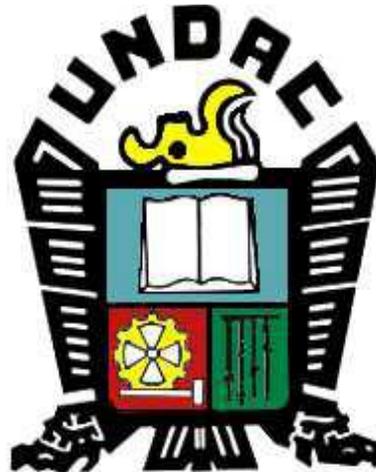


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Optimización de diseño de planta de tratamiento de agua potable
utilizando medios filtrantes – 2021**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Isaías Henmer CONDOR ZUÑIGA

Asesor:

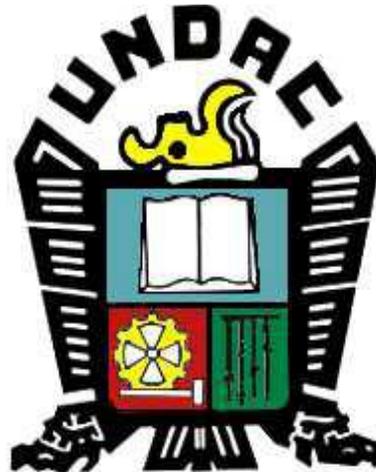
Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

**Optimización de diseño de planta de tratamiento de agua potable
utilizando medios filtrantes – 2021**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA
PRESIDENTE**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO**

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO**

DEDICATORIA

Dedico a los forjadores de mi camino, mis padres Henmer Condor Ventocilla y Hilda Zúñiga Inche, porque ellos siempre están a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera por ser mi fortaleza y por brindarme una vida llena de aprendizaje.

A mi hermosa familia que siempre me apoyado para poder lograr mis objetivos.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, asimismo a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil que de alguna manera u otra han guiado y brindado sus conocimientos de manera incondicional en mi formación académica.

También en forma especial a mi asesor Arq. José German Ramírez Medrano por brindarme la oportunidad de recurrir a su tiempo y conocimientos para la elaboración de la tesis.

RESUMEN

El proyecto de investigación "Optimización del diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes" tiene como objetivo mejorar la eficiencia y sostenibilidad del tratamiento de agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco. Esta ciudad presenta un problema de dotación de agua debido a su ubicación geográfica a 4380 metros sobre el nivel del mar, lo que dificulta la captación de agua. El gobierno regional de Pasco ha invertido más de 100 millones de dólares en un proyecto de captación y distribución de agua potable, sin embargo, durante la puesta en marcha preliminar se presentaron problemas debido a la presencia de microorganismos en el agua, lo que afectó a algunas viviendas de la ciudad. Este proyecto de investigación busca solucionar este problema mediante la optimización del diseño de planta de tratamiento de agua potable. En el capítulo I del proyecto se describe en detalle el problema de la presencia de microorganismos en el agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco, su impacto en la población y la necesidad de una solución. En el capítulo II se realiza una revisión de literatura sobre la presencia de microorganismos en el agua potable y la importancia del uso de medios filtrantes en la captación y distribución de agua potable. También se analizan los antecedentes y el marco teórico relacionado con el problema en estudio. En el capítulo III se describe la metodología utilizada en la investigación, la cual incluye la selección de muestras de agua para análisis, las técnicas de análisis de microorganismos y la definición de variables y parámetros que se medirán en el estudio. En el capítulo IV se presenta la descripción de campo y la obtención de resultados para cada variable definida en el capítulo II. Se incluyen gráficos y tablas para presentar los resultados de manera clara y concisa. En el capítulo V se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados de la investigación. Se discuten los resultados de manera crítica y se incluyen recomendaciones prácticas para las entidades públicas y privadas involucradas en la captación y distribución de agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco. En resumen, este proyecto de investigación busca optimizar el diseño de planta de tratamiento de

agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del tratamiento de agua potable. Se espera que los resultados obtenidos en este estudio sean de utilidad para las entidades públicas y privadas involucradas en la captación y distribución de agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco.

Palabras claves: Microorganismo, PTAP, Agua

ABSTRACT

The research project "Optimization of the design of a drinking water treatment plant using filter media" aims to improve the efficiency and sustainability of drinking water treatment in the city of Cerro de Pasco. This city presents a water supply problem due to its geographical location at 4,380 meters above sea level, which makes it difficult to collect water. The regional government of Pasco has invested more than 100 million dollars in a drinking water collection and distribution project; however, during the preliminary start-up, problems arose due to the presence of microorganisms in the water, which affected some houses in the city. This research project seeks to solve this problem by optimizing the design of a drinking water treatment plant. Chapter I of the project describes in detail the problem of the presence of microorganisms in drinking water in the city of Cerro de Pasco, its impact on the population and the need for a solution. In chapter II a review of the literature on the presence of microorganisms in drinking water and the importance of the use of filter media in the collection and distribution of drinking water is carried out. The background and theoretical framework related to the problem under study are also analyzed. Chapter III describes the methodology used in the research, which includes the selection of water samples for analysis, microorganism analysis techniques, and the definition of variables and parameters that will be measured in the study. Chapter IV presents the description of the field and the obtaining of results for each variable defined in chapter II. Graphs and tables are included to present the results in a clear and concise manner. Chapter V presents the conclusions and recommendations based on the results of the investigation. The results are critically discussed and practical recommendations are included for public and private entities involved in the collection and distribution of drinking water in the city of Cerro de Pasco. In summary, this research project seeks to optimize the design of a drinking water treatment plant in the city of Cerro de Pasco to improve the efficiency and sustainability of drinking water treatment. It is expected that

the results obtained in this study will be useful for public and private entities involved in the collection and distribution of drinking water in the city of Cerro de Pasco.

Keywords: Microorganism, PTAP, Water

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos, bacterias y otros que se encuentran en el agua siempre han sido un problema al momento de la captación, es por ello que EMAPA Pasco al momento de realizar la primera dotación a la ciudad de Cerro de Pasco no evidencio la presencia de algunos microorganismos iniciándose así un escándalo mediático en la población, ya que la población de cerro de pasco pensaba que son bacterias o algún agente que perjudicaría con la salud de las personas en la ciudad de Cerro de Pasco.

Para el presente trabajo de investigación se inicia los procedimientos con expertos respecto a mitigación de microorganismos, es por ello que con la ayuda de la consultoría del Grupo Morikawa, siendo expertos en temas ambientales, presentando al gobierno regional de pasco propuestas para mitigar o eliminar los microorganismos encontrados en la laguna de Acucocha, pero a pesar de tener buenos índices de éxito en las propuestas presentadas por mencionada consultora fue difícil de iniciar su ejecución a consecuencia de que el proyecto se ejecutada bajo la modalidad de administración directa. Es por ello que se decide buscar otras soluciones a la problemática proponiéndose la colocación de filtros naturales o artificiales que son agregados como la grava, arena de cuarzo y el mineral antracita, estos agregados son utilizados para mejorar la calidad del agua en plantas de tratamiento, pero solo son usados uno en especial para disminuir las impurezas, pero no existe este problema de la presencia de microorganismos en otras plantas de tratamiento, es por ello que una de las propuestas será el de combinar estos tipos de agregado.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2	Delimitación de la investigación.....	7
1.3	Formulación del problema.....	7
1.3.1	Problema principal.....	7
1.3.2	Problemas específicos.....	8
1.4	Formulación de Objetivos.....	8
1.4.1	Objetivos generales.....	8
1.4.2	Objetivos específicos.....	8
1.5	Justificación de la investigación.....	8
1.6	Limitaciones de la investigación.....	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	11
2.1.1.	Antecedente de investigación 1.....	11
2.1.2.	Antecedente de investigación 2.....	13
2.2.	Bases teóricas – científico.....	17
2.2.1.	Planta de tratamiento de agua potable.....	17
2.2.2.	Estado situacional de planta de tratamiento en la ciudad de cerro de pasco	17

2.2.3. Necesidades y objetivos de la planta de tratamiento en la ciudad de cerro de pasco	20
2.3. Definición de términos básicos	23
2.3.1. Eficiencia	23
2.3.2. Flujo pistón	23
2.3.3. Flujo de mezcla.....	23
2.3.4. Flujo no ideal	23
2.3.5. Agua potable.....	23
2.3.6. Turbiedad	24
2.3.7. Retención Hidráulica.....	24
2.3.8. Gradiente hidráulico.....	24
2.3.9. Hidrolisis:	24
2.3.10. Floculación.....	25
2.3.11. Agitación hidráulica.....	25
2.3.12. Agitación mecánica.....	25
2.3.13. Agua cruda	25
2.3.14. Tratamiento.....	25
2.4. Formulación de hipótesis.....	25
2.4.1. Hipótesis general	25
2.4.2. Hipótesis Especifica.....	25
2.5. Identificación de variables	26
2.5.1. Variable independiente	26
2.5.2. Variable dependiente	26
2.5.3. Variable Interviniente	26
2.6. Definición operacional de variables e indicadores	27

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	28
3.2. Nivel de investigación.....	29
3.3. Método de investigación.....	30
3.4. Diseño de la investigación.....	30
3.5. Población y muestra.....	31
3.5.1. Población.....	31
3.5.2. Muestra.....	31
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
3.8. Tratamiento estadístico	32
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica	33

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo	34
4.1.1 Punto de captación	34
4.1.2 Del estudio de batimetría.	35
4.1.3 Estructura de la ptap.....	37
4.1.4 Trabajo de campo identificando el problema.....	41
4.1.5 Mitigación de microorganismos.....	44
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	62
4.2.1 Resultados de las propuestas de terceros	63
4.2.2 Resultados de la propuesta propia.....	66
4.3 Prueba De Hipótesis	79
4.4 Discusión de resultados	83

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: ensayos de recolección de datos.....	31
Ilustración 2: Esquema gráfico de la captación existente en la Laguna ACUCOCHA	36
Ilustración 3: Identificación de la captación existente en la Laguna ACUCOCHA	37
Ilustración 4: Proyección de la cámara de ingreso a PTAP.....	38
Ilustración 5: Canal de distribución, la batería de filtros, el canal de aislamiento y el canal red interconexión de PTAP.....	40
Ilustración 6: Cámara de contacto	41
Ilustración 7: Muestra De Agua Obtenida De La Laguna Acucocha / Fuente: Grupo Morikawa.....	44
Ilustración 8: Muestra De Agua Obtenida planta de tratamiento / Fuente: Propia	44
Ilustración 9: Fuente: SERVICIO DE LA ELABORACIÓN DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DEL AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) ULIACHIN PROVINCIA DE PASCO – PASCO – TTT GRUPO MORIKAWA	49
Ilustración 10: Colocación de agregados en la planta de tratamiento de aguas residuales.....	62
Ilustración 11: Visita al punto de captación (Fuente: Propio)	64
Ilustración 12: Visita al punto de captación (Fuente: Propio)	64
Ilustración 13: Visita al punto de captación, con los profesionales responsables del proyecto (Fuente: Propio).....	65
Ilustración 14: Modelo de filtración en combinación de los agregados y minerales propuestos.	78
Ilustración 15: fotografía de los microorganismos tomados con cámara de celular (fuente: Propio).....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estado situacional de a planta de tratamiento en la ciudad de Cerro de Pasco (Fuente: Propia).....	18
Tabla 2: Definición Operacional de Variables e indicadores.....	27
Tabla 3: Valor del punto resultado del post-proceso en UTM – WGS – 84 (Fuente: Expediente técnico Proyecto del Agua Pasco – 2020)	34
Tabla 4: Relación de análisis realizado con Grava H=10cm (Fuente Propio)	51
Tabla 5: Relación de análisis realizado con Grava H=20cm (Fuente Propio)	51
Tabla 6: Relación de análisis realizado con Grava H=30cm (Fuente Propio)	52
Tabla 7: Relación de análisis realizado con Grava H=40cm (Fuente Propio)	52
Tabla 8: Relación de análisis realizado con Arena H=10cm (Fuente Propio)	54
Tabla 9: Relación de análisis realizado con Arena H=20cm (Fuente Propio)	55
Tabla 10: Relación de análisis realizado con Arena H=30cm (Fuente Propio)	55
Tabla 11: Relación de análisis realizado con Arena H=40cm (Fuente Propio)	55
Tabla 12: Relación de análisis realizado con antracita H=10cm (Fuente Propio)..	58
Tabla 13: Relación de análisis realizado con antracita H=20cm (Fuente Propio)..	58
Tabla 14: Relación de análisis realizado con antracita H=30cm (Fuente Propio)..	58
Tabla 15: Relación de análisis realizado con antracita H=40cm (Fuente Propio)..	59
Tabla 16: Relación de análisis realizado con antracita H=50cm (Fuente Propio)..	59
Tabla 17: Relación de análisis realizado con antracita H=60cm (Fuente Propio)..	59
Tabla 18: Relación de análisis realizado con antracita H=70cm (Fuente Propio)..	60
Tabla 19: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm	66
Tabla 20: Resultados de microorganismos retenidos, H=10 cm	67
Tabla 21: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm	67
Tabla 22: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm	67
Tabla 23: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm	68

Tabla 24: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm	68
Tabla 25: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm	68
Tabla 26: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm	69
Tabla 27: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm	69
Tabla 28: Resultados de microorganismos retenidos, H=10 cm	70
Tabla 29: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm	70
Tabla 30: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm	70
Tabla 31: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm	71
Tabla 32: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm	71
Tabla 33: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm	71
Tabla 34: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm	72
Tabla 35: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm	73
Tabla 36: Resultados de microorganismos retenidos, H=10 cm	73
Tabla 37: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm	73
Tabla 38: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm	74
Tabla 39: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm	74
Tabla 40: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm	74
Tabla 41: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm	75
Tabla 42: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm	75
Tabla 43: Datos preliminares de ensayos, H=50 cm	75
Tabla 44: Resultados de microorganismos retenidos, H=50 cm	76
Tabla 45: Datos preliminares de ensayos, H=60 cm	76
Tabla 46: Resultados de microorganismos retenidos, H=60 cm	76
Tabla 47: Datos preliminares de ensayos, H=70 cm	77
Tabla 48: Resultados de microorganismos retenidos, H=70 cm	77

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

El agua es importante para la vida. No obstante, millares de individuos en la localidad de cerro de pasco aún afrontan escasez del agua, centenares de cerreños padecen de patologías causadas por el agua ya que permanecen contaminadas por metales pesados producto de la explotación minera irresponsable. Nuestros propios asentamientos humanos, pueblos adolescentes sin agua. Al fin aún nuestros propios habitantes se han tranquilizado por las lluvias ejecutadas a lo largo de los últimos años, no obstante, la escasez continúa.

Actualmente se viene ejecutando un Proyecto de enorme envergadura para asegurar el abastecimiento de agua, no obstante, existe un problema, presencia de Microorganismos en el agua que reducen su calidad el cual no es tratada con ni una tecnológica o composición sanitaria.

Los servicios de saneamiento básico de la ciudad de Cerro de Pasco son administrados por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pasco (EPS EMAPA Pasco) desde el año 1994; cuya área de servicio comprende los distritos de Chaupimarca, Yanacancha, Simón Bolívar, Huariaca y Vicco. El intento de soluciones al problema de abastecimiento de agua potable y

alcantarillado data de varios años atrás, desarrollándose Proyectos antes y después de la aprobación del Estudio de Factibilidad (Diciembre de 2008). Previo de la aprobación del Estudio de Factibilidad se ha desarrollado los siguientes Proyectos: Expediente Técnico “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de La Localidad de Quiulacocha” (Mayo de 2006); Ejecución de Obra del Proyecto. “Conexiones Domiciliarias de Desagüe del Jr. Cubillas – Champamarca (Noviembre de 2007); Expediente Técnico: “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado. Del Asentamiento Humano Túpac Amaru – Sector 04, Distrito de Chaupimarca – Pasco” (Diciembre de 2007); Expediente Técnico “Rehabilitación y Ampliación de los Servicios de Saneamiento Básico en Sectores del Cercado de Chaupimarca y AA.HH. Virgen Inmaculada Concepción, Distrito de Chaupimarca” Componente: “Rehabilitación y Ampliación del Sistema de Agua Potable del Cercado de Chaupimarca” (Enero 2008) y Proyecto “Mejoramiento, Rehabilitación y Ampliación del Sistema de Agua Potable en los Sectores AA.HH Tahuantinsuyo y Túpac Amaru” (Octubre de 2008).

Posteriormente a la aprobación del Estudio de Factibilidad, éste se ha venido ejecutando de manera fraccionada, mediante Expedientes Técnicos parciales, los cuales han sido desarrollados por parte de la Municipalidad Provincial de Pasco y las municipalidades distritales.

Uno de los primeros Proyectos desarrollados fue el Expediente Técnico “Construcción del Sistema de Agua y Desagüe de los Barrios Santa Rosa, Noruega Alta y Baja, Inmaculada Concepción, Alfonso Rivera y Jirón Huancavelica del Distrito de Chaupimarca, Provincia de Pasco – Pasco” Componente: “Construcción del Sistema de Agua y Desagüe del Barrio Santa Rosa”, el cual se culminó y presento en febrero de 2009.

Este mismo año, en el mes de marzo, se desarrolló el Estudio Definitivo denominado: Primera Etapa - Obras Generales del Proyecto "Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Saneamiento y Fortalecimiento Institucional Integral de la EMAPA PASCO en la Provincia de Pasco". Este proyecto comprendió el desarrollo de la Primera Etapa del Estudio de Factibilidad, con la finalidad de mejorar y ampliar la infraestructura de agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco.

En diciembre de 2009 se presentó el Expediente Técnico "Instalación de Línea de Aducción de la Zona Alta de Los Sectores I, II, III, y IV del A.H. Túpac Amaru Distrito Chaupimarca - Provincia Pasco - Departamento Pasco", el cual detalla el componente Línea de Aducción de la Zona Alta, que es parte de una solución integral para el abastecimiento de agua en el A.H. Túpac Amaru.

