.

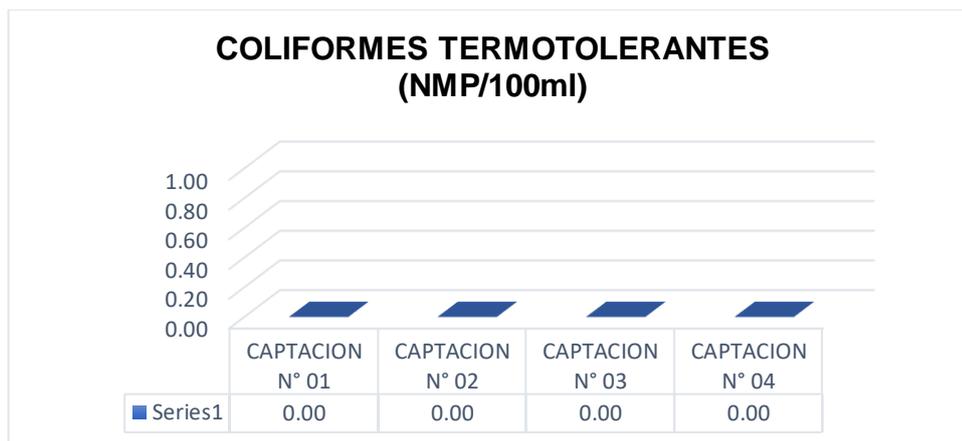


Figura 40 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 2da semana con carbón activo granular

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. 3ra semana:

La tercera toma de muestra del agua tratada con carbón activo granular se realizó el día jueves 07 de octubre del año 2021, las cuales fueron enviadas al laboratorio especializado y acreditado por el organismo peruano de acreditación para realizar los ensayos correspondientes, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 18

Resultados de los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular  
3ra semana

DESCRIPCION	CAPTACION N° 01	CAPTACION N° 02	CAPTACION N° 03	CAPTACION N° 04
Turbidez (NTU)	0.45	0.52	0.41	0.57
Ph a 25°C (PH)	5.42	6.38	4.65	5.79
Color verdadero (UC)	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes totales (NMP/100ml)	0.00	0.00	0.00	0.00
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Laboratorio contratado.

En la siguiente figura podemos observar que la turbidez (NTU) en la tercera semana con carbón activo granular es igual a 0.45ntu en la captación n° 01, 0.52ntu en la captación n° 02, 0.41ntu en la captación n° 03 y 0.57ntu en la captación n° 04.

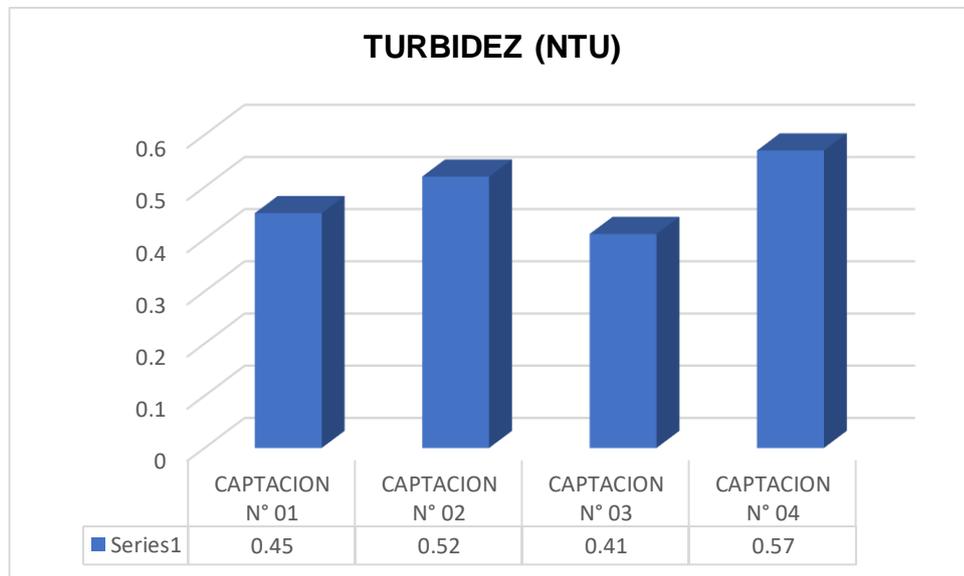


Figura 41 Turbidez en la 3ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el Ph a 25°C (PH) en la tercera semana con carbón activo granular es igual a 5.42ph en la captación n° 01, 6.38ph en la captación n° 02, 4.65ph en la captación n° 03 y 5.79ph en la captación n° 04.