Otros dos Proyectos complementarios fueron desarrollados para este mismo sector: "Instalación de Redes Matrices, Redes Secundarias y Ampliación de Conexiones Domiciliarias de La Zona Alta de Los Sectores I, II, III, y IV del A.H. Túpac Amaru, Distrito Chaupimarca - Provincia Pasco - Departamento Pasco" e "Instalación de Línea de Aducción, Redes Matrices, Redes Secundarias Y Ampliación De Conexiones Domiciliarias de La Zona Baja de Los Sectores I, II, III, y IV del A.H. Túpac Amaru Distrito Chaupimarca - Provincia Pasco - Departamento Pasco"; los cuales fueron culminados y presentados en la misma fecha.

A inicios del año 2010, se concluyó la ejecución de obra del Proyecto "Rehabilitación del Sistema de Agua y Desagüe y Pavimentación de los Jirones Ucayali y el Pasaje Huallaga del Anexo de Chaupimarca, Distrito de Simón Bolívar – Pasco". Este Proyecto fue desarrollado con el objetivo de contribuir a solucionar los problemas de la ciudad entre los que resalta la falta de servicios básicos de saneamiento.

A mediados del año 2010 (Julio), se elaboró del Proyecto “Instalación de Línea de Aducción y Ampliación de Redes de Distribución del P.J. Uliachin y Cercado Chaupimarca, Distrito de Chaupimarca – Provincia Pasco – Departamento Pasco.

En este proyecto se prioriza la instalación de un pequeño tramo de línea de aducción para dar servicio a los seis sectores comprendidos en el P.J. Uliachin y la instalación de otra línea de aducción para dar servicio a las redes recientemente instaladas en el Cercado Chaupimarca, pero que también servirá para abastecer a las otras habilitaciones del Distrito de Chaupimarca.

Paralelamente, en Julio de 2010 se desarrolló el Expediente Técnico “Instalación de línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias en los AAHH de Virgen Inmaculada Concepción y Ayapoto; e instalación de línea de aducción y mejoramiento de redes de distribución en los AAHH El Misti, Buenos Aires, Champamarca, Nueva Esperanza, Barrio La Esperanza, Noruega Alta y Baja, y Santa Rosa” Distrito Chaupimarca - Departamento Pasco – Provincia De Pasco”. Este Proyecto es una parte de lo planteado en el Estudio de Factibilidad en su Tercera Etapa, para el mejoramiento y ampliación de la infraestructura de agua potable.

Igualmente, durante este periodo (julio de 2010) se desarrolló el Proyecto “Construcción de la línea de conducción de agua potable Uliachin - Huancapucro”, con el objetivo de resolver la problemática del servicio de agua potable en la ciudad de Cerro de Pasco, a fin de garantizar un abastecimiento adecuado en cantidad, calidad y continuidad.

En mayo de 2011 se desarrolla el Expediente Técnico del Proyecto “Ampliación Y Mejoramiento de los Sistemas de Agua y Desagüe del AA.HH. Columna Pasco II Etapa”, con la finalidad de ampliar las redes de agua y desagüe

de dicho sector, y mejorar los componentes del sistema de agua, tales como: captación, reservorios, línea de impulsión, caseta de bombeo, instalaciones hidráulicas del reservorio nuevo y sistema de bombeo de agua en la estación Ojo de gato, así como el cambio de bomba en la estación de bombeo Jaital.

Frente al pronunciamiento del Despacho de la Fiscalía de Pasco Especializada en Materia Ambiental, quienes indican que el agua que abastece la EPS EMAPA PASCO y Volcán Cía. Minera S.A.A. a la población de Cerro de Pasco, bacteriológicamente no es apta para el consumo directo, y, de acuerdo a los resultados de análisis de calidad de agua realizados oficialmente por la Dirección Regional de Salud, que corroboran este hecho, en Julio de 2011 se desarrolló el Expediente Técnico del Proyecto Mejoramiento de la Calidad de Agua para Consumo Humano en las Zonas Urbanas de los Distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar en la Provincia de Pasco - Pasco”, con la finalidad de ejecutar dos componentes principales: mejoramiento de calidad de agua para consumo humano y estrategias y sensibilización para uso óptimo de agua potable. Por otro lado, en mayo de 2011 se celebra el Convenio Específico de Cooperación Interinstitucional para la Ejecución del Proyecto Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Saneamiento y Fortalecimiento Institucional Integral de la EMAPA PASCO, Provincia de Pasco – Pasco, entre el Gobierno Regional de Pasco y la Municipalidad Provincial de Pasco.

En este convenio se estableció que las atribuciones y obligaciones del Gobierno Regional serían:

- Culminar con elaborar el Expediente Técnico y/o Estudio Definitivo del Proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Saneamiento y Fortalecimiento Institucional Integral de la EMAPA PASCO, Provincia de Pasco – Pasco”, para tal fin deberá ceñirse a los parámetros para los cuales fue otorgada la viabilidad.

- El Gobierno Regional garantizará la contratación de una consultoría externa para supervisión del Expediente Técnico y mantendrá coordinación con la Empresa Prestadora de Servicios EMAPA Pasco y los entes rectores.
- El Gobierno Regional ejecutará los componentes Agua y Desagüe del Proyecto de Inversión Pública “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Saneamiento y Fortalecimiento Institucional Integral de la EMAPA PASCO, Provincia de Pasco – Pasco”, lo que corresponde al Distrito de Yanacancha y Distrito de Simón Bolívar.

Adicionalmente, se ha verificado que la Municipalidad Distrital de Simón Bolívar cuenta con dos Estudios aprobados a nivel de Perfil: Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en la Localidad de San Antonio de Rancas, Distrito de Simón Bolívar- Pasco – Pasco, con Código SNIP N° 193864 (Diciembre de 2011), y Mejoramiento y Ampliación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la Comunidad Campesina de Yurajhuanca, Distrito de Simón Bolívar- Pasco – Pasco, con Código SNIP N° 202308 (Ene 2011).Ant

Sin embargo, en los últimos años se ha venido trabajando dicho proyecto, encontrándose un avance acumulado del componente I por más del 95%, pero, se evidencia un nuevo problema, la presencia de microorganismos que de acuerdo a los análisis que se hicieron, estos son alrededor de 20 und. por cada litro de agua, el proyecto dispone que el caudal de servicio será alrededor de 200 litros por segundo ¿Qué significa esto? 4,000 und de microorganismos por segundo que circulara en las tuberías del proyecto, por ello planteamos como problema la presencia de microorganismos.

1.2 Delimitación de la investigación

Limitar un asunto de análisis significa, enfocar en términos concretos nuestra área de interés, especificar sus alcances, establecer sus fronteras, siendo:

- Geográfica: El estudio se centra en la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la provincia de Pasco, en Perú.
- Temporal: El estudio se enfoca en el periodo comprendido entre la puesta en marcha preliminar del proyecto de captación y distribución de agua potable y la obtención de resultados de la investigación.
- Temática: El estudio se enfoca en la optimización del diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes, específicamente en la reducción de la presencia de microorganismos en el agua potable.
- Metodológica: El estudio se basa en la selección de muestras de agua para análisis y la definición de variables y parámetros que se medirán en el estudio.
- Área de interés: el área de interés del presente proyecto de investigación está basado en el área de hidráulica
- Alcances: solo se determinará resultados respecto a la planta de tratamiento.
- Límites o fronteras: este estudio no se basará para otros tipos o niveles de plantas de tratamiento.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cómo optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes – 2021?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cómo optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando Cuarzo – 2021?
- ¿Cómo optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando antracita – 2021?
- ¿Cómo optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable con relación a la infraestructura sanitaria – 2021?

1.4 Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivos generales

Optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes – 2021

1.4.2 Objetivos específicos

- Optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando cuarzo – 2021
- Optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando antracita – 2021
- Optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable con relación a la infraestructura sanitaria.

1.5 Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación, obedece a la necesidad de mejorar los servicios básicos de saneamiento de la población de la ciudad de Cerro de Pasco, ante los frecuentes casos de enfermedades gastrointestinales producto del consumo de agua que no reúne las condiciones de calidad establecidas en la normatividad nacional y en la Organización Mundial de la Salud

De esta manera, las obras de abastecimiento de agua potable en el área del proyecto contribuirán a disminuir los casos de mortalidad infantil y morbilidad,

así como los gastos en servicios de salud de las familias que viven en el área del proyecto, contribuyendo de esta manera a respaldar la economía de la población.

Consecuentemente, la ejecución del proyecto permitirá mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria, en el entendido que la disminución del riesgo de enfermedades en la zona, les permitirá acceder a estándares de vida más sana, fortaleciendo además sus perspectivas de desarrollo humano personal, intelectual y familiar.

En el trayecto de 32 km el agua recibe aportaciones de caudal que hacen que disminuya de forma importante la calidad de las aguas que llegan a la instalación de tratamiento respecto a la de la propia laguna Acucocha, destacando el aporte de agua contaminada de la Laguna Agochayan.

La importancia del agua potable para la salud de la población: El acceso a agua potable es fundamental para la salud de las personas, y la presencia de microorganismos en el agua potable puede causar enfermedades y afectar la calidad de vida de la población. Por lo tanto, es necesario optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable para garantizar la calidad del agua potable y mejorar la salud de la población.

La necesidad de una infraestructura adecuada para el tratamiento y distribución de agua potable: La ciudad de Cerro de Pasco presenta dificultades en la captación de agua debido a su ubicación geográfica a 4380 metros sobre el nivel del mar. Por lo tanto, es necesario optimizar la infraestructura sanitaria para el tratamiento y distribución de agua potable, lo que permitirá una dotación de agua adecuada a la población y mejorar su calidad de vida.

El impacto económico y social de la optimización del tratamiento de agua potable: La optimización del diseño de planta de tratamiento de agua potable puede tener un impacto positivo en la economía y la sociedad de la ciudad de

Cerro de Pasco, ya que se reducirán los costos de mantenimiento de la infraestructura y se mejorará la calidad de vida de la población.

1.6 Limitaciones de la investigación

Las restricciones del presente trabajo de averiguación son:

- Obras de infraestructura sanitaria.
- La veracidad de los datos será en base a los estudios realizados en campo.
- Este estudio no garantiza el mismo resultado para otros proyectos.
- Solo se evaluará datos y resultados de la planta de tratamiento, otros componentes no serán evaluados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedente de investigación 1: EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA CRUDA PARA LA CIUDAD DE SAN MARCOS, 2017, AUTOR: ISPILCO ROJAS PALERMO ALCIDES

Donde indican:

(Palermo, 2017) “El presente trabajo se realizó en la planta de tratamiento de agua cruda, ubicado en el departamento de Cajamarca provincia de San Marcos y distrito Pedro Gálvez a una altitud de 2358 m.s.n.m, que distribuye el agua tratada a la ciudad de San Marcos. Tiene como finalidad estimar las eficiencias de las estructuras que involucran el tratamiento químico (mezclador hidráulico, pre-sedimentador, floculador, sedimentador y filtro lento) mediante un análisis fisicoquímico de las muestras obtenidas a la entrada y salida de las estructuras que conforman la planta de tratamiento de agua cruda. Adicional a ello se utilizó la metodología de modelos matemáticos propuesto por David Wolf y William Resnick para el análisis del tipo de flujo presentes en las estructuras en estudio. La eficiencia en función a la remoción de turbiedad para el pre-sedimentador, floculador, sedimentador y filtro lento fueron 45.20%,

26.99%, 44.58% y 95.59% respectivamente. El tiempo de retención teórico para pre-sedimentador, floculador y sedimentador fue 24.5 min, 19.26 min y 80.75 min respectivamente y el tiempo de retención real fue 26 min, 48 min y 68 min respectivamente. Mediante el modelo matemático propuesto por Wolf y Resnick se obtuvo los siguientes tipos de flujo en el pre-sedimentador un flujo pistón 66.40%, flujo mezclado 33.60 % y 15.70% zonas muertas; el floculador presentó flujo pistón 89.40%, flujo mezclado 10.60 % y 0% zonas muertas, el sedimentador cuenta con un flujo pistón 69.0%, flujo mezclado 31.0 % y 12.0% zonas muertas”

Para ello concluye:

- (Palermo, 2017) “Con los datos obtenidos de la planimetría y altimetría se procedió a calcular el volumen y los resultados para el pre-sedimentador, floculador y sedimentador fueron 33.98m³ , 26.71m³ y 111,97m³ , respectivamente. El caudal circulante promedio es del orden de 23.11 l/s, siendo este calculado mediante un registro de tirantes y velocidades en un tramo recto del canal con una longitud de 4m; Con ambos datos se determinó el tiempo de retención teórico, los resultados para el pre-sedimentador, floculador y sedimentador fueron 24.5 min, 19.26 min y 80.75 min, respectivamente”
- (Palermo, 2017) “Del análisis físico-químico del agua, del afluente y efluente se determinó la eficiencia de cada de las estructuras en estudio, en función de las muestras obtenidas de los puntos M1, M2, M3, M4 y M5; la mayoría de datos de turbiedad presentan valores altos en épocas de lluvia y al no contar con medidores de caudal y turbidímetro para una dosificación optima de coagulante hace que la turbiedad a la salida del filtro esté sobre los 5 UNT”

- (Palermo, 2017) “Mediante el ensayo de trazadores se determinó que el pre-sedimentador cuenta con un flujo pistón 66.40%, flujo mezclado 33.60 % y 15.70% zonas muertas; el floculador cuenta con un flujo pistón 89.40%, flujo mezclado 10.60 % y 0% zonas muertas lo cual indica que tiene una eficiencia recomendada para este tipo de unidad de flujo horizontal, ya que este tipo de unidades debe poseer un porcentaje alto de flujo pistón, además no se están formando cortocircuitos dentro del rector, lo que al final genera un buen funcionamiento; el sedimentador cuenta con un flujo pistón 69.0%, flujo mezclado 31.0 % y 12.0% zonas muertas. El tiempo de retención real son de 26 min, 48 min y 68 min respectivamente”
- (Palermo, 2017) “La eficiencia de la planta de tratamiento de agua cruda, para cada una de sus estructuras involucradas, pre-sedimentador, floculador, sedimentador y filtro lento fueron 45.20%, 26.99%, 44.58% y 95.59% respectivamente y una eficiencia total de la planta en función de las eficiencias parciales fue de 45. 12%. El cual indica una deficiencia en cuanto a la remoción de partículas en suspensión”

2.1.2. Antecedente de investigación 2: ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA, AUTOR: ALESSANDRA MARÍA CAMINATI BRICEÑO

Donde indican:

(Caminati,2013) “El objetivo del presente trabajo es diseñar dos alternativas de abastecimiento de agua para consumo humano en la Universidad de Piura y realizar una evaluación comparativa para la selección de la más conveniente para la universidad. La primera, consiste en la construcción de una planta de tratamiento para purificar el agua del pozo y distribuirla mediante bidones. Los beneficiarios de este servicio serían todo el

personal de la universidad. El análisis de los indicadores económicos básicos de esta propuesta, dan como resultado un VAN para un periodo de 10 años de S/. 364,627. La segunda también contempla la construcción de una planta de tratamiento, pero la distribución del agua sería mediante bebederos, siendo los beneficiarios toda la población universitaria. A diferencia de la otra propuesta la inversión es mayor, pero los gastos operativos son notablemente menores resultando un VAN de 10 años de S/. 213,440, el cual es menor a la propuesta anterior. Por otro lado, se evalúan también criterios cualitativos como abastecimiento continuo, beneficio comunitario, salud del personal, entre otros. Siendo la propuesta más conveniente la de bebederos”

Donde concluyen:

- (Palermo, 2017) “Las investigaciones determinaron que el agua de mesa que brinda actualmente la universidad no cumple con los Límites Máximos Permisibles de calidad según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, siendo el agua de mesa “Spring” la más crítica por presentar la mayor cantidad de bacterias heterotróficas, lo que evidencia la ausencia de medidas higiénicas en el lavado y llenado de bidones y deficiencia en el mantenimiento de filtros, membranas y tanques de almacenamiento, con lo cual dicha agua no es apta para el consumo. Por lo tanto, es de vital importancia que la universidad tome medidas concretas para subsanar esta situación y brinde así un mejor servicio en pos del cuidado de la salud de su personal”
- (Palermo, 2017) “Las investigaciones realizadas determinan que la calidad del agua potable brindada actualmente en la universidad, cuya fuente es el pozo, tanto en los servicios higiénicos y en el riego, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles de calidad según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, lo cual representa un peligro latente en la universidad debido a que muchas personas por falta de información pueden beber dicha agua y

contraer alguna enfermedad. Por ello, se recomienda analizar la posibilidad de aumentar la capacidad de la planta de tratamiento propuesta para proveer agua potable en todos los servicios requeridos, principalmente en los servicios higiénicos”

- (Palermo, 2017) “Los principales resultados del estudio de mercado muestran que del total de encuestados el 99% definitivamente o probablemente sí cambiaría el servicio actual por una de las alternativas propuestas, el 69% prefiere la opción de bidones, de éstos la mayoría (67%) los prefiere por comodidad o por costumbre; mientras que el 25% de los encuestados prefiere la opción de bebederos. Con estos resultados podemos concluir que de implementarse el proyecto no habría resistencia al cambio por parte de los usuarios, y aunque la mayoría prefiere la opción tradicional de bidones, lo hacen por la comodidad que estos les generan, por las menores distancias que tendrían que recorrer o la forma de beber el agua. Sin embargo, se les preguntó a todos si al instalarse bebederos les molestaría pararse de su oficina para ir a servirse agua de ellos y el 66% contestó que no les molestaría. Con esto se puede demostrar que la comodidad de los usuarios no se puede considerar como un factor crítico para la elección de la propuesta a implementar, pues como muchos de los encuestados comentaron, solo bastaría con saber que el agua es de buena calidad para consumirla, la forma de su distribución es solo cuestión de adaptarse”
- (Palermo, 2017) “Para garantizar y asegurar la calidad del agua en el sistema de tratamiento de agua por medio de bebederos, se determinó imprescindible la construcción de una planta de tratamiento al inicio de todo el proceso, debido a que el agua del pozo posee una característica propia de los acuíferos piuranos, su alta salinidad. La manera óptima de tratar este

parámetro, tal como se determinó, es colocar el equipo de ósmosis inversa (único equipo que disminuye las sales en el agua) en la planta mencionada”

- (Palermo, 2017) “Después de los estudios realizados, se determinó que la planta de tratamiento, sea para bidones o bebederos, deberá ser localizada cerca del pozo de agua, pues no sólo habrá cercanía para el ingreso de agua, sino que quedará a una distancia prudente de todos los edificios del campus universitario, en especial de mantenimiento. La ubicación de los bebederos garantiza una cobertura adecuada de las áreas de mayor concurrencia de la universidad, de tal manera que se asegura que toda la comunidad universitaria pueda disponer cómodamente del servicio de agua para consumo”
- (Palermo, 2017) “El proveedor seleccionado para la alternativa de bidones es la empresa INGENIERÍA DEL AGUA S.A.C., y para la alternativa de bebederos fueron dos, la empresa AQUATROL PERÚ S.A.C. para la planta de tratamiento y la empresa BONAVISTA para los bebederos. Esto debido a que todas ellas se ajustan muy bien al diseño del proceso planteado en el proyecto, brindando a su vez un servicio de buena calidad y a buen precio”
- (Palermo, 2017) “En la evaluación cuantitativa como en la cualitativa, la alternativa de bebederos resultó ser la más conveniente de implementar en la Universidad de Piura”
- (Palermo, 2017) “De la evaluación cuantitativa, a pesar que el sistema de tratamiento de agua para consumo y distribución por medio de bebederos implique una mayor inversión, sus gastos operativos son tan pequeños que a largo plazo es la alternativa más rentable desde el punto de vista financiero. Esto a pesar de abarcar a una mayor demanda”
- (Palermo, 2017) “De la evaluación cualitativa, la alternativa de bebederos sobresalió frente a la opción de bidones por ofrecer mayor beneficio a la

comunidad universitaria, pues permite que el servicio de agua potable para consumo humano sea no sólo para el personal de la universidad, sino también para alumnos e incluso visitantes; por mejores condiciones de trabajo, ya que evita que el personal cargue bidones, disminuyendo así los problemas de lumbalgias que presenta el mismo. Por último, esta alternativa al no contemplar la compra de bidones de plástico, ayuda a disminuir la contaminación generada por el plástico, beneficiando también al medio ambiente”

2.2. Bases teóricas – científico

2.2.1. Planta de tratamiento de agua potable

Generalmente la solución propuesta para el horizonte de este tipo de proyectos es de 20 años donde consiste en incorporar una batería de sedimentadores; mejoras en la unidad de mezcla rápida; reordenamiento de las pantallas y nivel de fondo del floculador; mejoras en las estructuras de entrada, decantación, salida y evacuación de lodos en los decantadores; mejoramiento de los filtros rápidos; mejoramiento del sistema de desinfección y reubicación de los lechos de secado.

2.2.2. Estado situacional de planta de tratamiento en la ciudad de cerro de Pasco

Tabla 1: Estado situacional de a planta de tratamiento en la ciudad de Cerro de Pasco (Fuente: Propia)

Nº	COMPONENTE	SITUACIÓN ACTUAL
I	CAPTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Superficial: Laguna Acucocha. Ejecutado Parcialmente. ✓ Cuarto de Válvulas inconcluso. ✓ Falta concluir con la instalación de todos los accesorios necesarios que corresponden a la captación. ✓ falta verificar las condiciones de operatividad y calibración de los equipos que ya se encuentran instalados, como es el caso del caudalímetro y del reductor de sobrevelocidad. ✓ Canastilla de captación en fuente: ejecutado, parcialmente.
II	LINEA DE CONDUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existe una línea de conducción (Captación - PTAP Uliachin) que cuenta con 8.30km de tubería HDPE DN 500mm, 25.95 Km de tubería HD 500mm, 46 und. Cámaras para Válvulas de Aire, 24 Cámara Para Válvulas de Purga y 04 cámaras de Derivación y corte. que alimenta la PTAP de Uliachin, así mismo es preciso mencionar que se cuenta con dos pases aéreos de 28m y 14m (Ejecutadas en ciertos puntos deficientemente e inconclusas). ✓ Se cuenta con dos líneas de derivaciones de HDPE DN 75mm hacia los centros poblados de Yurajhuanca y Quiulacocha. con 1424.92m y 135.6m respectivamente, que alimentan las plantas de tratamiento y reservorio respectivamente, estas últimas ejecutadas parcialmente.
III	PLANTA DE TRATAMIENTO DE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tenemos la Caseta de Sub Estación y caseta de guardianía a nivel de casco estructural. ✓ Cerco Perimétrico ejecutado al 96.86%

	AGUA POTABLE (PTAP)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La estructura de la PTAP se encuentra ejecutado a nivel de habilitación y estructura de enmallado, desde la cámara de ingreso, hasta la "cisternas grandes". ✓ Excavación Parcial del movimiento de tierra para la estructura de la "Cisterna Grande" así como del acceso a la misma. ✓ Construcción de la Base para El tanque Elevado.
IV	EQUIPAMIENTO DE RESERVORIOS	No existe.
IV	EQUIPAMIENTO DE RESERVORIOS	No existe.
VI	OBRAS DE CONTINGENCIA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Limpieza de Obra en la PTAP. ✓ Reparación de línea de conducción ✓ Bombeo de agua en la PTAP. ✓ Bombeo de agua de las cámaras de línea de conducción. ✓ Excavación con Retroexcavadora. ✓ Descolmatación Y Encauzamiento en el Puente Los Ángeles. ✓ Descolmatación Y Encauzamiento en el Puente Sacrafamilia. ✓ Soldadura de Termofusión para los tubos en Línea De Conducción. ✓ Soldadura de tapas metálicas en cámaras de Aire y Purga. ✓ Mantenimiento preventivo y correctivo de motobombas. ✓ Mantenimiento preventivo de vehículos livianos. ✓ Mantenimiento preventivo de Retroexcavadora.
VII	SOSTENIBILIDAD Y FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	No existe.

2.2.3. Necesidades y objetivos de la planta de tratamiento en la ciudad de cerro de pasco

Las necesidades y objetivos de la planta de tratamiento para la ciudad de cerro de Pasco, comprende:

En captación:

- Instalación de Canastilla DN 600mm en Fuente de Agua.
- Instalación de 02 accesorios tipo TEE de Dn=600mm con reducción a Dn=400mm para bypass en cámara de válvulas.
- Instalación de Bypass para incorporación de filtro de Dn=400mm HD bridado.
- Instalación de tubería de limpia de los filtros hacia sistema de purga de la cámara de captación.
- Instalación Niple DN 600mm en Cámara de Válvulas.
- Instalación de sistema de purga o desagüe y ventilación en Cámara de Válvulas.
- Tapas metálicas y de C°A° en Cámara de Válvulas.
- Instalación de sistema de montaje Viga IP y teclé en cámara de válvulas.
- Construcción de Muro para protección de la fuente.
- Impermeabilización del Cuarto de Válvulas.
- instalación de sistema de paneles solares y circuito eléctrico para abastecimiento de energía en cámara de captación.
- Instalación de pararrayos para protección del sistema eléctrico.
- Construcción de cerco perimétrico de mallas metálicas y columnas de concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$ y portón de ingreso.
- Realizar la calibración del caudalímetro y del reductor de sobre velocidad.

En línea de conducción:

- Concluir con la construcción de Línea de Impulsión hacia el Reservoirio de Lucerito. L= 438.78m Tub. HDPE 400mm. Que cuenta además con 06 Cámaras de Válvulas de aire y 02 Cámaras de Válvulas de purga.
- Concluir con la construcción de Línea de Impulsión hacia el Reservoirio de Uliachin. L= 353.33m Tub. HDPE 200mm. Que cuenta además con 05 Cámaras de Válvulas de aire y 03 Cámaras de Válvulas de purga.
- Culminar con la ejecución de las PTAPs de Quiulacocha y Yurajhuanca.
- Construcción de muros de Gaviones para el sostenimiento y tratamiento del talud a lo largo de la línea de conducción.
- Drenajes, badenes y alcantarillas en la zona de acceso vehicular.
- Construcción de muros de Gaviones para la protección de las 04 Cámaras de purga ubicados en los lechos de los ríos.
- Encausamiento del rio Gashan en las progresivas donde se ubican las 04 cámaras de válvulas de purga.
- Acondicionamiento de los pases aéreos de L=20m y L=28m.

Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

- Culminación de la Ejecución de la PTAP.
- Construcción de la Caseta de Cloración.
- Construcción del Cuarto de Bombas.
- Culminación de la ejecución de la Oficina de Operaciones y Caseta de Guardianía.
- Culminación del cerco perimétrico en la PTAP.

Equipamiento de reservorios

- Equipamiento de Reservoirio de Lucerito
- Equipamiento de Reservoirio de Uliachin

Mitigación ambiental

- Sembrado de grass en áreas contiguas a la línea de conducción
- Revegetación, Campamento y patio de Maquinas.
- Regado durante trabajos de movimiento de tierras.
- Plan de transporte, Recolección y disposiciones de residuos sólidos.
- Plan de contingencia y seguridad.
- Plan de Abandono.
- Letrero de señalización Ambiental.
- Letrinas Transportables.
- Programa de capacitación y participación ciudadana.
- Programa de capacitación Técnica y educación Ambiental.
- Señalización de línea de conducción en zona de cantera.

Sostenibilidad y fortalecimiento institucional

- Prueba De Puesta En Marcha Ptap Y Línea De Conducción
- Sensibilización Y Concientización A La Población
- Capacitación Técnica Y Educación Ambiental
- Instalación De Tubería Hdpe 500 De 6 Cm De Espesor X 9 Metros Pn 16
- Suministro E Instalación De Tubería De Hierro Dúctil Dn 500
- Equipo. De Sold. P/Termofusión Dn 350 - 600 Inc. Acces.
- Programa De Sensibilización Y Concientización A La Población Beneficiaria
- Programa De Capacitación Técnica Y Educación Ambiental
- Señalización De Línea De Conducción En Zona De Cantera Con Concreto C/30M.
- Mitigación De Eventualidades.

El proyecto busca además mejorar la calidad de vida de la población de Cerro de Pasco, de aquellos sectores carentes de los servicios básicos de saneamiento, alcanzándoles servicios públicos eficientes de agua potable y

alcantarillado; lo que redundará en la disminución de las enfermedades gastrointestinales.

2.3. Definición de términos básicos

Eficiencia

(os.020, 2020) “la eficiencia del sistema de tratamiento, se basa en lograr una determinada calidad de agua deseada, a menor costo de operación posible, también lo podemos definir como la maximización de la producción con un mínimo de insumos químicos utilizados para la obtención de una buena calidad de agua potable”

Flujo pistón

(OS.020, 2020) “Se describe como aquel en el que todas las partículas de fluido que entran a la unidad permanecen en ella el mismo tiempo”

Flujo de mezcla

(OS.020, 2020) “Flujo mezclado es aquel en el que todo elemento que ingresa al reactor se dispersa inmediatamente”

Flujo no ideal

(OS.020, 2020) “Este tipo de flujo corresponde a cualquier grado intermedio entre flujo a pistón y mezcla completa con otras posibles alteraciones como la presencia de zonas muertas, cortocircuitos hidráulicos, recirculación”

Agua potable

(OS.020, 2020) “El agua potable se refiere a un tipo de agua a la cual se le realizan una serie de procedimientos para potabilizarla, para que la misma pueda ser consumida por los seres humanos sin ningún problema, ya que la misma tendrá un contenido de minerales equilibrado. Para que un agua sea considerada como potable, es necesario que la misma tenga un nivel de pH que

oscila entre 6.5 y 6.9. El agua potable se caracteriza además porque se encuentra libre de organismos que puedan ser perjudiciales para la salud”

Turbiedad

(OS.020, 2020) “a medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión. Cuanto mayor sea la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido, mayor será el grado de turbidez. En potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales, la turbidez es considerada como un buen parámetro para determinar la calidad del agua, a mayor turbidez menor calidad. Según la (OMS, 2008) la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 2 NTU, y estar idealmente por debajo de 1 NTU”

Retención hidráulica

(OS.020, 2020) “Es el tiempo que una unidad de fluido permanece en un recipiente, es decir, el tiempo que el líquido que entra en tu recipiente tarda en salir del mismo”

Gradiente hidráulico

(OS.020, 2020) “Es la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua; es decir, representa la pérdida o cambio de potencial hidráulico por unidad de longitud, medida en el sentido del flujo de agua”

Hidrolisis

(OS.020, 2020) “una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química”

Floculación

(OS.020, 2020) “Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado”

Agitación hidráulica

(OS.020, 2020) “Movimiento obtenido al aprovechar la energía del agua para producir turbulencia”

Agitación mecánica

(OS.020, 2020) “Movimiento obtenido mediante dispositivos mecánicos (paletas, aspas, etc.) para producir turbulencia”

Agua cruda

(OS.020, 2020) “Agua que no ha sido sometida a proceso de tratamiento”

Tratamiento

(OS.020, 2020) “Conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla potable de acuerdo a las normas establecidas”

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Optimizar El Diseño De Planta De Tratamiento De Agua Potable Utilizando Medios Filtrantes – 2021

2.4.2. Hipótesis Específica

- Utilizando cuarzo se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable – 2021
- Utilizando antracita se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable – 2021

- Mejorando la infraestructura sanitaria, optimizamos el diseño de la planta de tratamiento de agua potable -2021

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Las variables independientes son:

- Uso del Cuarzo
- Uso de la antracita
- Mejora de la infraestructura sanitaria

2.5.2. Variable dependiente

La variable dependiente es:

- Optimización del diseño

2.5.3. Variable Interviniente

- Asistentes
- Residente de obra proyecto de Agua para Pasco
- Proyectistas, etc

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2: Definición Operacional de Variables e indicadores

Variable	Definición	Indicador
Uso del Cuarzo	Esta variable está definida como la estrategia para determinar si el estudio, influye el uso del cuarzo en mitigar la presencia de microorganismos en el agua que se abastecerá a la ciudad de cerro de Pasco.	Cantidad de microorganismo
Uso de la antracita	Esta variable está definida como la estrategia para determinar si el estudio, influye el uso de la antracita en mitigar la presencia de microorganismos en el agua que se abastecerá a la ciudad de cerro de Pasco.	Cantidad de microorganismo
Mejora de la infraestructura sanitaria	Esta variable está definida como la estrategia para determinar si el estudio, influye si al mejorar la infraestructura sanitaria mejora la mitigación de microorganismos en el agua que se abastecerá a la ciudad de cerro de Pasco.	Cantidad de microorganismo

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Basado en la explicación anterior, el tipo de investigación que se llevará a cabo en este proyecto es una investigación experimental. Esto se debe a que se realizará una prueba de laboratorio donde se medirán variables específicas y se manipularán para determinar su efecto en la cantidad de microorganismos presentes en el agua potable. Se mantendrán constantes ciertos factores, mientras se cambian otros, y se observará el impacto de los cambios realizados en la variable dependiente (cantidad de microorganismos presentes en el agua potable).

La investigación experimental es adecuada para este proyecto, ya que permite evaluar la relación de causa y efecto entre la tecnología utilizada y la presencia de microorganismos en el agua potable. Además, esta metodología proporciona resultados cuantitativos y objetivos que permiten una evaluación precisa y rigurosa de los resultados obtenidos.

(Estadística para ingenieros, 2020) “La indagación empírica o experimental es cualquier averiguación hecha con un enfoque científico, donde un grupo de variables se mantienen constantes, mientras tanto que el otro grupo

de cambiantes (Variables) se miden como individuo del experimento. La averiguación empírico o experimental pertenece a los procedimientos de averiguación cuantitativa primordiales. El ejemplo más fácil de una averiguación empírico es una prueba de laboratorio. Continuamente que la indagación se haga bajo condiciones científicamente aceptables, se clasifica como una averiguación empírica. Una verdadera indagación empírico se estima exitosa solamente una vez que el investigador asegura que un cambio en la variable dependiente se debería a la manipulación de la variable sin dependencia. Es fundamental para una averiguación empírico entablar la causa y el impacto de un fenómeno, lo cual supone que debería ser claro que los efectos vigilados en un experimento se tienen que a la causa”

Para nuestro caso, se tomará en cuenta resultados que determinará el uso de cada tecnología para mitigar la presencia de microorganismos, siendo nuestra tecnología la causa, y el efecto será la cantidad de microorganismos que se han mitigado.

3.2. Nivel de investigación

En el proyecto de investigación sobre la optimización del diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes, se puede considerar el nivel de investigación como explicativo.

La investigación explicativa busca establecer relaciones de causa-efecto entre las variables del estudio y explicar por qué se producen ciertos fenómenos o situaciones. En tu proyecto de investigación, se busca determinar la relación entre el uso de tecnologías de filtración específicas y la cantidad de microorganismos presentes en el agua potable. Se busca explicar cómo se puede optimizar el diseño de planta de tratamiento de agua potable para mejorar la calidad del agua potable y la eficiencia en la distribución.

Por lo tanto, el proyecto de investigación se enfoca en explicar las relaciones entre las variables y establecer por qué ocurren ciertos fenómenos, lo que indica que se trata de una investigación de nivel explicativo.

3.3. Método de investigación

(estadística para ingenieros, 2020) “la averiguación cuantitativa se basa en recolectar y examinar datos numéricos. Este procedimiento es ideal para detectar tendencias y promedios, hacer predicciones, revisar interacciones y obtener resultados en general de poblaciones gigantes. La indagación cuantitativa es un procedimiento estructurado de colección y estudio de información que se recibe por medio de distintas fuentes. Este proceso se realiza con la utilización de herramientas estadísticas y matemáticas destinados a cuantificar el problema de averiguación”

Referente a su uso en las organizaciones, la averiguación cuantitativa puede contribuir a la optimización de productos y servicios o en la toma de elecciones precisas e informadas que apoyen a lograr las metas establecidas.