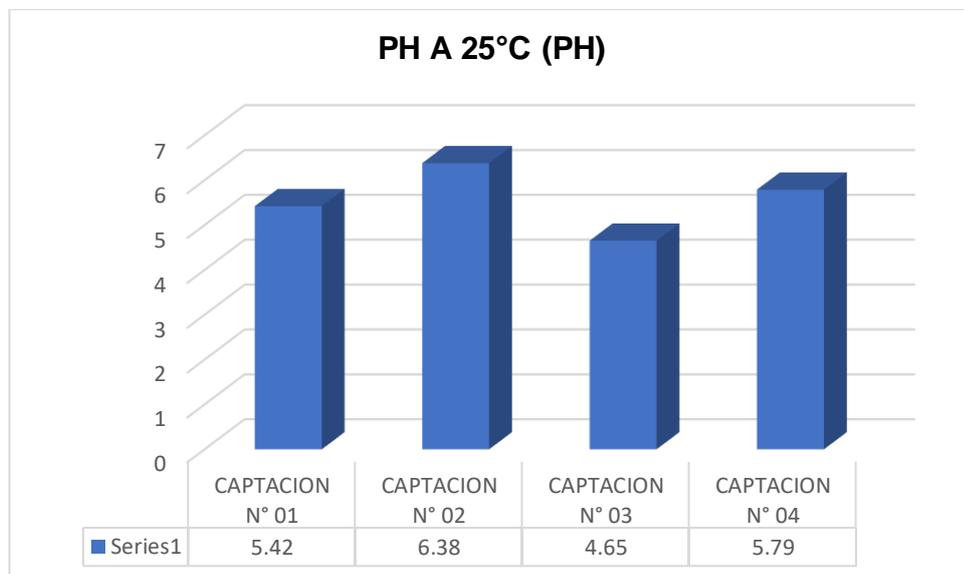


Figura 42 Ph a 25°C (PH) en la 3ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que el color verdadero (UC) en la tercera semana con carbón activo granular es igual a 0.00 en las cuatro captaciones.

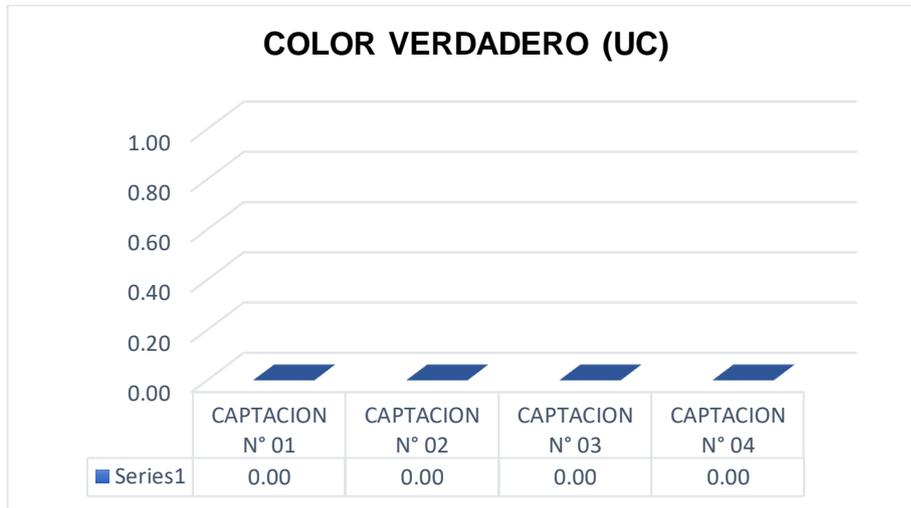


Figura 43 Color verdadero (UC) en la 3ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes totales (NMP/100ml) en la tercera semana con carbón activo granular es igual a 0.00nmp/100ml en las cuatro captaciones.

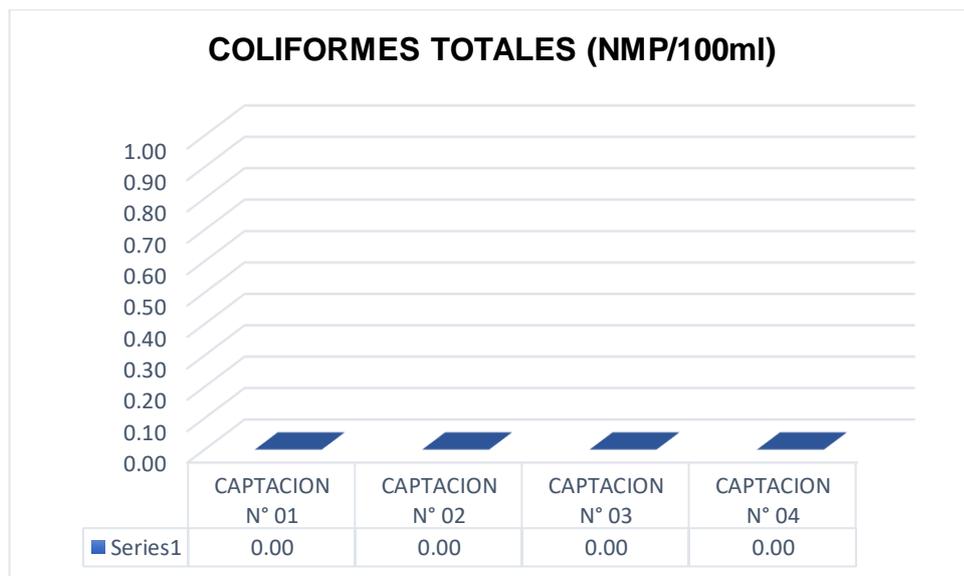


Figura 44 Coliformes totales (NMP/100/ml) en la 3ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura podemos observar que los coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la tercera semana con carbón activo granular es igual a 0.00nmp/100ml en las cuatro captaciones.