Para nuestro caso, los resultados que emanan de conocer si las tecnologías que propones son aceptables, determinara el uso de ellas para utilizar en la planta de tratamiento de agua residual.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño es denominado el experimental considerando que se analizara en la actualidad cual es el estado situacional de los microorganismos, para luego, se aplicara las tecnológicas propuestas para después realizar cual ha sido el efecto del tratamiento, por ello el diseño de la investigación es el siguiente:

$$G = 0_1 \rightarrow X \rightarrow 0_2$$

Dónde:

- O1 = Pre – Test
- X = Procedimiento
- O2 = Post – Test, luego de aplicado el tratamiento

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Plantas de tratamiento de agua potable

3.5.2. Muestra

Proyecto integra de agua potable para pasco, específicamente planta de tratamiento de agua potable.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos consideradas para recolección de datos iniciales son:

Ensayo:	Descripción del Método de Referencia:
Cianuro Total:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-CN C, E 23rd Ed. 2017. Total Cyanide After Distillation / Colorimetric Method.
Color Verdadero:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2120 B 23rd Ed. 2017. Visual Comparison Method
Cloruro:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B. 23rd Ed. 2017. Chloride: Argentometric Method.
Cloro Residual:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-Cl G 23rd Ed 2017. DPD Colorimetric Method
Dureza Total:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 23rd Ed. 2017. Hardness: EDTA Titration Method.
Fluoruros:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part Part 4500-F D 23rd Ed. 2017. SPADNS Method
Nitrato (N-NO ₃ ⁻):	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ E. 23rd Ed 2017. Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method.
Nitrito (N-NO ₂ ⁻):	SMEWW – APHA- AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B. 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite): Colorimetric Method.
Numeración de Coliformes Totales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.B, 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Fecales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.E-1, 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Numeración de <i>Escherichia coli</i> :	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9221 G.2 – Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other <i>Escherichia coli</i> Procedures (Proposed). <i>Escherichia coli</i> Test (Indole Production)
Recuento de Bacterias Heterotróficas:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9215 B – Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
Sólidos Totales Disueltos:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 23rd Ed 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Sulfato:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ⁻² E, 23rd Ed. 2017.Sulfate. Turbidimetric Method.
Turbidez:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 23rd Ed. 2017. Turbidity: Nephelometric Method.
Conductividad:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method
Determinación de Protozoarios y Helminintos patógenos:	Método de Baillenger modificado. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Rachel M. Ayres y D. Duncan Mara. OMS. Ginebra.
Determinación de Organismos de Vida Libre para aguas de uso y consumo humano:	APHA-AWWA-WEF, Part 10200 C.1 y 3, F.2, a, c.1, 22nd Edition.2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

Ilustración 1: ensayos de recolección de datos

Luego de usado o aplicado las tecnológicas indicadas en la presente investigación, los resultados de la mitigación de los microorganismos serán a

simple vista, los resultados de calidad del agua, se adjuntará en base a los resultados de las áreas correspondiente de la DIRESA Pasco.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Observación participante, arias (2006) “la describe como el caso en el que el investigador pasa a formar parte de la comunidad o medio donde se desarrolla el estudio” (p. 70). Arias (2006) “la implementación de estas técnicas en el presente análisis, condujeron por un lado a conceder al investigador los conocimientos tanto técnicos como operativos para desarrollar una estrategia de la Calidad, y sin embargo, para recopilar información de los recursos más peculiares de la tesis, de las metas, políticas de calidad y composición de la organización y de los conceptos, reglas y tendencias más actuales sobre el asunto de la calidad. Para eso, se hizo una lectura general de los textos y la averiguación y observación de los hechos presentes en los documentos escritos consultados que fueron de interés para esta indagación”

3.8. Tratamiento estadístico

(estadística para ingenieros, 2020) “examinar e interpretar estadísticamente datos logrados en pruebas de tratabilidad referentes a la calidad del agua, determinamos con base a la vivencia que el más correcto es hacer un estudio completo de significancia, por consiguiente, el trabajo se inspira tanto en la utilización de herramientas primordiales, como por ejemplo la media aritmética y la desviación estándar, así como además en la exploración de componentes aplicada a interrelaciones estadísticas. Para lograrlo se recurrirá a los instrumentos de Microsoft Excel, en el que se establece que para obtener un resultado importante es necesario más grande proporción de pruebas”

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El trabajo no dejará secuelas negativas al proyecto denominado como proyecto de dotación para la ciudad de cerro de Pasco, no perjudicara a los profesionales quienes intervinieron en la formulación y construcción.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Punto de captación

De acuerdo con el estudio Topográfico del Expediente Técnico del Proyecto, la Captación Principal “Laguna Acucocha” y Línea de Conducción, se han desarrollado dentro de la siguiente distribución de puntos de Control Geodésico:

Tabla 3: Valor del punto resultado del post-proceso en UTM – WGS – 84 (Fuente: Expediente técnico Proyecto del Agua Pasco – 2020)

Adjusted oints					
Na me	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code	CODIGO EQUIPO
G-1	8807299.388	333365. 785	4496.00	gps1	gps1
G-3	8813188.697	352070. 598	4222.00	gps2	gps2
G-4	8817536.909	361944. 094	4443.00	gps4pa sco	gps4pa sco
G-2	8808969.050	343554. 107	4329.50	gps 2km10	gps 2km10

- Área de captación – punto de control Geodésico G_1
- Línea de conducción Km 11+250 – punto de control Geodésico G_2
- Línea de conducción Km 21+350 – punto de control Geodésico G_3
- Áreas del Reservorio Uliachín – punto de control Geodésico G_4

Está localizado a orillas de la laguna ACUCOCHA, originalmente de acuerdo con la data mencionada, el diseño de la captación planteaba una tubería de 24m de DN= 600MM HD la cual contaría con 2 canastillas adosadas a un accesorio tipo Yee en el extremo. Conforme con la información levantada en la visita técnica de campo, en la actualidad se pudo establecer que únicamente se instaló una tubería de 6m de longitud Dn= 600mm HD a una hondura de 3.50 m.

La laguna se ubica en la cabecera del río Gashan (que en realidad es un canal en tierras pero que, dada su gran magnitud, recibe la calificación de río), el cual es tributario del río San Juan por su margen derecha. La microcuenca de drenaje de la misma va desde la cota 4,400 msnm hasta la cota 5,154 msnm, siendo el área de drenaje de 22,64 km² y el espejo de agua de aproximadamente 6 km², lo que nos indica su gran capacidad de almacenamiento.

4.1.2 Del estudio de batimetría.

La morfología del terreno obtenido a través del estudio batimétrico nos brinda la seguridad de que se cuenta con las condiciones favorables para el adecuado funcionamiento y lograr el objetivo de captar el líquido elemento.

Se logra apreciar en la siguiente imagen, las características físicas existentes en el cual, lo más preponderante es la pronunciada pendiente próximo a la orilla de la laguna que permitió la adecuada instalación de la tubería de HD de D=600mm.

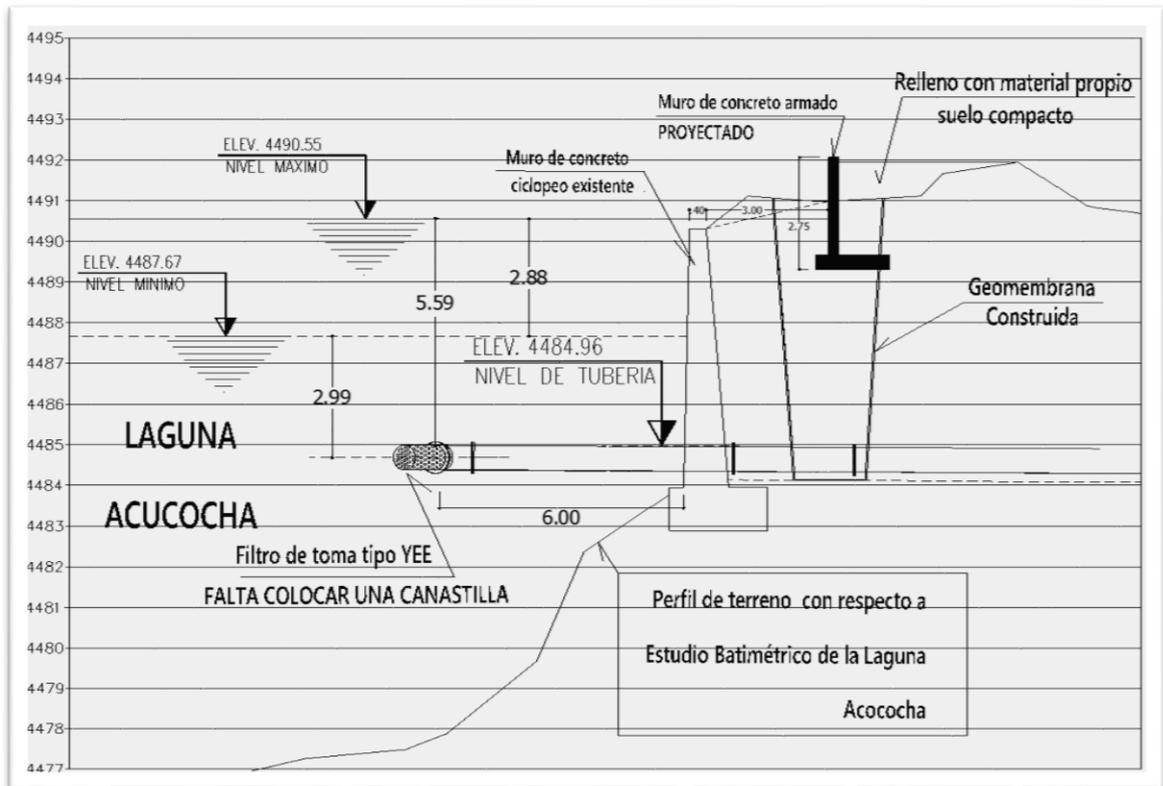


Ilustración 2: Esquema gráfico de la captación existente en la Laguna ACUCOCHA

Luego de identificar las condiciones favorables para el adecuado funcionamiento de la captación, se concluye que es innecesario instalar los 24m de tubería D=600mm HD debido a que su instalación ocasionará un gasto innecesario puesto que se requerirán construir algún sistema de anclaje o soporte que garantice la estabilidad, así como la durabilidad de la tubería de captación.

Con el propósito de evitar la caída de tierra y rocas y enturbien el agua que se encuentra próximo a la tubería de captación, se plantea la construcción de un pequeño muro de contención y estabilice el talud y contenga el material circúndate a la zona indicada. En las siguientes imágenes se muestra el momento en que un buzo ingresa justo en la zona de captación hacia la tubería y canastilla instalada con el propósito de hacer las verificaciones y tomar las dimensiones correspondientes.



Ilustración 3: Identificación de la captación existente en la Laguna ACUCOCHA

4.1.3 Estructura de la PTAP

Es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas para el consumo humano, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final. Debido a que las mayores exigencias en lo referente a la calidad del agua se centran en su aplicación para el consumo humano y animal estos se organizan con frecuencia en tratamientos de potabilización y tratamientos de depuración de aguas residuales, aunque ambos comparten muchas operaciones.

Cámara de entrada

En esta cámara constará de 01 estructura de concreto armado de dimensiones internas de 3.72 metros de largo, 1.95 metros de ancho y una profundidad total de 4.54 metros, a la cual llega una tubería de conducción de 500 mm de Hierro Dúctil.

La función de esta cámara es contener dentro un medidor de caudal y una válvula compuerta que controle el ingreso de agua a la PTAP.

Así mismo, al tratarse de un proyecto que cuenta con un gran porcentaje de tubería instalada, a manera de seguridad se proyecta la instalación de una cámara reductora de presión el cual trabajara en el rango de 0 – 50 m. Actualmente se encuentra construido el solado para la cimentación de la cámara y la armadura con acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ de la cimentación y los muros de la cámara.

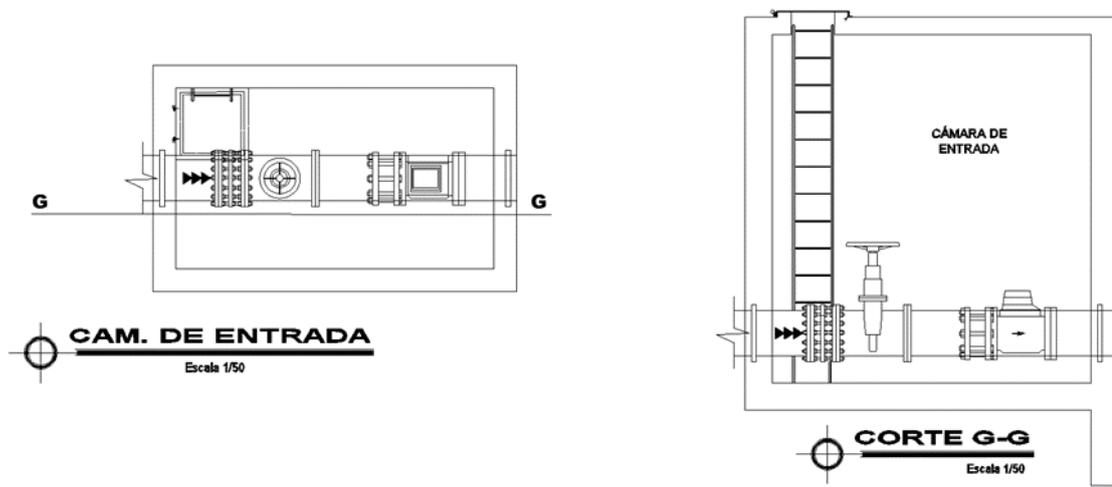


Ilustración 4: Proyección de la cámara de ingreso a PTAP

Canal de distribución

Consta de 01 estructura de concreto armado de dimensiones internas de 10.12 metros de largo, 1.03 metros de ancho y una profundidad total de 2.99 metros, a la cual llega la tubería de conducción de 500 mm de Hierro Dúctil.

Sirve de ingreso del agua a cada unidad de filtro por medio de las compuertas de entrada de 12" de cada unidad. En la parte superior de este canal se ubica el vertedero que limita la carga hidráulica máxima disponible para la operación con tasa declinante de la batería de filtros.

Filtro rápido

El número de filtros en una batería de tasa declinante y lavado mutuo es de 4 unidades, de tal manera que tres toman el caudal de toda la batería al momento de lavar una unidad.

Cada batería consta de 01 estructura de concreto armado de dimensiones de 10.7m de largo, 2.38 m de ancho y una profundidad de 4.87m, a la cual llega el agua por medio de las compuertas de entrada de 12" que cada unidad tiene.

Canal de aislamiento

Este canal se localiza contiguo a la batería del filtro y se comunica con ella a través del canal del falso fondo en toda su sección, lo cual permite una distribución pareja del agua de lavado a todo lo ancho del drenaje. Recibe este nombre porque tiene la función de aislar una unidad del resto de la batería, cerrando la compuerta de entrada de 12" y la compuerta de salida de 16" que comunica con el canal de interconexión. Cada canal consta de 01 estructura de concreto de dimensiones de 0.55m de largo, 2.38 m de ancho y una profundidad de 4.87m, a la cual llega el agua por el falso fondo y sale al canal de interconexión por la compuerta de 16" que cada unidad tiene.

Canal de interconexión

Consta de 01 estructura de concreto armado de dimensiones de 10.12 m de largo, 1 m de ancho y una profundidad de 4.12 m.

Cumple dos funciones importantes:

- Durante la operación normal de filtración, reúne el efluente de todos los filtros y los conduce a través del vertedero para ingresarlos a las cámaras de contacto.
- Durante la operación de lavado de una unidad, al bajar el nivel del agua por debajo del vertedero de salida facilita que se derive automáticamente el agua

filtrada producida por las otras unidades en operación (por lo menos tres) hacia el filtro que se encuentra en posición de lavado.

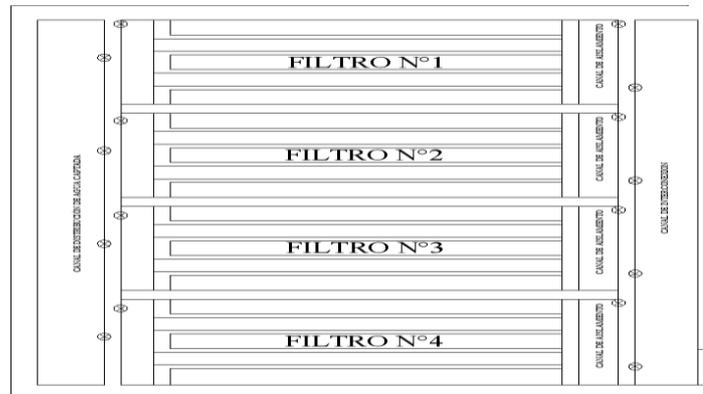


Ilustración 5: Canal de distribución, la batería de filtros, el canal de aislamiento y el canal red interconexión de PTAP

Canal de vaciado

Consta de 2 canales de vaciado, ubicados uno bajo el canal de reparto y el otro, debajo del canal de interconexión.

La primera estructura de concreto armado de dimensiones de 10.12 m de largo, 1 m de ancho y una profundidad de 1.80m, y su compuerta de entrada de 14". El segundo canal, cuyas dimensiones son 10.12 m de largo, 1 m de ancho y una profundidad de 60 cm y su compuerta de entrada de 10". Recibe este nombre porque tiene la función de recolectar el agua de lavado de una unidad del resto de la batería, así como el agua que se genere de la limpieza del canal de aislamiento.

Cámara de contacto

Consta de 01 estructura de concreto armado de dimensiones de 12.75 m de largo, 10.72 m de ancho y una profundidad de 3.40m, a la cual llega el agua filtra de la cama de interconexión. Dentro de la estructura se ramifica en 4 cámaras de 3 m de ancho. Siendo la primera cámara, en donde se encuentra el difusor de solución de cloro.