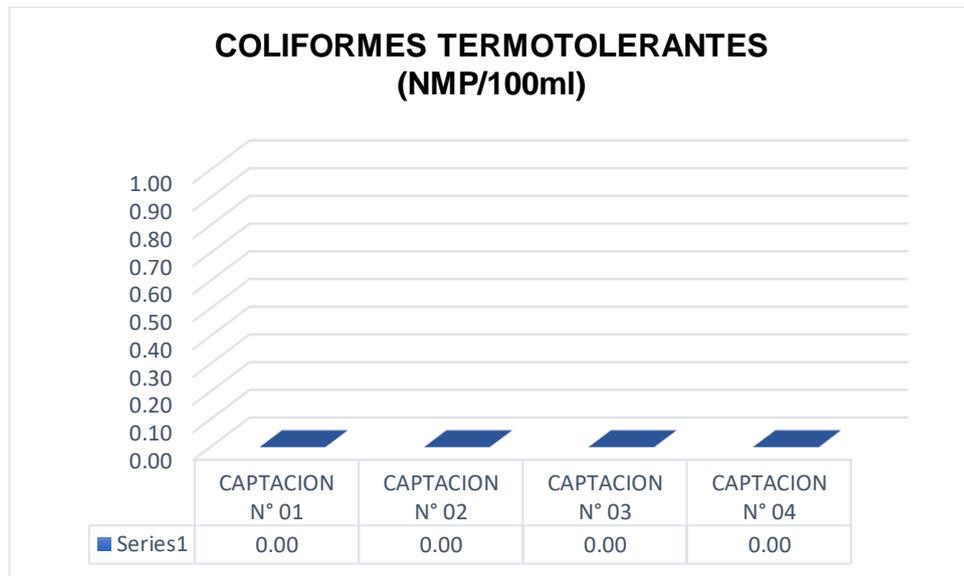


Figura 45 Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) en la 3ra semana con carbón activo granular  
Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1.Descripción de los resultados

#### 5.1.1. Comparación de la turbidez (NTU):

La turbidez (NTU) máxima admisible es igual a 5ntu, un valor superior indicaría la probabilidad de contaminación microbiológica y de compuestos tóxicos que se adhieren a la materia dispersa del agua, también nos anuncia una mayor dificultad para su desinfección, la comparación de este parámetro se muestra a continuación:

Tabla 19

Comparación de la turbidez (NTU)

DESCRIPCION	SIN CARBON ACTIVO GRANULAR	CON CARBON ACTIVO GRANULAR		
		SEMANA	SEMANA	SEMANA
		01	02	03
Captación 01	12.85	0.32	0.15	0.45
Captación 02	15.32	0.29	0.13	0.52
Captación 03	10.45	0.35	0.18	0.41
Captación 04	11.45	0.26	0.10	0.57

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que la turbidez de las cuatro captaciones sin carbón activo granular superan el máximo admisible de 5.00ntu, mientras que la turbidez con carbón activo granular disminuye hasta un 96.50%, 96.61%, 96.08% y 95.02% en la captación n° 01, captación n° 02, captación n° 03 y captación n° 04 respectivamente a la tercera semana de análisis con respecto al análisis inicial, por lo tanto, el carbón activo granular elimina la

contaminación microbiológica y de compuestos tóxicos, también permite una desinfección efectiva del agua.

### 5.1.2. Comparación del PH A 25°C (PH):

El PH a 25°C máximo admisible es igual a 15ph, pero el valor ideal se estima en 7ph para obtener un valor neutro, es decir un agua potable que no sea demasiado básico y tampoco sea demasiado ácido, la comparación de este parámetro se muestra a continuación:

Tabla 20

Comparación del Ph a 25°C (PH)

DESCRIPCION	SIN CARBON ACTIVO GRANULAR	CON CARBON ACTIVO GRANULAR		
		SEMANA	SEMANA	SEMANA
		01	02	03
Captación 01	5.23	5.29	5.20	5.42
Captación 02	6.12	6.25	6.05	6.38
Captación 03	4.37	4.52	4.22	4.65
Captación 04	5.45	5.71	5.36	5.79

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el Ph a 25°C de las cuatro captaciones sin carbón activo granular se encuentran por debajo del límite admisible de 15ph, mientras que, el ph a 25°C con carbón activo granular aumenta hasta un 3.63%, 4.25%, 6.41% y 6.24% en la captación n° 01, captación n° 02, captación n° 03 y captación n° 04 respectivamente a la tercera semana de análisis con respecto al análisis inicial, por lo tanto, el carbón activo granular ocasiona que el agua se vuelva más alcalina, pero no llega al valor ideal de 7ph el cual vendría a ser un valor neutro.

### 5.1.3. Comparación del color verdadero (UC):

El color verdadero (UC) máximo admisible varía entre 6.50 – 8.50, un valor mayor podría indicar la presencia de material indeseable y potencialmente dañino como la presencia de materia orgánica o ciertos metales como taninos, hierro y magnesio los cuales podrían causar daños a la salud humana al ser consumidos de forma excesiva, la comparación de este parámetro se muestra a continuación:

Tabla 21

Comparación del color verdadero (UC)

DESCRIPCION	SIN CARBON ACTIVO GRANULAR	CON CARBON ACTIVO GRANULAR		
		SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03
Captación 01	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Captación 02	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Captación 03	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Captación 04	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, el ensayo fisicoquímico determino que el color verdadero del agua sin carbón activo granular en las cuatro estaciones es igual a 0.00 lo que nos indica que no cuenta con materia orgánica o ciertos metales que podrían causar daños a la salud humana, también podemos observar que el agua con carbón activo granular sigue siendo igual a 0.00 en las cuatro captaciones a la tercera semana de análisis, por lo tanto, el carbón activo granular no modifica parámetro del agua.

#### 5.1.4. Comparación de los coliformes totales (NMP/100ML):

Los coliformes totales (NMP/100ml) máximo admisible debe ser <1.80, un valor superior indicaría la presencia de aguas negras debido a los microorganismos como escherichia, enterobacter, citrobacter, serratia, klebsiella, etc., los cuales determinan contaminación y una deficiencia en la calidad, la comparación de este parámetro se muestra a continuación:

Tabla 22

Comparación de los coliformes totales (NMP/100ml)

DESCRIPCION	SIN CARBON ACTIVO GRANULAR	CON CARBON ACTIVO GRANULAR		
		SEMANA	SEMANA	SEMANA
		01	02	03
Captación 01	45.00	5.00	0.00	0.00
Captación 02	57.00	0.00	0.00	0.00
Captación 03	38.00	2.00	0.00	0.00
Captación 04	35.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los coliformes totales (NMP/100ml) de las cuatro captaciones sin carbón activo granular se encuentran por encima del límite admisible de 1.80, mientras que, los coliformes totales (NMP/100ml) con carbón activo granular en las cuatro captaciones disminuye hasta 0.00% a la tercera semana de análisis con respecto al análisis inicial, por lo tanto, el carbón activo granular elimina la presencia de aguas negras causada por microorganismos y mejora la calidad del agua.

### 5.1.5. Comparación de los coliformes termotolerantes

(NMP/100ML):

Los coliformes termotolerantes (NMP/100ml) máximo admisible debe ser <1.80, un valor superior indicaría la presencia de excremento en el agua debido a bacterias fecales, los cuales causan enfermedades diarreicas al ser consumidas, la comparación de este parámetro se muestra a continuación:

Tabla 23

Comparación de los coliformes termotolerantes (NMP/100ml)

DESCRIPCION	SIN CARBON ACTIVO GRANULAR	CON CARBON ACTIVO GRANULAR		
		SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03
Captación 01	2.50	0.00	0.00	0.00
Captación 02	0.00	0.00	0.00	0.00
Captación 03	1.52	0.00	0.00	0.00
Captación 04	0.85	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que los coliformes termotolerantes (NMP/100ml) de la captación n° 01 sin carbón activo granular se encuentran por encima del límite admisible de 1.80, mientras que, los coliformes termotolerantes (NMP/100ml) con carbón activo granular en las cuatro captaciones disminuye hasta 0.00% a la tercera semana de análisis con respecto al análisis inicial, por lo tanto, el carbón activo granular elimina la presencia de excremento en el agua debido a bacterias fecales, evitando las enfermedades diarreicas al ser consumida.

## CONCLUSIONES

- 1) Se determino los efectos del carbón activo granular en la calidad de agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu en el distrito de Villa Rica, de la cual se concluye que elimina la contaminación microbiológica y de compuestos tóxicos debido a la turbidez, aumenta el ph del agua permitiendo que se vuelva más alcalina, pero no llega a 7ph el cual vendría a ser un valor neutro, no modifica el color verdadero, reduce los coliformes totales y coliformes termotolerantes eliminando la presencia de aguas negras y excremento causadas por macroorganismos y bacterias fecales evitando las enfermedades diarreicas al ser consumida.
- 2) Se determino la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico del Centro Poblado San Juan de Cacazu del distrito de Villa Rica de la cual se concluye que no es apta para el consumo humano debido a que la turbidez (NTU), coliformes totales (NMP/100ml) y los coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) superan los límites admisibles para el control obligatorio (PCO) y necesita ser tratada mediante filtros de carbón activo granular.
- 3) Se elaboro un total de cuatro filtros de carbón activo granular para mejorar la calidad del agua potable del Centro Poblado San Juan de Cacazu del distrito de Villa Rica aplicando insumos y materiales como barril platico de 200Lt (HDPE), abrazadera de PVC de 2" a 1/2", tapón de PVC SAP de 1/2" macho, adaptador de PVC SAP 2", unión PVC SAP 2" con rosca, adaptador P/tanque hidro 3 de 1 1/2" C/R, reducción campana PVC de 2" a 1 1/2", cinta teflón de 1/2", cono de pabilo, tubo PVC SAP 2" x 5m C – 7.5, piedra grande o grava, piedra mediana o gravilla, arena gruesa, arena fina y carbón activo granular los cuales fueron instalados posteriormente a la caja de válvulas de cada captación.
- 4) Se determino la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico del Centro Poblado San Juan de Cacazu del distrito de Villa Rica posterior a la instalación de los filtros de carbón activo granular de la cual se concluye que la turbidez disminuye hasta un 96.50%, 96.61%, 96.08% y 95.02%, el ph a 25°C aumenta hasta un 3.63%, 4.25%, 6.41% y 6.24%, el color verdadero

sigue siendo igual a 0.00, los coliformes totales (NMP/100ml) y los coliformes termotolerantes disminuye hasta 0.00% en las cuatro captaciones respectivamente a la tercera semana de análisis con respecto al análisis inicial.

## RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda la instalación de filtros de carbón activo granular en las captaciones de diferentes sistemas de abastecimientos de agua potable en zonas rurales debido a que se pudo comprobar que mejora la calidad del agua reduciendo sus parámetros de control obligatorio (PCO) que se deben considerar en el ensayo fisicoquímico y microbiológico.
- 2) Se recomienda implementar el uso de válvula de control en investigaciones posteriores con la finalidad de retener la salida del agua y mantener un mayor tiempo en contacto con el carbón activo granular para que de esta manera poder determinar si aumenta su efectividad en su proceso de purificación.
- 3) Se recomienda realizar el mismo procedimiento de esta investigación en captaciones de aguas superficiales con la finalidad de observar si el carbón activo granular pueda purificar el agua de estas fuentes de abastecimiento.
- 4) realizar comparaciones entre los filtros de carbón activo granular y otros métodos de purificación del agua con la finalidad de observar cual de todos brinda mejores beneficios teniendo en cuenta la eficiencia y eficacia para mejorar la calidad de vida de los pobladores en las zonas rurales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanoca Gutiérrez, J. (2003). las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de las funciones humanas de los estudiantes de ingeniería. Universitat Oberta de Catalunya - Programa de Doctorado sobre la Sociedad de la Información y el Conocimiento.
- Anguix, A., & Carrión, R. (2010). Desarrollo de herramientas aplicadas a la Ingeniería Civil y la Topografía en gv SIG.
- Arana, J. E. (2016). evaluación de la aplicación de carbón activado granular en la filtración del agua clarificada del río cauca. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- ASCE American Society of Civil Engineers. (2006). La visión para la ingeniería Civil en 2015. España. Basogain, O. X., Olabe, B. M., & Olabe, B. J. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de aprendizaje.
- Bonilla, A., & Martínez, L. (2003). herramientas de diseño e ingeniería. Zamudio.
- Carbotecnia Tratamiento de agua y aire. (2004). el carbón activado en el tratamiento de aguas residuales. Carbotecnia Tratamiento de agua y aire Boletín técnico AR001, 2.
- EPA. (2012). Guía del ciudadano sobre el tratamiento con carbón activado. U.S.A:
- PA. 14. Esri. (2008). Esri. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de Esri:
- FAO. (1993). Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Santiago.
- Fattorelli, S., & Fernández, P. (2011). Diseño Hidrológico. Network.