La cámara de contacto tiene como función asegurar un tiempo de contacto fijo entre el agua y el cloro, de tal modo de asegurar la remoción de bacterias, virus y parásitos presentes en el agua.

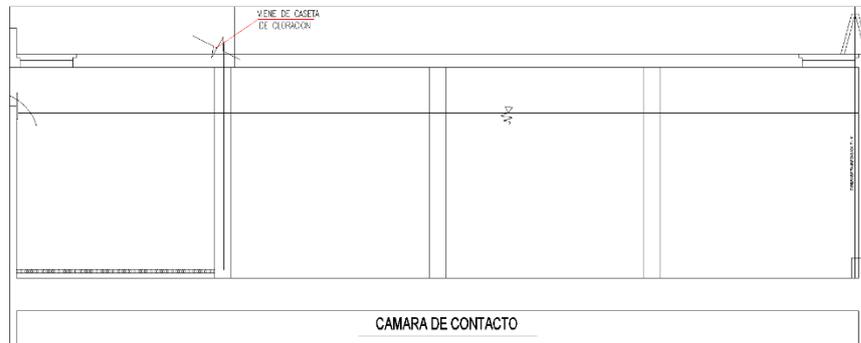


Ilustración 6: Cámara de contacto

Cisterna

Consta de 02 estructuras de concreto armado independientes, una destinada para el reservorio de lucerito y el otro al reservorio de uliachin, el volumen total de las cisternas es de 1003.20 m³, con una altura es de 5.30 metros. Actualmente ya se encuentran construidas estas cisternas a nivel de acero de refuerzo.

También se encuentra ejecutado el solado y la armadura de acero $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ cisterna aprobada en el Expediente Saldo, donde solo incluía 02 cisternas, para Uliachin y Lucerito de 160 m³ y 175 m³ respectivamente.

Otras estructuras secundarias

- Caseta de cloración
- Cuarto de bombas
- Cámaras de limpias
- Cerco perimétrico

4.1.4 Trabajo de campo identificando el problema

Anterior a la ejecución de la visita a la laguna acucocha para el levantamiento de información, se hizo un reconocimiento general del área que

comprende la zona de análisis, posteriormente se definió la metodología a usar que comprendía como primera acción la localización del emisor subacuático en la laguna por medio de una visita en bote.

Al revisar que en la laguna no existía data de apoyo para controlar hondura con en relación a la tubería de captación del emisor subacuático, se consideró primordial referenciar 10 tomas de apoyo GPS por medio de el sistema de posicionamiento universal GPS.

Para comenzar, se hizo un reconocimiento general de la laguna con el fin de localizar los aspectos de apoyo en donde se ejecutarían las tomas que nos permitirían entender las distintas profundidades sobre la que nos encontrábamos; tomando la importancia que tienen que ser sitios a partir de donde se logre reconocer la localización de la tubería de captación de agua y de esta forma poder detectar a diferentes alturas la existencia de los microorganismos asignados en el problema de la presente tesis.

El procedimiento empleado para el levantamiento por sondas de medición de hondura de la laguna ACUCOCHA, ha sido por medio del registro constante de nuestro recorrido en bote. Obteniendo una interacción respecto al área del área de la laguna identificando variaciones bruscas de hondura, por lo tanto se ha determinado los siguientes resultado en relación a la cantidad de Microorganismos.

Cantidad de Microorganismos (und/litro)		Altura						
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	10 m	15 m
Profundidad desde el punto de captación	1m	16	16	19	22	18	16	18
	2m	19	23	21	15	21	20	19
	3m	21	16	20	20	21	17	24
	4m	17	19	17	19	18	16	17
	5m	22	20	18	23	22	20	17
	10m	20	23	22	20	22	22	25
	15m	25	22	21	16	19	23	19
	20m	23	25	22	15	22	19	17
	40m	21	16	17	18	15	18	22
	80m	23	25	19	21	20	20	17
	100 m	17	17	22	24	18	16	23
120 m	23	15	22	22	18	22	19	

Por ello se evidencia, un promedio de 19 microorganismos por litro a cualquier profundidad de altura y cualquier profundidad desde la captación hasta el punto en estudio.

Lo que indica Marino MORIKAWA, del grupo TTT GRUPO MORIKAWA en el Informe de Propuestas Técnicas para la Optimización del Sistema de Captación del Agua de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) ULIACHIN Provincia de Pasco – Pasco, indica: Del recorrido realizado en el bote se pudo obtener muestras de agua en donde se comprobó la presencia de crustáceos planctónicos conocidos como “pulgas de agua”.



Ilustración 7: Muestra De Agua Obtenida De La Laguna Acucocha / Fuente: Grupo Morikawa



Ilustración 8: Muestra De Agua Obtenida planta de tratamiento / Fuente: Propia

Durante el trabajo de campo realizado en la laguna Acucocha, se llevó a cabo un reconocimiento general del área y se estableció una metodología para recopilar información relevante. Para localizar el emisor subacuático en la laguna,

se realizó una visita en bote y se utilizaron sistemas de posicionamiento GPS para tomar puntos de referencia.

Se identificó la importancia de conocer las diferentes profundidades de la laguna para detectar la existencia de los microorganismos que son parte del problema de investigación. Se realizaron mediciones de hondura utilizando sondas de medición mientras se recorría la laguna en bote. Se registraron las variaciones bruscas de hondura y se obtuvieron los resultados de la cantidad de microorganismos presentes a diferentes alturas.

Los resultados obtenidos muestran que la cantidad de microorganismos en la laguna Acucocha es en promedio de 19 microorganismos por litro, independientemente de la profundidad o altura en la que se realice la medición. Estos microorganismos incluyen crustáceos planctónicos conocidos como "pulgas de agua".

Es importante destacar que se obtuvieron muestras de agua tanto de la laguna Acucocha como de la planta de tratamiento de agua, lo que permite comparar la presencia de microorganismos en ambos lugares. Estas muestras son de vital importancia para comprender la calidad del agua y la necesidad de implementar medidas de mitigación.

En resumen, el trabajo de campo realizado en la laguna Acucocha proporcionó datos relevantes sobre la presencia de microorganismos en el agua. Los resultados obtenidos respaldan la necesidad de buscar soluciones para mejorar la calidad del agua que se abastece a la ciudad de Cerro de Pasco.

4.1.5 Mitigación de microorganismos

Para la mitigación de los microorganismos, se han tenido las siguientes propuestas por parte de consultores externos para el gore (ttt grupo morikawa), siendo:

4.1.5.1 Propuesta de terceros

Propuesta N° 01: Ampliación de longitud en sección del emisor subacuático existente en la laguna

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Intervención en la sección inicial correspondiente a la captación desde la fuente.
- Aumentar directamente la longitud de la sección del emisor subacuático que se encuentra en el interior de la laguna.
- la ubicación del punto de captación de agua deberá localizarse a una distancia no menor de 20 metros con respecto al muro de concreto existente.
- La ampliación de la tubería del emisor subacuático deberá mantener el porcentaje de pendiente de 0.52%

Componentes

- Tubería captación de agua Dn: 600 mm HD.
- Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación.
- Isla flotante como mecanismo de soporte del colector e inspección.
- Sistema de sujetadores anclaje al módulo de la isla flotante.

Consideraciones de la propuesta N°01

- La propuesta de ampliación de longitud del emisor subacuático garantiza un 90% de eficacia en el funcionamiento con respecto a la disminución de crustáceos planctónicos presentes en el volumen de agua captado por la toma de la fuente.
- El incrementar la longitud de la tubería, no impactará negativamente en la capacidad de captación del caudal ofrecido por la fuente.

- Al contar con el equipamiento “muelle flotante” se garantiza el acceso para mantenimientos y seguimientos sin la necesidad de la ejecución de un muelle como una obra civil.
- El proceso de instalación para la ampliación del emisor subacuático deberá ser aplicada por el personal capacitado necesario para desarrollar esta propuesta

Propuesta N° 02: Implementación de tanque de captación con sistema de filtración

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Implementación de un tanque de captación intermedio entre la toma de agua en la laguna y la cámara de válvulas.
- Esta estructura de concreto estará ubicada con una cota de fondo por debajo del nivel del terreno natural ya que se debe respetar el porcentaje de pendiente que presenta la red del colector.
- Deberá presentar un canal de ingreso hacia una precámara la cual dará acceso al flujo de agua hacia la cámara principal que contará con un sistema de filtración vertical, finalmente accederá a un canal de salida que continúe con la dirección a la cámara de válvulas.
- La cota del nivel superior del nuevo tanque de captación será calculada con respecto al fondo de la tubería del colector.

Componentes:

- Colector:
 - Tubería captación de agua
 - Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación
- Tanque:

- Tanque de captación.
 - Canal de aislamiento
 - Canal de filtrado
 - Canal de distribución de agua filtrada
- Rejilla de filtración en el interior del tanque

Consideraciones de la propuesta 2

- La propuesta de implementación de un tanque de captación y sistema de filtración garantiza el 93% de eficacia en el funcionamiento con respecto a la disminución de crustáceos planctónicos.
- Al ubicarse el tanque de captación en el eje de la red del colector, ocupará parte de la vía, pero en forma subterránea, de manera que solo será visible una parte de la caseta de operación, quedando parcialmente enterrada.
- Se entiende que al ejecutarse esta propuesta las líneas de alimentación y de impulsión serán cortadas para adecuarse al diseño del tanque, respetando el porcentaje de pendiente existente.
- La implementación de esta propuesta requiere de una obra civil, construcción de tanque.
- El mantenimiento de esta propuesta debe ser continuo para evitar la pérdida de presión y saturación, por lo que el costo de mantenimiento se incrementaría.
- Mediante la aplicación de esta propuesta se estaría generando un desequilibrio biológico y ecológico debido a que estaríamos reduciendo la población del microbiota en general.

Propuesta N° 03: Implementación de control biológico en la laguna a través de la inserción de criaderos de peces

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Implementación de 9 jaulas flotantes.
- Distribución de las jaulas flotantes en un radio aproximado de 20 metros como mínimo y 50 metros como máximo con respecto a la tubería de captación.
- Los alevines serán criados en otro ambiente hasta que cumplan las características necesarias para para proceso de engorde en las jaulas.

Componentes

- Jaulas flotantes: 9 jaulas flotantes de 3 metros de lado horizontal por 4 metros de lado vertical.

Colector

- Tubería captación de agua
- Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación.



Ilustración 9: Fuente: SERVICIO DE LA ELABORACIÓN DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DEL AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP) ULIACHIN PROVINCIA DE PASCO – PASCO – TTT GRUPO MORIKAWA

Consideraciones de la propuesta 3

- La propuesta de implementación de las jaulas criaderos solo logra reducir entre un 15% a 30% de los crustáceos planctónicos conocidos como “pulgas de agua”.
- La aplicación de esta propuesta generará un aumento de la carga contaminante por parte de los peces y el alimento balanceado que se utiliza para estas especies.

Como se evidencia, el consultor externo recomienda: recomendamos seleccionar la primera propuesta titulada “AMPLIACIÓN DE LONGITUD EN SECCIÓN DEL EMISOR SUBACUÁTICO EXISTENTE EN LA LAGUNA “como la más conveniente, no sólo en su etapa inicial sino también en la de operación y mantenimiento, no siendo de mayor importancia el aspecto del área empleada. De igual forma es la propuesta más viable con base en criterios ambientales. Pero según la disponibilidad del cliente se puede unir la propuesta 1 y 2 para una mejor eficacia de un 99%.

4.1.5.2 Propuesta propia

Uso de gravas

La filtración en medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos que no son removidos por sedimentación. El filtro más ampliamente usado para remover sólidos suspendidos es el filtro de grava y arena y se le llama así precisamente porque es un lecho de grava y arena el que retiene las partículas suspendidas en el agua.

El filtro rápido es similar a un filtro de gravedad en lo referente al empleo de diferentes capas de grava y arena, disponiendo la arena fina en la parte superior del filtro y la grava más gruesa en la parte inferior del mismo. También, el flujo de agua es descendente y se distribuye desde la parte superior del filtro, y el efluente o agua filtrada es colectada en un arreglo de tuberías o colectores en el fondo del filtro.

Para nuestro proyecto se hizo el análisis del uso de gravas, con las siguientes consideraciones.

Tabla 4: Relación de análisis realizado con Grava H=10cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
Grava	1	10
Grava	2	10
Grava	3	10
Grava	4	10
Grava	5	10
Grava	6	10
Grava	7	10
Grava	8	10
Grava	9	10
Grava	10	10

Tabla 5: Relación de análisis realizado con Grava H=20cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
Grava	1	20
Grava	2	20
Grava	3	20
Grava	4	20
Grava	5	20
Grava	6	20
Grava	7	20
Grava	8	20
Grava	9	20
Grava	10	20

Tabla 6: Relación de análisis realizado con Grava H=30cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
Grava	1	30
Grava	2	30
Grava	3	30
Grava	4	30
Grava	5	30
Grava	6	30
Grava	7	30
Grava	8	30
Grava	9	30
Grava	10	30

Tabla 7: Relación de análisis realizado con Grava H=40cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
Grava	1	40
Grava	2	40
Grava	3	40
Grava	4	40
Grava	5	40
Grava	6	40
Grava	7	40
Grava	8	40
Grava	9	40
Grava	10	40

Durante el desarrollo de nuestro proyecto, se analizó el uso de gravas en el proceso de filtración. El filtro de grava y arena es ampliamente utilizado para separar sólidos suspendidos en el agua, ya que el lecho de grava y arena retiene las partículas suspendidas de manera eficiente y económica.

En nuestro caso, se realizó un análisis de diferentes alturas de grava para determinar su efectividad en la retención de microorganismos. Se llevaron a cabo diez análisis para cada altura de grava, con mediciones precisas en cada caso.

En la Tabla 4, se presenta la relación de los análisis realizados con una altura de grava de 10 cm. Cada análisis se identifica con un número y se registra la altura de análisis correspondiente. Se repitió el mismo procedimiento para las alturas de 20 cm (Tabla 5), 30 cm (Tabla 6) y 40 cm (Tabla 7).

Estos análisis nos permitieron recopilar datos sobre la eficacia de la grava en la retención de microorganismos. Al comparar los resultados obtenidos para cada altura de grava, pudimos evaluar su capacidad para retener los microorganismos presentes en el agua.

Es importante destacar que estos análisis se realizaron en conjunto con otros agregados y minerales, como arena de cuarzo y antracita, para evaluar su efectividad combinada en la retención de microorganismos.

En resumen, el uso de gravas en diferentes alturas se ha evaluado como parte de nuestra investigación. Los resultados obtenidos nos proporcionan información relevante sobre su capacidad para retener microorganismos en el proceso de filtración. Estos datos nos ayudarán a determinar la mejor combinación de agregados y minerales para lograr una filtración eficiente y mejorar la calidad del agua que se abastece a la ciudad de Cerro de Pasco.

Respecto al material de arena de cuarzo

Los filtros de arena son los elementos más utilizados para filtración de aguas con cargas bajas o medianas de contaminantes, que requieran una retención de partículas de hasta veinte micras de tamaño. Las partículas en suspensión que lleva el agua son retenidas durante su paso a través de un lecho filtrante de arena. Cuando los filtros se cargan

con partículas, la dirección del flujo es invertida y el volumen del flujo se aumenta para limpiar el filtro de nuevo. El tiempo para la limpieza es determinado por los siguientes criterios: Volumen, presión de la gota sobre el filtro y tiempo.

El filtro de Arena Cuarzosa está hecho de mineral de cuarzo natural, procesado por medio de trituración, lavado, cribado y otros procesos. Es el material de purificación de agua más usado en la industria del procedimiento de agua en todo el mundo. El material del filtro de arena de cuarzo está independiente de impurezas, es resistente a la presión y al desgaste, alta resistencia mecánica, características químicas estables, enorme capacidad de absorción de suciedad, alta eficiencia, extensa vida eficaz, conveniente para tanques de filtro de una sola capa, doble capa, filtros.

Para nuestro proyecto se hizo el análisis del uso de arenas, con las siguientes consideraciones.

Tabla 8: Relación de análisis realizado con Arena H=10cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	10
arena	2	10
arena	3	10
arena	4	10
arena	5	10
arena	6	10
arena	7	10
arena	8	10
arena	9	10
arena	10	10

Tabla 9: Relación de análisis realizado con Arena H=20cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	20
arena	2	20
arena	3	20
arena	4	20
arena	5	20
arena	6	20
arena	7	20
arena	8	20
arena	9	20
arena	10	20

Tabla 10: Relación de análisis realizado con Arena H=30cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	30
arena	2	30
arena	3	30
arena	4	30
arena	5	30
arena	6	30
arena	7	30
arena	8	30
arena	9	30
arena	10	30

Tabla 11: Relación de análisis realizado con Arena H=40cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	40
arena	2	40
arena	3	40
arena	4	40
arena	5	40
arena	6	40
arena	7	40
arena	8	40
arena	9	40
arena	10	40

En nuestro proyecto, también se analizó el uso de arenas en el proceso de filtración. Los filtros de arena son ampliamente utilizados para la filtración de aguas con cargas bajas o medianas de contaminantes y son especialmente eficaces en la retención de partículas de hasta veinte micras de tamaño.

El filtro de arena cuarzosa, hecho de mineral de cuarzo natural, es el material de purificación de agua más utilizado en la industria. Este material se procesa mediante trituración, lavado, cribado y otros procesos para garantizar su pureza y resistencia. El filtro de arena cuarzosa es independiente de impurezas, resistente a la presión y al desgaste, químicamente estable, tiene una alta capacidad de absorción de suciedad, alta eficiencia y una larga vida útil. Es adecuado para tanques de filtro de una sola capa, doble capa y filtros en general.

En nuestro análisis, llevamos a cabo una serie de pruebas con diferentes alturas de arena para evaluar su efectividad en la retención de microorganismos. La Tabla 8 muestra la relación de los análisis realizados con una altura de arena de 10 cm, mientras que la Tabla 9 presenta los análisis realizados con una altura de arena de 20 cm. De manera similar, la Tabla 10 muestra los análisis con una altura de arena de 30 cm, y la Tabla 11 presenta los análisis con una altura de arena de 40 cm.