- Hernández, D. H. (2013). Manual de prácticas Hidrología superficial.
- Jimenez, D. D. (1840). Tratado de Farmacia Experimental. Madrid: Imprenta de Don Narciso Sanchez.
- Laboratorio Regional del Agua. (2017). Cadena de custodia. Cajamarca.
- Lopez, M., & Nieto, M. (2014). Carbon Activado. MCAT - Especialistas en ventilacion industrial, 2.
- Lozano Rivas, W. A. (2013). Calidad fisicoquímica del agua. Colombia: Departamento de publicaciones y comunicación grafica de la Universidad Piloto de Colombia.
- Marcipar, J., & Piazzese, J. (s.f.). SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN EN INGENIERÍA CIVIL. POSIBILIDADES Y PERSPECTIVAS. Universidad Politécnica de Cataluña, 11.
- Miláns del Bosch, M. (06 de Marzo de 2016). TIC. Recuperado el 06 de Marzo de 2016, de TIC: <http://www.uv.es/bellohc/pwedu6.htm>
- MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental y establecen Disposiciones. Lima: El peruano.
- Monsalve, G. S. (1995). Hidrología en la Ingeniería. Colombia: Departamento de Publicaciones Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Monter, R. A. (2013). Uso de Carbón Activado Granular (CAG) en un biofiltro para el tratamiento de efluentes acuícolas. SIMPOSIO IBEROAMERICANO, 6

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia**

**TÍTULO: EFECTOS DEL CARBÓN ACTIVO GRANULAR EN LA CALIDAD DE AGUA POTABLE DEL CC.PP SAN JUAN DE CACAZU – DISTRITO DE VILLA RICA.**

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>FORMULACIÓN OBJETIVOS</b>	<b>FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA POBLACIÓN Y MUESTRA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿De qué manera influye el carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>a) ¿Como elaborar los filtros de carbón activo granular para las captaciones de agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?Cacazu</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar los efectos del carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>d)Determinar la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico sin carbón activo granular del CC.PP. San Juan de</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>Existe una influencia del carbón activo granular en la calidad de agua potable del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b></p> <p>a)Existe un influencia en la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico sin carbón activo granular del cc.pp. san juan de cacazu – distrito de villa rica.</p>	<p>Varibale independiente</p> <p>Filtro de carbón activo:</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <p>Espesor de estratos</p> <p><b>INDICADORES:</b></p> <p>Piedra grande e=25m Gravilla e=5cm Arena gruesa e=5cm Carbón activo e=30cm Piedra grande e=25m</p> <p>Varibale dependiente</p> <p>Calidad del agua</p> <p><b>DIMENSIONES:</b></p> <p>Características físicas del agua potable.</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Método Científico</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>Descriptivo-comparativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>cuasi experimental</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p><b>POBLACIÓN:</b></p>

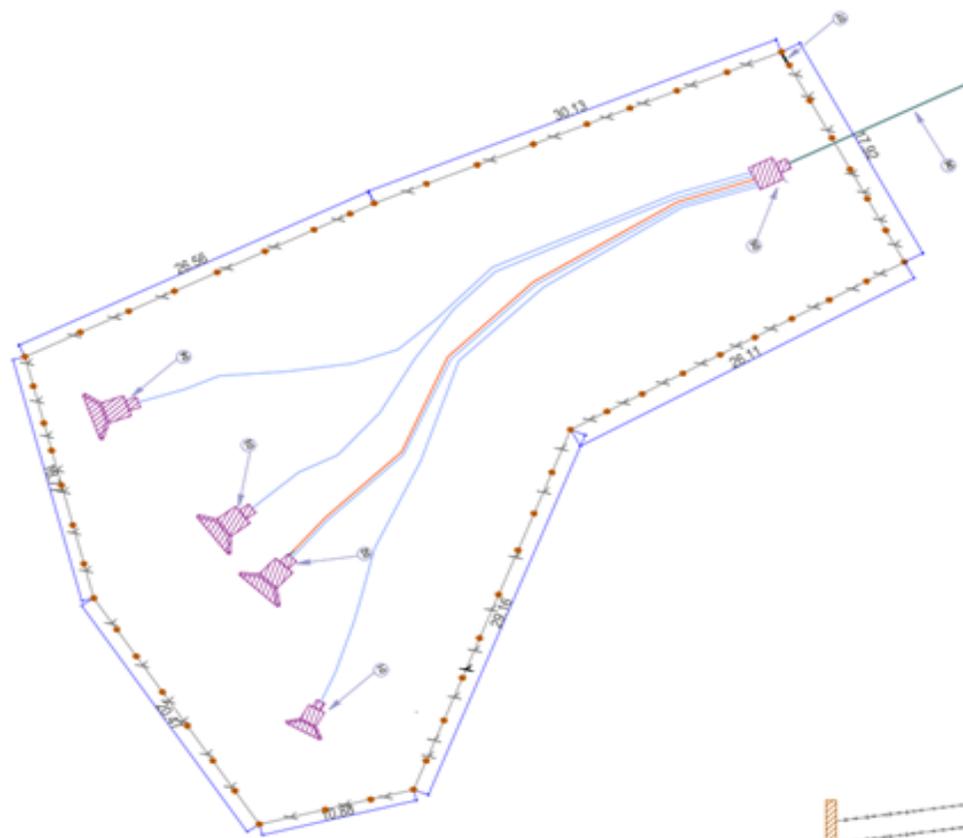
<p>– distrito de Villa Rica?</p> <p>Como es el efecto de las propiedades físicas y químicas del agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?</p> <p>b) ¿Como es el efecto de las propiedades físicas y químicas del agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?</p> <p>c) ¿Como es el efecto de las propiedades biológicas del agua potable del CC.PP San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica?</p>	<p>Cacazu – distrito de Villa Rica.</p> <p>e)Elaborar filtros de carbón activo granular para mejorar la calidad de agua potable del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.</p> <p>f)Determinar la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular del CC.PP. San Juan de Cacazu – distrito de Villa Rica.</p>	<p>b)Existe una variacion en la calidad del agua con la implementacion de los filtros de carbón activo granular para mejorar la calidad de agua potable del cc.pp. san juan de cacazu – distrito de villa rica.</p> <p>c)Existe un influencia en la calidad del agua potable mediante los ensayos fisicoquímico y microbiológico con carbón activo granular del cc.pp. san juan de cacazu – distrito de villa rica.</p>	<p>Características químicas del agua potable.</p> <p>Características bacteriológicas del agua potable.</p> <p>INDICADORES:</p> <p>Turbiedad</p> <p>Color</p> <p>Ph</p> <p>Residual de desinfectante</p> <p>Bacterias coliformes totales</p> <p>Bacterias termotolerantes o fecales</p>	<p>Para el estudio la población estará conformada por los manantiales ubicados en el CC.PP San Juan de Cacazu.</p> <p>La muestra estará conformada por los tres manantiales que abastecen de agua al CC.PP San Juan de Cacazu</p>
---	--	---	--	---

## Anexo N° 02: Matriz de Operacionalización de variable

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente</b>  Sistema porticado	Geometría	relación (ancho-alto) simétrica y no simétrica
	resistencia de elementos estructurales	Compresión ( F'c) y Flexión (F'y)
	Dimensiones	luz, ancho y largo en metros
	Economía	Soles
<b>Variable independiente</b>  Sistema confinado	Geometría	relación (ancho-alto) simétrica y no simétrica
	resistencia de elementos estructurales	Compresión ( F'c) y Flexión (F'y)
	Dimensiones	luz, ancho y largo en metros
	Economía	soles
<b>Variable dependiente</b>  comportamiento sismoresistente	desplazamientos laterales del edificio	Adimensionales
	cortantes basales del edificio	Toneladas
	efecto torsión	Adimensional