Estos análisis nos proporcionaron información valiosa sobre la capacidad de la arena para retener microorganismos en el proceso de filtración. Al comparar los resultados obtenidos para cada altura de arena, pudimos evaluar su efectividad y determinar la altura óptima para lograr una retención eficiente de microorganismos.

Es importante destacar que en nuestro proyecto también consideramos la combinación de diferentes materiales, como gravas y antracita, junto con la arena, para evaluar su efectividad conjunta en la retención de microorganismos.

En conclusión, el análisis del uso de arenas en diferentes alturas nos permitió evaluar su capacidad para retener microorganismos en el proceso de filtración. Estos resultados nos ayudarán a determinar la mejor combinación de materiales filtrantes para lograr una filtración eficiente y mejorar la calidad del agua que se abastece a la ciudad de Cerro de Pasco.

Uso de la antracita

La antracita es un excelente medio de filtración para la clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes. Es un carbón mineral, de color negro, brillante, con gran dureza, presenta mayor contenido en carbono, hasta un 95%. Debido a la forma especial de sus granos permite que el material que se encuentra en suspensión sea retenido en la profundidad del lecho filtrante. En comparación con un filtro de arena, este medio permite un desempeño en el filtro de mayor flujo, menos caída de presión y un mejor y rápido retrolavado. El flujo de retrolavado también es reducido. Debido a su densidad única, la antracita puede utilizarse en filtros multimedia o lecho profundo. A una densidad de 50 lbs/pie, es adecuada hidráulicamente y quedará por encima de medios más pesados como son la arena de filtrado.

Para nuestro proyecto se hizo el análisis del uso de antracita, con las siguientes consideraciones:

Tabla 12: Relación de análisis realizado con antracita H=10cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	10
arena	2	10
arena	3	10
arena	4	10
arena	5	10
arena	6	10
arena	7	10
arena	8	10
arena	9	10
arena	10	10

Tabla 13: Relación de análisis realizado con antracita H=20cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	20
arena	2	20
arena	3	20
arena	4	20
arena	5	20
arena	6	20
arena	7	20
arena	8	20
arena	9	20
arena	10	20

Tabla 14: Relación de análisis realizado con antracita H=30cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	30
arena	2	30
arena	3	30
arena	4	30
arena	5	30
arena	6	30
arena	7	30
arena	8	30
arena	9	30
arena	10	30

Tabla 15: Relación de análisis realizado con antracita H=40cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	40
arena	2	40
arena	3	40
arena	4	40
arena	5	40
arena	6	40
arena	7	40
arena	8	40
arena	9	40
arena	10	40

Tabla 16: Relación de análisis realizado con antracita H=50cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	50
arena	2	50
arena	3	50
arena	4	50
arena	5	50
arena	6	50
arena	7	50
arena	8	50
arena	9	50
arena	10	50

Tabla 17: Relación de análisis realizado con antracita H=60cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	60
arena	2	60
arena	3	60
arena	4	60
arena	5	60
arena	6	60
arena	7	60
arena	8	60
arena	9	60
arena	10	60

Tabla 18: Relación de análisis realizado con antracita H=70cm (Fuente Propio)

Material	Numero de análisis	Altura de análisis (cm)
arena	1	70
arena	2	70
arena	3	70
arena	4	70
arena	5	70
arena	6	70
arena	7	70
arena	8	70
arena	9	70
arena	10	70

En nuestro proyecto, también se evaluó el uso de la antracita como medio de filtración en combinación con las arenas filtrantes. La antracita es un carbón mineral que se caracteriza por ser de color negro, brillante y tener un alto contenido de carbono, llegando hasta un 95%. Su forma especial de grano le confiere la capacidad de retener el material en suspensión en el lecho filtrante a mayor profundidad.

En comparación con los filtros de arena, el uso de antracita ofrece ventajas como un mayor flujo en el filtro, una menor caída de presión y una mejor y más rápida capacidad de retrolavado. Debido a su densidad única, la antracita puede utilizarse en filtros multimedia o lechos profundos y se sitúa por encima de medios más pesados, como la arena de filtrado, en términos de hidráulica.

En nuestro análisis, realizamos una serie de pruebas con diferentes alturas de antracita para evaluar su eficacia en la retención de microorganismos. La Tabla 12 muestra la relación de los análisis realizados con una altura de antracita de 10 cm, mientras que la Tabla 13 presenta los análisis realizados con una altura de 20 cm. De manera similar, la Tabla 14 muestra los análisis con una altura de 30 cm, la Tabla

15 presenta los análisis con una altura de 40 cm, la Tabla 16 muestra los análisis con una altura de 50 cm, la Tabla 17 presenta los análisis con una altura de 60 cm y la Tabla 18 muestra los análisis con una altura de 70 cm.

Estos análisis nos permitieron evaluar la capacidad de retención de microorganismos de la antracita en diferentes alturas. Al comparar los resultados obtenidos para cada altura de antracita, pudimos determinar la altura óptima que proporciona una retención eficiente de microorganismos.

En conclusión, el análisis del uso de la antracita en diferentes alturas demostró su capacidad para retener microorganismos de manera efectiva en el proceso de filtración. Estos resultados nos ayudarán a definir la mejor combinación de materiales filtrantes y alturas en la planta de tratamiento de agua para mejorar la calidad del agua abastecida a la ciudad de Cerro de Pasco.

Combinación de las mismas

Una planta de procedimiento de agua potable (ptap) es un grupo de sistemas y procesos de ingeniería en las que se trata el agua de forma que se vuelva apta para el consumo humano.

El procedimiento de agua potable tiene interacción entre la calidad del agua cruda y la selección del proceso de procedimiento y rendimiento. En este proceso de PTAP se buscan especialmente la supresión de contaminantes orgánicos e inorgánicos de tamaño limitado y la supresión de los lodos.

Para nuestro proyecto se ha combinado cada todos los materiales, que se necesita, evaluado su eficiencia, Para nuestro

proyecto se hizo el análisis en combinación de los mejores resultados para cada tipo de material, el cual fue ya en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.



Ilustración 10: Colocación de agregados en la planta de tratamiento de aguas residuales

En nuestro proyecto, se realizó un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos para cada tipo de material utilizado, como la grava, la arena y la antracita, con el objetivo de determinar la combinación más eficiente para el tratamiento de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los análisis individuales de cada material, se seleccionaron las alturas óptimas para cada uno. En el caso de la grava, se determinó que una altura de 30 cm era la más eficiente para la retención de microorganismos. Para la arena de cuarzo, se encontró que una altura de 30 cm también era la más

adecuada. En cuanto a la antracita, se determinó que una altura de 60 cm proporcionaba la mejor retención de microorganismos.

Con base en estas conclusiones, se diseñó la planta de tratamiento de aguas residuales con la combinación de estos materiales y alturas. En la ilustración 10 se puede observar la colocación de los agregados en la planta de tratamiento. La grava se colocó en la parte inferior, seguida de la arena de cuarzo y finalmente la antracita en la parte superior.

Esta combinación de materiales y alturas permitirá una eficiente retención de microorganismos y una mejora significativa en la calidad del agua tratada. Al filtrar el agua a través de este sistema, los sólidos suspendidos y los microorganismos serán retenidos en los lechos filtrantes, lo que garantizará un agua tratada de alta calidad y apta para el consumo humano.

En resumen, la combinación de la grava, la arena de cuarzo y la antracita en las alturas óptimas determinadas en nuestro estudio proporciona una solución eficiente y efectiva para el tratamiento de agua en la planta de tratamiento de aguas residuales. Este enfoque garantizará que el agua suministrada a la ciudad de Cerro de Pasco cumpla con los estándares de calidad y sea segura para su consumo.

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Resultados de las propuestas de terceros

Para la ejecución de las propuestas, se ha realizado la visita a campo con uno de los especialistas (dr. Morikawa), evidenciándose las alternativas de solución que se podría dar respecto al problema, sin embargo, en base a las alternativas brindadas y explicadas en el punto 4.1.5.1. no se ha tomado en

consideración, puesto que la obra en ejecución estaba bajo la modalidad por administración directa y era difícil financiar las alternativas brindadas por el Dr. Morikawa.



Ilustración 11: Visita al punto de captación (Fuente: Propio)



Ilustración 12: Visita al punto de captación (Fuente: Propio)



Ilustración 13: Visita al punto de captación, con los profesionales responsables del proyecto (Fuente: Propio)

Durante la ejecución del proyecto, se llevó a cabo una visita de campo con uno de los especialistas, el Dr. Morikawa, con el fin de evaluar las propuestas presentadas por terceros para solucionar el problema identificado en el punto de captación de agua en la laguna Acucocha.

En base a las alternativas presentadas por el Dr. Morikawa, se evidenció que ofrecían posibles soluciones al problema. Sin embargo, se decidió no tomar en consideración estas propuestas debido a que la obra en ejecución estaba bajo la modalidad de administración directa y no se contaba con los recursos financieros necesarios para implementar las alternativas brindadas.

Durante la visita al punto de captación, se pudo observar de primera mano las condiciones actuales y los desafíos que se presentaban en el lugar. Las ilustraciones 11, 12 y 13 muestran imágenes de la visita al punto de captación, donde se aprecia la presencia de los profesionales responsables del proyecto.

Esta evaluación de las propuestas de terceros fue importante para tener una visión más amplia de las posibles soluciones al problema. Aunque no se implementaron las propuestas presentadas en esta etapa del proyecto, se tomaron en cuenta para la posterior toma de decisiones y el diseño de las soluciones planteadas en el proyecto.

A partir de este punto, se procedió a desarrollar las propuestas propias basadas en el análisis y la investigación realizada, como se detalla en las secciones anteriores. Estas propuestas consideraron las características específicas del lugar, los recursos disponibles y los resultados obtenidos en los estudios realizados.

En resumen, aunque se evaluaron y consideraron las propuestas de terceros para solucionar el problema en el punto de captación de agua, se decidió no implementarlas debido a limitaciones financieras. Sin embargo, esta evaluación fue útil para ampliar la perspectiva y contribuyó a la toma de decisiones en el desarrollo de las propuestas propias del proyecto.

4.2.2 Resultados de la propuesta propia

Uso de gravas

Tabla 19: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
Grava	1	24	18
Grava	2	23	18
Grava	3	25	15
Grava	4	23	19
Grava	5	25	19
Grava	6	21	18
Grava	7	20	20
Grava	8	21	20
Grava	9	20	16
Grava	10	21	16

Tabla 20: Resultados de microorganismos retenidos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
Grava	1	2	48	12
Grava	2	2	46	10
Grava	3	2	50	20
Grava	4	2	46	8
Grava	5	2	50	12
Grava	6	2	42	6
Grava	7	2	40	0
Grava	8	2	42	2
Grava	9	2	40	8
Grava	10	2	42	10

Tabla 21: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm

Material	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
Grava	1	21	12
Grava	2	25	10
Grava	3	21	11
Grava	4	22	14
Grava	5	22	15
Grava	6	25	12
Grava	7	20	13
Grava	8	21	15
Grava	9	20	14
Grava	10	25	11

Tabla 22: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
Grava	1	2	42	18
Grava	2	2	50	30
Grava	3	2	42	20
Grava	4	2	44	16
Grava	5	2	44	14
Grava	6	2	50	26
Grava	7	2	40	14
Grava	8	2	42	12
Grava	9	2	40	12
Grava	10	2	50	28

Tabla 23: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm

Materia	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
Grava	1	23	8
Grava	2	20	10
Grava	3	25	5
Grava	4	21	7
Grava	5	23	8
Grava	6	24	8
Grava	7	21	6
Grava	8	25	8
Grava	9	22	9
Grava	10	21	6

Tabla 24: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm

Materia	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
Grava	1	2	46	30
Grava	2	2	40	20
Grava	3	2	50	40
Grava	4	2	42	28
Grava	5	2	46	30
Grava	6	2	48	32
Grava	7	2	42	30
Grava	8	2	50	34
Grava	9	2	44	26
Grava	10	2	42	30

Tabla 25: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm

Materia	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
Grava	1	23	9
Grava	2	23	5
Grava	3	25	10
Grava	4	21	7
Grava	5	25	9
Grava	6	23	10
Grava	7	22	7
Grava	8	20	6
Grava	9	22	10
Grava	10	24	5

Tabla 26: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
Grava	1	2	46	28
Grava	2	2	46	36
Grava	3	2	50	30
Grava	4	2	42	28
Grava	5	2	50	32
Grava	6	2	46	26
Grava	7	2	44	30
Grava	8	2	40	28
Grava	9	2	44	24
Grava	10	2	48	38

El uso de las gravas, esta definido en el punto 4.1.5.2.1. de la presente investigación, Al utilizar 10cm de este material se ha retenido un total de 88 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 20cm de este material se ha retenido un total de 190 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 30cm de este material se ha retenido un total de 300 microorganismos en 20 litros analizados, y al utilizar 40cm de este material se ha retenido la misma cantidad que utilizando 30 cm y con un flujo de agua menor a la de que se utilizó 30 cm, esto nos ayudó a determinar la altura ideal que debemos utilizar de este material.

Respecto al material de arena de cuarzo

Tabla 27: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	21	13
arena	2	22	15
arena	3	20	14
arena	4	25	10
arena	5	22	12
arena	6	20	14
arena	7	20	15
arena	8	25	14
arena	9	20	10
arena	10	22	14

Tabla 28: Resultados de microorganismos retenidos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	42	16
arena	2	2	44	14
arena	3	2	40	12
arena	4	2	50	30
arena	5	2	44	20
arena	6	2	40	12
arena	7	2	40	10
arena	8	2	50	22
arena	9	2	40	20
arena	10	2	44	16

Tabla 29: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm

material	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	23	9
arena	2	22	8
arena	3	24	9
arena	4	21	9
arena	5	20	8
arena	6	23	8
arena	7	25	8
arena	8	23	10
arena	9	24	10
arena	10	25	8

Tabla 30: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	46	28
arena	2	2	44	28
arena	3	2	48	30
arena	4	2	42	24
arena	5	2	40	24
arena	6	2	46	30
arena	7	2	50	34
arena	8	2	46	26
arena	9	2	48	28
arena	10	2	50	34

Tabla 31: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	22	8
arena	2	20	5
arena	3	25	5
arena	4	23	8
arena	5	24	6
arena	6	22	6
arena	7	20	6
arena	8	21	4
arena	9	24	6
arena	10	24	4

Tabla 32: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm

Mate rial	Numero de análisis	reteni dos	litros analizado s	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
aren a	1	14	2	44	28
aren a	2	15	2	40	30
aren a	3	20	2	50	40
aren a	4	15	2	46	30
aren a	5	18	2	48	36
aren a	6	16	2	44	32
aren a	7	14	2	40	28
aren a	8	17	2	42	34
aren a	9	18	2	48	36
aren a	10	20	2	48	40

Tabla 33: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	20	7
arena	2	20	5
arena	3	24	5

arena	4	25	5
arena	5	25	4
arena	6	22	6
arena	7	25	7
arena	8	22	4
arena	9	21	5
arena	10	20	6

Tabla 34: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	40	26
arena	2	2	40	30
arena	3	2	48	38
arena	4	2	50	40
arena	5	2	50	42
arena	6	2	44	32
arena	7	2	50	36
arena	8	2	44	36
arena	9	2	42	32
arena	10	2	40	28

El uso de la arena de cuarzo, está definido en el punto 4.1.5.2.2. de la presente investigación, Al utilizar 10cm de este material se ha retenido un total de 172 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 20cm de este material se ha retenido un total de 286 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 30cm de este material se ha retenido un total de 334 microorganismos en 20 litros analizados, y al utilizar 40cm de este material se ha retenido 340 microorganismos en 20 litros analizados y con un flujo de agua menor a la de que se utilizó 30 cm, esto nos ayudó a determinar la altura ideal que debemos utilizar de este material, siendo de 30 cm.