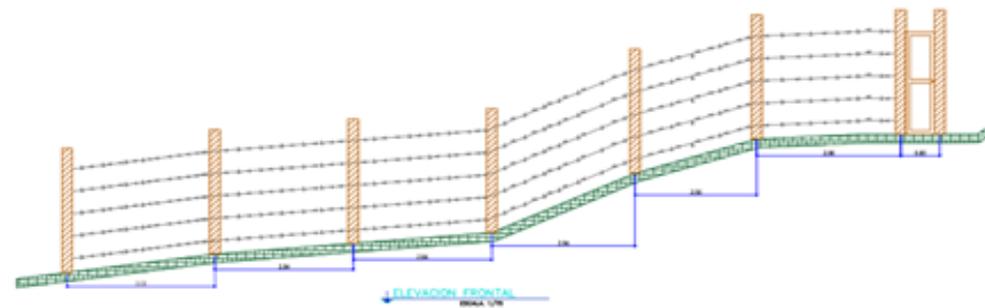
**Anexo N° 03: Panel fotográfico**

## **Anexo N° 04: Planos**



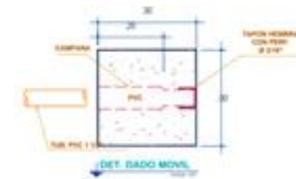
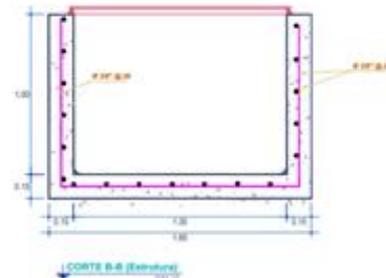
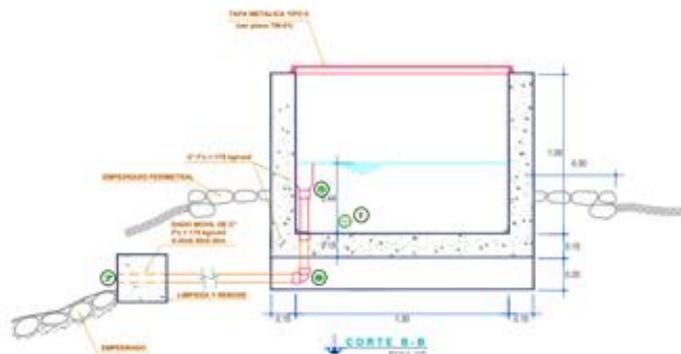
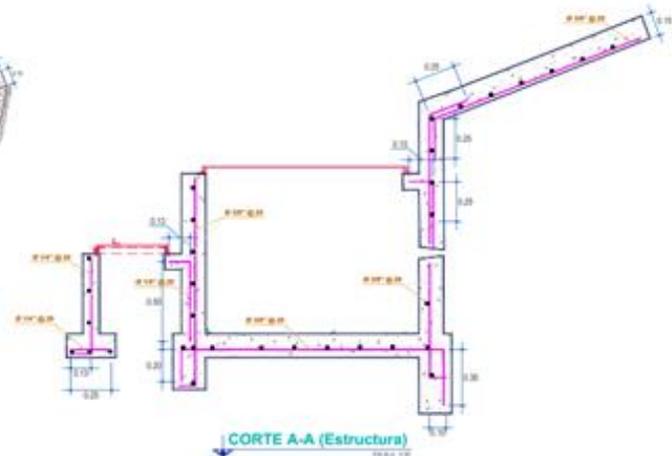
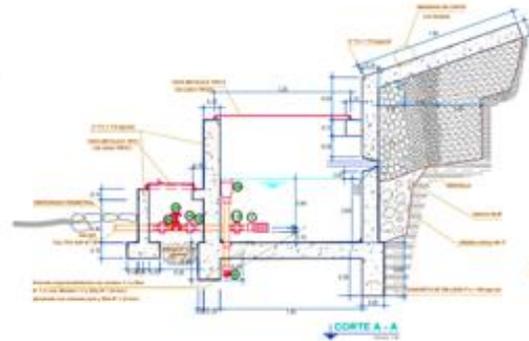
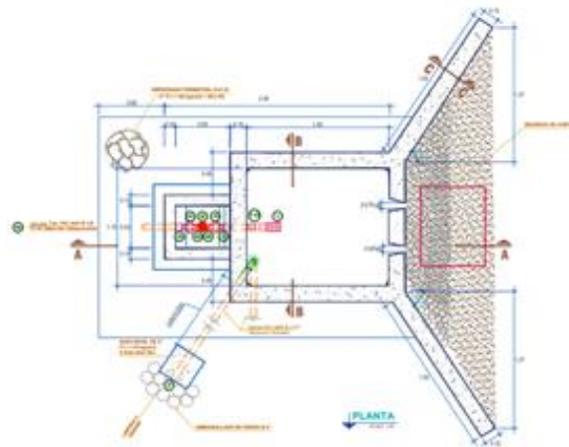
CUADRO DE ELEMENTOS	
NUMERO	DESCRIPCION
01	Captacion existente tipo ladera
02	Captacion existente tipo ladera
03	Captacion existente tipo ladera
04	Captacion existente tipo ladera
05	Camara de reunion
06	Linea de Conduccion
07	Ingreso - puerta de madera

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Linea de Conduccion
	Obras proyectadas
	Obras existentes
	Conduccion a camara de reunion
	Linea de reboso
	Puntales de madera
	Cerro con alambre de puas



CAPTACIONES – PLANTA  
ESCALA: 1/250

PROYECTO: <b>"INFLUENCIA DEL CARBON ACTIVO GRANULAR EN LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL CC.PP SAN JUAN DE CACAZU - DISTRITO DE VILLA RICA"</b>				
PLANO: <b>CAPTACIONES - PLANTA</b>	DEPARTAMENTO: VILLA RICA	PROVINCIA: CACAZU	DISTRITO: VILLA RICA	
DISEÑADO POR: PABLO	REGION: CUSCO	DEPARTAMENTO: CUSCO	PROVINCIA: CACAZU	DISTRITO: VILLA RICA
FECHA: SEPTIEMBRE 2021				PLANILLA: <b>PC-01</b>



CUADRO DE ACCESORIOS		
N°	ACCESORIO	CANT. - DIM.
<b>VALVA</b>		
1	Conjuntos de Bronce	1,00 - 2"
2	Unidad Compuesto de Bronce	1,00 - 2"
3	Almohadones UPR PVC	2,00 - 2"
4	Unión Universal PVC	2,00 - 2"
5	Tapón de 1 1/2"	2,00 - 2"
6	Valvula de sonda PVC SAP	
<b>LAMPREJA Y REBOSE</b>		
7	Cono de Rebose	1,00 - 2" x 4"
8	Codo PVC SAP 90°	1,00 - 1 1/2"
9	Tapón PVC SAP Perforado	1,00 - 1 1/2"
<b>REGULACION</b>		
10	Unión Universal PVC	1,00 - 2"

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>CONCRETO</b>	
C <sup>1</sup> SAPLE f <sub>c</sub> =175kg/cm <sup>2</sup>	
Mortero C <sup>1</sup> f <sub>c</sub> =100kg/cm <sup>2</sup>	
<b>FERRALLEROS Y DERIVALES</b>	
Norma E.T.	
Estacion 1.5	
<b>TUBERIA Y ACCESORIOS</b>	
Tuberia y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ETO 442 para fabrica a presion.	
Tuberia de desague PVC SAP C-1.5	
<b>CARPINTERIA METALICA</b>	
4 mm x 12" cubierto con pintura leprosina	
<b>OTROS</b>	
La cámara de carga será dotada de un empredido perimetral de piedra grande.	