Uso de la antracita

Tabla 35: Datos preliminares de ensayos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	24	22
arena	2	21	19
arena	3	25	23
arena	4	22	20
arena	5	25	22
arena	6	24	21
arena	7	23	20
arena	8	22	19
arena	9	20	18
arena	10	25	22

Tabla 36: Resultados de microrganismos retenidos, H=10 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	48	4
arena	2	2	42	4
arena	3	2	50	4
arena	4	2	44	4
arena	5	2	50	6
arena	6	2	48	6
arena	7	2	46	6
arena	8	2	44	6
arena	9	2	40	4
arena	10	2	50	6

Tabla 37: Datos preliminares de ensayos, H=20 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	20	17
arena	2	21	18
arena	3	20	17
arena	4	25	23
arena	5	22	20
arena	6	21	18
arena	7	23	20
arena	8	23	21
arena	9	23	20
arena	10	22	19

Tabla 38: Resultados de microorganismos retenidos, H=20 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	40	6
arena	2	2	42	6
arena	3	2	40	6
arena	4	2	50	4
arena	5	2	44	4
arena	6	2	42	6
arena	7	2	46	6
arena	8	2	46	4
arena	9	2	46	6
arena	10	2	44	6

Tabla 39: Datos preliminares de ensayos, H=30 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	21	19
arena	2	20	18
arena	3	25	22
arena	4	23	21
arena	5	25	22
arena	6	25	23
arena	7	24	22
arena	8	20	18
arena	9	20	17
arena	10	21	19

Tabla 40: Resultados de microorganismos retenidos, H=30 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	42	4
arena	2	2	40	4
arena	3	2	50	6
arena	4	2	46	4
arena	5	2	50	6
arena	6	2	50	4
arena	7	2	48	4
arena	8	2	40	4
arena	9	2	40	6
arena	10	2	42	4

Tabla 41: Datos preliminares de ensayos, H=40 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	23	19
arena	2	22	19
arena	3	25	22
arena	4	23	19
arena	5	21	17
arena	6	21	17
arena	7	21	18
arena	8	23	19
arena	9	23	20
arena	10	20	16

Tabla 42: Resultados de microorganismos retenidos, H=40 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	46	8
arena	2	2	44	6
arena	3	2	50	6
arena	4	2	46	8
arena	5	2	42	8
arena	6	2	42	8
arena	7	2	42	6
arena	8	2	46	8
arena	9	2	46	6
arena	10	2	40	8

Tabla 43: Datos preliminares de ensayos, H=50 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	24	19
arena	2	23	18
arena	3	25	21
arena	4	22	18
arena	5	24	19
arena	6	24	20
arena	7	24	19
arena	8	20	16
arena	9	24	20
arena	10	23	19

Tabla 44: Resultados de microorganismos retenidos, H=50 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	48	10
arena	2	2	46	10
arena	3	2	50	8
arena	4	2	44	8
arena	5	2	48	10
arena	6	2	48	8
arena	7	2	48	10
arena	8	2	40	8
arena	9	2	48	8
arena	10	2	46	8

Tabla 45: Datos preliminares de ensayos, H=60 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	24	17
arena	2	22	14
arena	3	20	12
arena	4	20	13
arena	5	21	13
arena	6	21	14
arena	7	25	17
arena	8	24	17
arena	9	23	15
arena	10	24	17

Tabla 46: Resultados de microorganismos retenidos, H=60 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	48	14
arena	2	2	44	16
arena	3	2	40	16
arena	4	2	40	14
arena	5	2	42	16
arena	6	2	42	14
arena	7	2	50	16
arena	8	2	48	14
arena	9	2	46	16
arena	10	2	48	14

Tabla 47: Datos preliminares de ensayos, H=70 cm

Materia l	Numero de análisis	microorganismos de ingreso / lt	microorganismos de salida / lt
arena	1	23	15
arena	2	20	12
arena	3	20	12
arena	4	21	14
arena	5	25	18
arena	6	22	14
arena	7	21	14
arena	8	20	12
arena	9	20	12
arena	10	25	18

Tabla 48: Resultados de microorganismos retenidos, H=70 cm

Materia l	Numero de análisis	litros analizados	microorganismos de ingreso	microorganismo total retenido
arena	1	2	46	16
arena	2	2	40	16
arena	3	2	40	16
arena	4	2	42	14
arena	5	2	50	14
arena	6	2	44	16
arena	7	2	42	14
arena	8	2	40	16
arena	9	2	40	16
arena	10	2	50	14

El uso de la antracita, está definido en el punto 4.1.5.2.3. de la presente investigación, Al utilizar 10cm de este material se ha retenido un total de 50 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 20m de este material se ha retenido un total de 54 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 30cm de este material se ha retenido un total de 46 microorganismos en 20 litros analizados lo que significa que no ha tenido una mejora en relación a la retención de microorganismos, Al utilizar 40cm de este material se ha retenido un total de 72 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 50cm de este material se ha retenido un total de 88 microorganismos en 20 litros analizados, Al utilizar 60cm

de este material se ha retenido un total de 150 microorganismos en 20 litros analizados y Al utilizar 70cm de este material se ha retenido un total de 152 microorganismos en 20 litros analizados, como se observa utilizar antracita a una altura de 70cm es como utilizar a 60cm de este material, en tal sentido hemos determinado en base a este criterio el uso de 60 cm con la finalidad de retener mayor cantidad de microorganismos con la mayor eficacia, esto significa que no debemos exagerar en la altura del uso de este material, considerando que los costos son muy elevados para su obtención.

Combinación de las mismas

Hemos obtenido la altura ideal de uso de los agregados y minerales para la retención de microorganismos, esto a sido determinado como grava a una altura de 30cm, arena de cuarzo a una altura de 30 cm y por último la antracita a una altura de 60cm, el cual se muestra en la siguiente imagen:

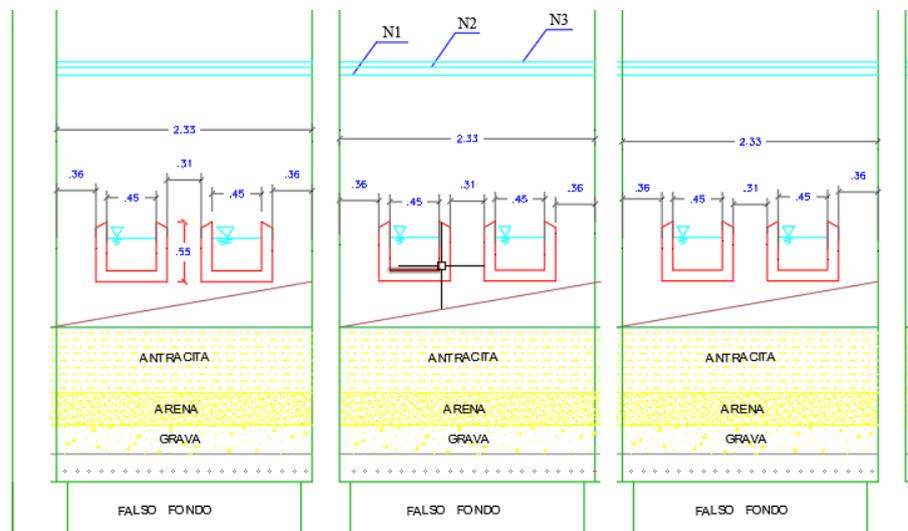
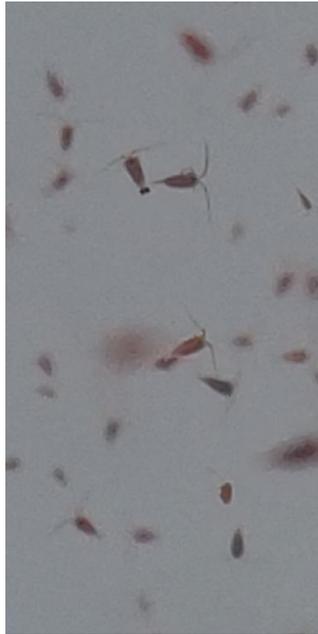


Ilustración 14: Modelo de filtración en combinación de los agregados y minerales propuestos.



*Ilustración 15: fotografía de los microorganismos tomados con cámara de celular
(fuente: Propio)*

4.3 Prueba de hipótesis

4.3.1 Prueba de hipótesis 1

- Hipótesis nula (H0) - Utilizando cuarzo no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.
- Hipótesis alternativa (H1) - Utilizando cuarzo se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.

Prueba de hipótesis para H=10 cm:

Utilizando los datos de la Tabla 28, podemos calcular la media y la desviación estándar de los microorganismos totales retenidos en la arena con cuarzo y sin cuarzo.

- Media de microorganismos totales retenidos en la arena con cuarzo: $(16 + 14 + 12 + 30 + 20 + 12 + 10 + 22 + 20 + 16) / 10 = 16.2$
- Media de microorganismos totales retenidos en la arena sin cuarzo: $(28 + 28 + 30 + 24 + 24 + 30 + 34 + 26 + 28 + 34) / 10 = 29.6$

- Desviación estándar de la muestra de arena con cuarzo: $\sqrt{((16-16.2)^2 + (14-16.2)^2 + \dots + (16-16.2)^2) / (10-1)} = 5.35$
- Desviación estándar de la muestra de arena sin cuarzo: $\sqrt{((28-29.6)^2 + (28-29.6)^2 + \dots + (34-29.6)^2) / (10-1)} = 3.76$

A continuación, calculamos la estadística de prueba t:

$$t = (16.2 - 29.6) / \sqrt{(5.35^2/10) + (3.76^2/10)} = -3.08$$

Con (10-1) grados de libertad y un nivel de significancia del 0.05, consultamos la tabla de valores críticos de la distribución t de Student y encontramos un valor crítico de t para una cola izquierda de -1.833.

Como el valor calculado de t (-3.08) es menor que el valor crítico de t (-1.833), rechazamos la hipótesis nula. Esto nos lleva a concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la utilización de cuarzo tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm.

Entonces podemos concluir de manera consistente en todas las alturas que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la utilización de cuarzo tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena. Por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula en todas las alturas y aceptamos la hipótesis alternativa, lo que indica que el uso de cuarzo optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable en términos de retención de microorganismos en la arena.

4.3.2 Prueba de hipótesis 2

- Hipótesis nula (H0) - Utilizando antracita no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.
- Hipótesis alternativa (H1) - Utilizando antracita se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.

Para realizar la prueba t de Student, necesitamos calcular el valor de t y compararlo con el valor crítico de t para determinar si hay una diferencia significativa entre los promedios de retención de microorganismos con y sin antracita.

Con antracita:

- Promedio de microorganismos totales retenidos: 5.2
- Desviación estándar de la muestra: 1.788

Sin antracita:

- Promedio de microorganismos totales retenidos: 0
- Desviación estándar de la muestra: 0 (ya que no se retuvieron microorganismos)

Ahora podemos calcular el valor de t:

- $t = \frac{(\text{promedio_con_antracita} - \text{promedio_sin_antracita})}{\sqrt{(\text{desviacion_con_antracita}^2)/n}}$
- Donde n es el tamaño de la muestra.
- En este caso, n = 10.

Sustituyendo los valores:

- $t = (5.2 - 0) / \sqrt{(1.788^2)/10} = 5.2 / \sqrt{3.195} \approx 2.905$

Comparar con el valor crítico de t

El valor crítico de t depende del nivel de significancia (alfa) y los grados de libertad. Con n = 10, los grados de libertad son n-1 = 9. Para un nivel de significancia de 0.05 (5%) y 9 grados de libertad, el valor crítico de t es aproximadamente 2.262 (obtenido de la tabla de distribución t de Student).

Como el valor calculado de t (2.905) es mayor que el valor crítico de t (2.262), rechazamos la hipótesis nula. Esto nos lleva a concluir que existe evidencia estadística significativa para afirmar que la utilización de antracita tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm.

Podemos aplicar el mismo razonamiento y cálculos para las otras alturas de análisis (20 cm, 30 cm y 40 cm, etc.) y llegar a la misma conclusión. Si el valor calculado de t es mayor que el valor crítico de t en cada caso, rechazaremos la hipótesis nula y concluiremos que la utilización de antracita tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena para todas las alturas evaluadas.

4.3.3 Prueba de hipótesis 3

- Hipótesis nula (H_0) - Mejorando la infraestructura sanitaria no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.
- Hipótesis alternativa (H_1) - Mejorando la infraestructura sanitaria se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable - 2021.

En el análisis cualitativo de la combinación de todos los materiales utilizados en el diseño de la planta de tratamiento de agua potable, podemos observar ciertos patrones y características que respaldan la hipótesis de que la mejora de la infraestructura sanitaria optimiza el diseño de la planta.

En primer lugar, al combinar los diferentes materiales, como la grava, la arena de cuarzo y la antracita, se busca crear un sistema de filtración más eficiente y efectivo para retener los contaminantes presentes en el agua. Cada material tiene propiedades específicas que contribuyen a mejorar la calidad del agua tratada.

La grava, al ser utilizada en la parte inferior del sistema de filtración, actúa como una capa de soporte para los otros materiales y facilita el flujo del agua a través del lecho filtrante. Además, la grava retiene partículas más grandes y ayuda a prevenir la obstrucción de los otros materiales.

La arena de cuarzo, por su parte, tiene la capacidad de retener partículas de menor tamaño y microorganismos presentes en el agua. Su estructura porosa permite atrapar y retener eficientemente estas partículas, mejorando la calidad del agua tratada.

Finalmente, la antracita, al ser utilizada en la parte superior del sistema de filtración, ofrece una mayor capacidad de retención de microorganismos y una menor caída de presión durante el proceso de filtración. Su estructura especial de grano proporciona una mayor área de superficie para la adsorción de contaminantes y microorganismos.

Al combinar estos materiales en las alturas óptimas determinadas, se logra una mayor retención de microorganismos y una mejora en la calidad del agua tratada. Esta combinación permite filtrar el agua de manera eficiente, eliminando contaminantes y microorganismos perjudiciales para la salud humana.

En conclusión, el análisis cualitativo respalda la hipótesis de que la mejora de la infraestructura sanitaria optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable. La combinación de diferentes materiales, como la grava, la arena de cuarzo y la antracita, en las alturas adecuadas, crea un sistema de filtración eficiente que retiene eficazmente los contaminantes y microorganismos presentes en el agua, mejorando así su calidad y seguridad para el consumo humano.

4.4 Discusión de resultados

En la presente investigación se ha abordado la problemática de la calidad del agua que se abastece a la ciudad de cerro de pasco, en Perú, y se ha

propuesto una solución basada en la combinación de diferentes materiales filtrantes para la mitigación de microorganismos presentes en el agua.

Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas muestran que la combinación de grava, arena de cuarzo y antracita en alturas específicas logra retener una cantidad significativa de microorganismos presentes en el agua, lo que indica que la estrategia propuesta es efectiva para la mejora de la calidad del agua.

En cuanto al uso del cuarzo, se ha probado que su utilización a 2 litros de prueba logra retener una cantidad importante de microorganismos, lo que evidencia que el uso de este material puede ser efectivo en la mitigación de microorganismos en el agua.

Por otro lado, se ha determinado que el uso de antracita a alturas menores a 40cm no es efectivo para la retención de microorganismos, pero incrementando la altura a 60cm se ha logrado retener una cantidad significativa de microorganismos, lo que indica que su uso puede ser beneficioso si se utiliza a la altura adecuada.

Asimismo, se ha observado que la mejora de la infraestructura sanitaria, implementando la combinación de los agregados propuestos en la presente investigación, ha sido efectiva en la eliminación de los microorganismos presentes en el agua, lo que significa que se ha logrado un avance significativo en la solución del problema de la calidad del agua en Cerro de Pasco.

En conclusión, los resultados obtenidos en la presente investigación sugieren que la combinación de diferentes materiales filtrantes en alturas específicas puede ser una solución efectiva para la mitigación de microorganismos presentes en el agua, lo que puede tener un impacto positivo en la calidad del agua y, por ende, en la salud de la población. Es importante destacar

que la implementación de esta estrategia requiere de una inversión significativa, pero sus beneficios a largo plazo pueden ser muy valiosos para la comunidad.

En la discusión de las tres pruebas de hipótesis realizadas en relación a la optimización del diseño de la planta de tratamiento de agua potable, utilizando diferentes materiales, podemos resumir los resultados de la siguiente manera:

Prueba de hipótesis para el uso de cuarzo:

La hipótesis nula planteaba que utilizando cuarzo no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable, mientras que la hipótesis alternativa afirmaba que utilizando cuarzo se optimiza el diseño. Al realizar el análisis de los datos de retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm, se obtuvo un valor calculado de t que resultó ser mayor que el valor crítico de t , lo que nos llevó a rechazar la hipótesis nula. Esto indica que existe evidencia estadística significativa para afirmar que el uso de cuarzo tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm. Los resultados obtenidos fueron consistentes en las demás alturas analizadas.

Prueba de hipótesis para el uso de antracita:

La hipótesis nula planteaba que utilizando antracita no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable, mientras que la hipótesis alternativa afirmaba que utilizando antracita se optimiza el diseño. Al analizar los datos de retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm, se obtuvo un valor calculado de t que resultó ser mayor que el valor crítico de t , lo que nos llevó a rechazar la hipótesis nula. Esto indica que existe evidencia estadística significativa para afirmar que el uso de antracita tiene un efecto significativo en la retención de microorganismos en la arena con una altura de 10 cm. Los resultados obtenidos fueron consistentes en las demás alturas analizadas.

Prueba de hipótesis para la mejora de la infraestructura sanitaria:

La hipótesis nula planteaba que mejorando la infraestructura sanitaria no se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable, mientras que la hipótesis alternativa afirmaba que mejorando la infraestructura sanitaria se optimiza el diseño. A través del análisis cualitativo de la combinación de materiales y alturas óptimas, se observó que la mejora de la infraestructura sanitaria, representada por la combinación de grava, arena de cuarzo y antracita en las alturas adecuadas, contribuye a una mayor retención de microorganismos y mejora la calidad del agua tratada. Esta combinación crea un sistema de filtración eficiente que elimina eficazmente los contaminantes y microorganismos presentes en el agua, cumpliendo así con la hipótesis alternativa.

CONCLUSIONES

Cerro de Pasco es una de las ciudades capitales de una provincia del Perú con altas deficiencias en el sistema de saneamiento, tanto agua como desagüe, en la presente investigación se ha visto que se tiene problemas en la dotación de agua producto de la escasez de puntos de captación considerando que la ciudad de Pasco se encuentra a más de 4,380.00 metros sobre el nivel del mar, pero pese a ello se ha proyectado un punto de captación el cual fue definido aproximadamente en el año 2014 – 2015, desde ese entonces el proyecto ha sido construido por diversas modalidades, sin embargo el año 2020 – 2021 se ha tenido un problema ya que habiéndose ya construido casi toda la infraestructura sanitaria se inicio un problema que era la presencia de microorganismo en el agua del punto de captación, no era ínfimo esta cantidad ya que en pruebas preliminares se evidenciaba que era una cantidad de 20 unidades por litro, imaginar que el caudal de diseño de esta infraestructura era de aproximadamente 200 litros por segundo, en datos concretos era 4 mil microorganismos por segundo, lo que significa que sería difícil usar filtros porque estos se saturarían muy rápido, entonces en la presente investigación se ha visto conveniente usar agregados para mejorar la filtración no mecánica, por ello se ha usado grava, arena de cuarzo y antracita y se han obtenido buenos resultados ya que en el uso individual o en combinación de las mismas no ha logrado pasar ningún microorganismos en la dotación final del agua, por ello podemos concluir que hemos optimizado el diseño de planta de tratamiento de agua potable utilizando medios filtrantes.