**RECOMENDACIONES**

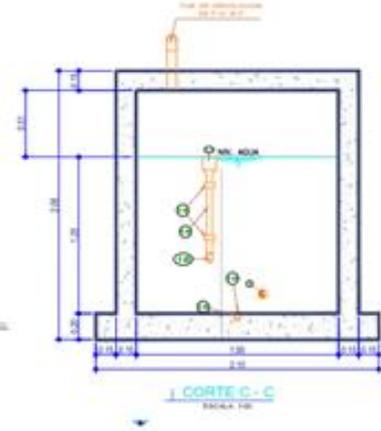
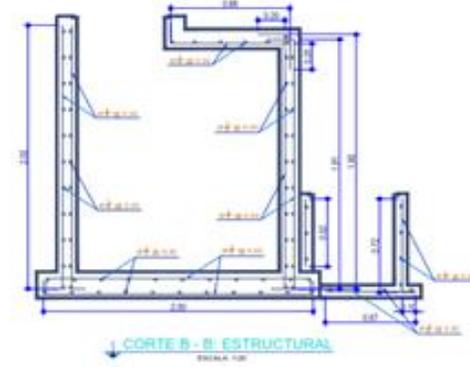
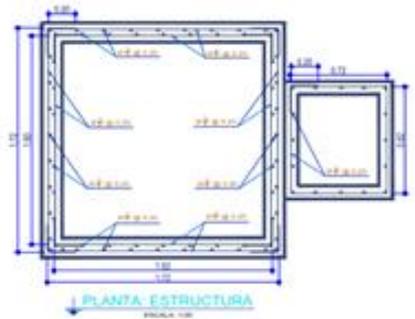
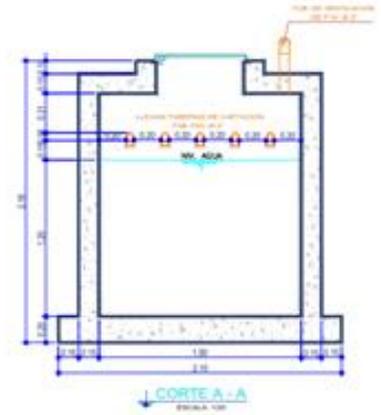
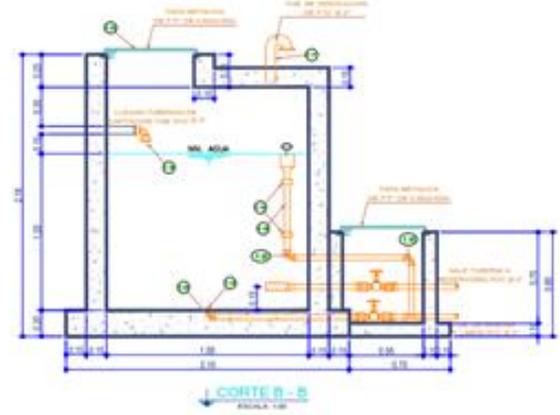
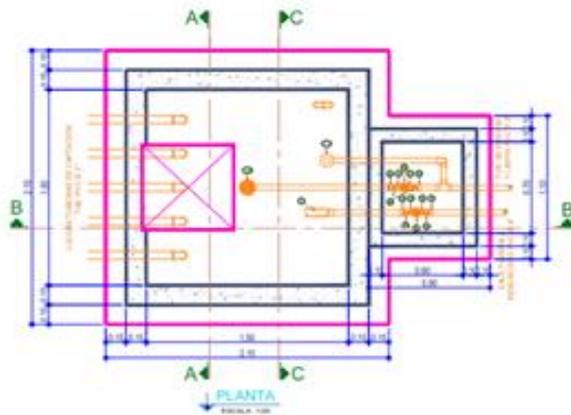
La captación es eficiente para un Q máx. = 0.85 l/s. Mayores caudales requieren mayor ancho de pantalla y mayor número de orificios (cada orificio = 0.425 l/s).

El nivel de rebose siempre irá por debajo de los orificios de entrada del agua a la cámara húmeda.

Los orificios de entrada del agua a la cámara húmeda irán por debajo del nivel de afloramiento natural del agua.

Se planteará la Brufa de Corte cuando la captación esté en una zona de mucha vegetación. Cuando se requiera limpiar el filtro de la captación se romperá la parte dentro de la brufa.

PROYECTO: <b>INFLUENCIA DEL CARBÓN ACTIVO GRANULAR EN LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL CC.PP SAN JUAN DE CACAZU - DISTRITO DE VILLA RICA</b>			
PLANO: <b>CAPTACION - LADERA</b>	UBICACION: <b>VILLA RICA</b>	ESCALA: <b>REDUCCION</b>	LADDERA: <b>PC-01</b>
DISEÑADO POR: <b>[Nombre]</b>	PROYECTO: <b>[Nombre]</b>	FECHA: <b>08/07/2019</b>	REVISADO POR: <b>[Nombre]</b>



DESCRIPCION ITEM	
ITEM	DESCRIPCION
1	... ..
2	... ..
3	... ..
4	... ..
5	... ..
6	... ..
7	... ..
8	... ..
9	... ..
10	... ..
11	... ..
12	... ..
13	... ..
14	... ..
15	... ..
16	... ..
17	... ..
18	... ..
19	... ..
20	... ..
21	... ..
22	... ..

ACCESORIOS CAMARA DE REUNION		
ITEM	DESCRIPCION	CANT
1	... ..	1
2	... ..	1
3	... ..	1
4	... ..	4
5	... ..	1
6	... ..	1
7	... ..	1
8	... ..	1
9	... ..	1
10	... ..	1
11	... ..	1

ACCESORIOS CAJA DE VALVULAS		
ITEM	DESCRIPCION	CANT
1	... ..	2
2	... ..	1
3	... ..	1
4	... ..	2
5	... ..	2
6	... ..	2
7	... ..	1
8	... ..	2
9	... ..	1

<b>PROYECTO</b> INFLUENCIA DEL CARBON ACTIVO GRANULAR EN LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE DEL CC PP SAN JUAN DE CACAZU - DISTRITO DE VILLA RICA				
PLANO	<b>CAMARA DE REUNION</b>	Ubicación	VILLA RICA	
ELABORADO POR	Fecha	Revisado	Fecha	
Revisado	Fecha	Revisado	Fecha	
<b>PC-01</b>				