Conclusiones secundarias:

- El filtro de Arena Cuarzosa está hecho de mineral de cuarzo natural, procesado por medio de trituración, lavado, cribado y otros procesos. Es el material de purificación de agua más usado en la industria del procedimiento de agua en todo el mundo. El material del filtro de arena de cuarzo está independiente de impurezas, es resistente a la presión y al desgaste, alta resistencia mecánica,

características químicas estables, enorme capacidad de absorción de suciedad, alta eficiencia, extensa vida eficaz, conveniente para tanques de filtro de una sola capa, doble capa, filtros. Para nuestro caso se han hecho pruebas con arena a alturas desde 10cm hasta 40cm evidenciándose que solo usando hasta una altura de 30cm el filtro sería efectivo, disminuyendo la cantidad de microorganismos que pasara el cual es nuestro objetivo, en tal sentido en un total de 450 microorganismo analizados a una altura de 30cm solo han pasado alrededor de 334 unidades siendo un 75% lo que significa que funciona nuestro filtro, por ello podemos concluir que Utilizando cuarzo se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable – 2021

- La antracita es un excelente medio de filtración para la clarificación del agua en uso potable o industrial, cuando es usada en combinación con arenas filtrantes. Es un carbón mineral, de color negro, brillante, con gran dureza, presenta mayor contenido en carbono, hasta un 95%. Debido a la forma especial de sus granos permite que el material que se encuentra en suspensión sea retenido en la profundidad del lecho filtrante. En nuestro caso la antracita no ha visto buenos resultados a alturas inferiores a 40cm filtrando un 5% aproximadamente de total de microorganismos que ingresaba, sin embargo, en base a los análisis se ha determinado una altura ideal de 60cm, filtrando 43% de los microorganismos por ello podemos indicar que Utilizando antracita se optimiza el diseño de la planta de tratamiento de agua potable
- A la fecha, se ha construido las estructuras de la planta de tratamiento con las consideraciones indicadas en la presente investigación, hemos llegado a la conclusión de que al combinar en el lecho filtrante los agregados (grava, arena de cuarzo y antracita) hemos logrado filtrar el 100% de los microorganismos que ingresa, una de las pruebas que garantiza estos filtros es que en ninguna vivienda de Cerro de Pasco se evidencia la presencia de estos microorganismos, por ello indicamos que habiendo mejorado la infraestructura

sanitaria utilizando todos los medios filtrantes indicados en la presente investigación, optimizamos el diseño de la planta de tratamiento de agua potable -2021

RECOMENDACIONES

- A las entidades Públicas:
 - Utilizar presupuesto del estado es en beneficio de la población, es por ello que debe ser bien usado para satisfacer las necesidades de los que necesitan, El proyecto para la captación de agua realizado en los años 2013 no cuenta con estudios del agua a captarse, imaginarse una inversión de más de 100 millones de soles y que el agua no pueda servir para consumo humano sería desastroso, en tal sentido se recomienda a las entidades a verificar y revisar los expedientes técnicos para no tener el mismo problema que se ha tenido en este proyecto, pudiéndose evitar grandes pérdidas al presupuesto del sector público.
- Se recomienda verificar la calidad del agua luego de la filtración de cualquier tipo de material, ya que el agua con la fuerza y cantidad que filtra podría absorber algunas propiedades de los filtros que podría ser perjudicial para la salud de las personas.
- A la población:
 - Siempre estar atento y en constante revisión de la calidad de agua que emite cualquier empresa prestadora de servicio de dotación de agua, no solo de la ciudad de Pasco, ya que en algún momento podría fallar el filtro propuesto en la planta de tratamiento de agua y quizá esto perjudicaría nuestra salud, así se podría alertar en el momento y tomar acciones de ingeniería para mejorar, rehabilitar o mantener los filtros de agua de cualquier planta de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Edición 2007 ed.). Coyoacán, México D.F.
- Arboleda, J. (2000,a). Teoría y práctica de la purificación del agua. Tomo I (Tercera ed., Vol. Tomo I). (R. Pertuz Molina, Ed.) Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: NOMOS S.A.
- CEPIS/OPS. (2006). Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada. Lima: CEPIS/OPS.
- Merkel, A. (s.f.). Recuperado el 02 de Junio de 2018, de <https://es.climate-data.org/americanadel-sur/peru/piura/sullana-37>
- OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano. (2006). Lima
- OPS/CEPIS. (2005). Recuperado el 28 de Agosto de 2018, de <http://www.bvsde.paho.org/tecapro/documentos/agua/174esp-diseno-FiME.pdf>
- Vilchez. (2014). Aspecto Físico y Social de Sullana. Obtenido de Leslie Anyelina Vilchez Cornejo: <http://leslieanyelinavilchezcornejo.blogspot.com/2014/10/aspecto-fisico-y-social-de-sullana.html>
- MINSA. (2011). En Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (1 era ed., pág. 44). Lima: Ministerio de Salud.

ANEXOS

- Certificado de Ensayos realizados
- Informe realizado por Terceros (Grupo Morikawa) – Referencia
- Fotografías de PTAP Uliachin
- CD Con Videos respecto a la PTAP Uliachin

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077

Pág. 1/4

INFORME DE ENSAYO N° 1906052

Cliente : GOBIERNO REGIONAL DE PASCO
 Domicilio legal : Edificio Estatal N° 01 San Juan Pampa, Yanacancha – Pasco – Pasco.
 Producto : Agua Natural
 Referencia del cliente : No Indica.
 Lugar de muestreo : Laguna Acucocha, Simón Bolívar – Pasco – Pasco.
 Referencia del plan de muestreo : 1906008
 Procedimiento de muestreo : "Muestreo" P-LAB-08
 Fecha de recepción de las muestras : 2019/06/16
 Fecha de inicio del ensayo : 2019/06/16
 Fecha de término del ensayo : 2019/06/26

Código de Laboratorio:
1906052-1

Estación de Muestreo:
LAGUNA ACUCOCHA

Fecha de Muestreo: 2019/06/15
Hora: 10:55

Tipo de muestra: Agua Superficial

Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
APHA 4500-CN C, E	Cianuro Total	0,005	0,018	< 0,005	mg/L
APHA 2120 B (*)	Color Verdadero	---	5	< 5	UC
APHA 4500-Cl B	Cloruro	1,0	3,0	1,0	mg/L
APHA 4500-Cl G (*)	Cloro Residual	---	0,1	< 0,1	mg/L
APHA 2340 C	Dureza Total	3	12	99	mg/L
APHA 4500-F D	Fluoruros	0,02	0,08	0,04	mg/L
APHA 4500-NO ₂ B	Nitrito (N-NO ₂)	0,0005	0,002	0,001	mg/L
APHA 4500-NO ₃ -E	Nitrato (N-NO ₃)	0,01	0,05	< 0,01	mg/L
APHA 9221 B	Numeración de Coliformes totales	---	1,8	< 1,8	NMP/100 mL
APHA 9221 E-1	Numeración de Coliformes fecales	---	1,8	< 1,8	NMP/100 mL
APHA 9221 F	Numeración de <i>Escherichia coli</i>	---	1,8	< 1,8	NMP/100 mL
APHA 9215 B	Recuento de Bacterias Heterotróficas	---	1	< 1	UFC/mL
APHA 2540 C	Sólidos Totales Disueltos	2	8	69	mg/L
APHA 4500- SO ₄ ²⁻ E	Sulfato	0,6	2,4	16,8	mg/L
APHA 2130 B (*)	Turbidez	1	3	< 1	NTU
APHA 2510 B	Conductividad	---	---	137	µmho/cm a 25°C
APHA 4500-H+B (3)	pH	---	---	7,8	UpH

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.

Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
 CON REGISTRO N° LE-077**

Pág. 2/4

INFORME DE ENSAYO N° 1906052

Código de Laboratorio: 1906052-1		Estación de Muestreo: LAGUNA ACUCOCHA		Fecha de Muestreo: 2019/06/15	
				Hora: 10:55	
				Tipo de muestra: Agua Superficial	
Método de Referencia	Ensayo	Límite de Detección del Método	Límite de Cuantificación del Método	Resultado	Unidad
	Metales Totales				
	Aluminio	0,0077	---	< 0,0077	mg/L
	Antimonio	0,0015	---	< 0,0015	mg/L
	Arsénico	0,001	---	< 0,001	mg/L
	Bario	0,0004	---	< 0,0004	mg/L
	Berilio	0,0002	---	< 0,0002	mg/L
	Boro	0,0012	---	< 0,0012	mg/L
	Cadmio	0,00005	---	< 0,00005	mg/L
	Calcio	0,0035	---	3,421	mg/L
	Cerio	0,0096	---	< 0,0096	mg/L
	Cobalto	0,0007	---	< 0,0007	mg/L
	Cobre	0,0005	---	< 0,0005	mg/L
	Cromo	0,0023	---	< 0,0023	mg/L
	Estaño	0,0026	---	< 0,0026	mg/L
	Estroncio	0,0002	---	< 0,0002	mg/L
EPA 200.7 Rev. 4.4 (1994) (1)	Fósforo	0,0237	---	< 0,0237	mg/L
	Hierro	0,0052	---	< 0,0052	mg/L
	Litio	0,0006	---	< 0,0006	mg/L
	Magnesio	0,0107	---	1,897	mg/L
	Manganeso	0,0004	---	< 0,0004	mg/L
	Molibdeno	0,0018	---	< 0,0018	mg/L
	Níquel	0,0015	---	< 0,0015	mg/L
	Plata	0,0014	---	< 0,0014	mg/L
	Plomo	0,0004	---	< 0,0004	mg/L
	Potasio	0,0463	---	< 0,0463	mg/L
	Selenio	0,001	---	< 0,001	mg/L
	Silicio	0,0051	---	1,738	mg/L
	Sodio	0,0074	---	0,1250	mg/L
Talio	0,0002	---	< 0,0002	mg/L	
Titanio	0,0021	---	< 0,0021	mg/L	
Uranio (2)	0,007	---	< 0,007	mg/L	
Vanadio	0,0005	---	< 0,0005	mg/L	
Zinc	0,0009	---	< 0,0009	mg/L	
APHA 3112 B	Mercurio total (Hg)	0,0001	0,0003	< 0,0001	mg/L

Ensayo: Descripción del Método de Referencia:

Metales Totales por ICP-AES:	EPA Method 200.7; Rev. 4.4., 1994 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, U and Zn).
Mercurio:	EPA Method 245.1; Rev.3, 1994. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry

 Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.
 Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077**

Pág. 3/4

INFORME DE ENSAYO N° 1906052

Código de Laboratorio: 1906052-1	CUANTITATIVO						RESULTADO (Org/L)
	ORGANISMOS (Género y especie)	ESTADIO		Conteo			
		Quiste	Ooquiste	Quiste	Ooquiste		
Estación de Muestreo: LAGUNA ACUCOCHA	Protozoarios (*)	<i>Entamoeba coli</i>	-	-	0	0	0
		<i>Endolimax nana</i>	-	-	0	0	0
		<i>Blastocystis hominis</i>	-	-	0	0	0
		<i>Entamoeba hyltolitica</i>	-	-	0	0	0
		<i>Giardia duodenalis</i>	-	-	0	0	0
		<i>Balantidium coli</i>	-	-	0	0	0
		<i>Cryptosporidium sp.</i>	-	-	0	0	0
	<i>Trichomonas hominis</i>	-	-	0	0	0	
		SUB TOTAL					0
Fecha de Muestreo: 2019/06/15	ORGANISMOS (Género y especie)	ESTADIO		Conteo		RESULTADO (Org/L) ó (Huevos /L)	
		Larva	Huevo	Larva	Huevo		
		Helmintos (*)	<i>Ascaris lumbricoides</i>	-	-		0
<i>Strongyloides stercoralis</i>	-		-	0	0	0	
<i>Trichuris trichiura</i>	-		-	0	0	0	
<i>Taenia sp</i>	-		-	0	0	0	
<i>Hymenolepis nana</i>	-		-	0	0	0	
	<i>Fasciola hepatica</i>	-	-	0	0	0	
		SUB TOTAL					0
		TOTAL					0

 Código de Laboratorio:
1906052-1

 Estación de Muestreo:
LAGUNA ACUCOCHA

 Fecha de Muestreo: 2019/06/15
Hora: 10:55

Tipo de muestra: Agua Superficial

Referencia	Ensayo	ZOOPLANCTON						Resultado N° Org./L
		PHYLLUM	Género / Especie	ESTADIO - CONTEO				
				Huevo	Larva	Nauplio	Adulto	
		No se encontraron organismos						0
		SUB TOTAL						0
		FITOPLANCTON						
		PHYLLUM	Género / Especie				Resultado N° Org./L	
		Bacillariophyta	<i>Cymbella sp.</i>				300	
		Bacillariophyta	<i>Nitzschia sp.</i>				150	
		Bacillariophyta	<i>Fragilaria sp.</i>				150	
		SUB TOTAL						600
		NEMÁTODOS / PROTOZOARIOS DE VIDA LIBRE						
		PHYLLUM	Género / Especie				Resultado N° Org./L	
		No se encontraron organismos						0
		SUB TOTAL						0
		TOTAL						600

*ND: No Determinado

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada

Av. Carretera Central Km. 9.3 Mz. "A" Lt. 6 As. Ntra. Sra. de La Merced - Ate - Lima 03 - PERÚ
Telefax: (511) 3560230 Celular: 947148233 Email: servicioalcliente@deltalabsac.com www.deltalabsac.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-077**

Pág. 4/4

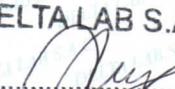
INFORME DE ENSAYO N° 1906052

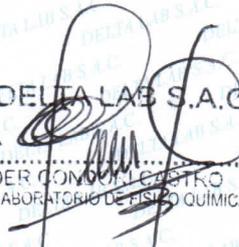
Ensayo:	Descripción del Método de Referencia:
Cianuro Total:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-CN C, E 23rd Ed. 2017. Total Cyanide After Distillation / Colorimetric Method.
Color Verdadero:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2120 B 23rd Ed. 2017. Visual Comparison Method
Cloruro:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ B. 23rd Ed. 2017. Chloride: Argentometric Method.
Cloro Residual:	SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 4500-Cl G 23rd Ed 2017. DPD Colorimetric Method
Dureza Total:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 23rd Ed. 2017. Hardness: EDTA Titration Method.
Fluoruros:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part Part 4500-F D 23rd Ed. 2017. SPADNS Method
Nitrato (N-NO ₃ ⁻):	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ ⁻ E. 23rd Ed 2017. Nitrogen (Nitrate): Cadmium Reduction Method.
Nitrito (N-NO ₂ ⁻):	SMEWW – APHA- AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B. 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrite): Colorimetric Method.
Numeración de Coliformes Totales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.B, 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración de Coliformes Fecales (NMP):	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221.E-1, 23rd Edition 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Numeración de <i>Escherichia coli</i> :	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9221 G.2 – Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other <i>Escherichia coli</i> Procedures (Proposed). <i>Escherichia coli</i> Test (Indole Production)
Recuento de Bacterias Heterotróficas:	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 23rd Edition 2017 Part 9215 B – Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.
Sólidos Totales Disueltos:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2540 C. 23rd Ed 2017. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Sulfato:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 23rd Ed. 2017.Sulfate. Turbidimetric Method.
Turbidez:	SMEWW - APHA-AWWA-WEF Part 2130 B. 23rd Ed. 2017. Turbidity: Nephelometric Method.
Conductividad:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 2510 B. 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH:	SMEWW – APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method
Determinación de Protozoarios y Helminintos patógenos:	Método de Baillenger modificado. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Rachel M. Ayres y D. Duncan Mara. OMS. Ginebra.
Determinación de Organismos de Vida Libre para aguas de uso y consumo humano:	APHA-AWWA-WEF, Part 10200 C.1 y 3, F.2, a, c.1, 22nd Edition.2012. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

Notas:

- Condición y estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas y preservadas al laboratorio.
- Las muestras llegaron en frascos de polietileno.
- Las muestras se mantendrán por un periodo de 10 días luego entregado el informe de ensayo a excepción de las muestras perecibles.
- Toda corrección o enmienda física al presente informe de ensayo será emitido con la Declaración “Suplemento al informe de Ensayo”
- Estos resultados no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Resultados por debajo del límite de cuantificación del método son referenciales.
- El informe de control de calidad le será proporcionado a su solicitud.
- (*): Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (¹): Los Métodos indicados ha sido acreditados por el INACAL-DA, para el Laboratorio Subcontratado.
- (²): Métodos desarrollado en campo.

Lima, 26 de junio del 2019.

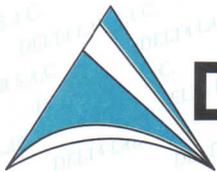

DELTA LAB S.A.C.

JESSICA ANDREA W. KOHATSU
JEFE DE LAB DE HIDROBIOLOGIA Y MICROBIOLOGIA


DELTA LAB S.A.C.

WILDER COMAN CASTRO
JEFE DE LABORATORIO DE FISICO QUIMICA


DELTA LAB S.A.C.

RAQUEL ROSALES TORRES
SUB GERENTE DE LA CALIDAD
CIP N° 209612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada



ANEXO DEL INFORME DE ENSAYO N° 1906052

Cliente : GOBIERNO REGIONAL DE PASCO
Domicilio legal : Edificio Estatal N° 01 San Juan Pampa, Yanacancha – Pasco – Pasco.
Producto : Agua Natural
Referencia del cliente : No Indica.
Lugar de muestreo : Laguna Acucocha, Simón Bolívar – Pasco – Pasco.
Referencia del plan de muestreo : 1906008
Procedimiento de muestreo : "Muestreo" P-LAB-08
Fecha de recepción de las muestras : 2019/06/16

DATOS DE LA ESTACIÓN DE MUESTREO

Estación	Hora	Fecha	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
			ESTE	NORTE	
LAGUNA ACUCOCHA	10:55	2019/06/15	0333327	8807286	4492

Lima, 26 de junio del 2019.

DELTA LAB S.A.C.
Raquel
RAQUEL ROSALES TORRES
SUB GERENTE DE LA CALIDAD
CIP N° 209612

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización de DELTA LAB S.A.C.
Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada



CALIDAD DE
Vida

**Servicio de la Elaboración de las
Propuestas Técnicas para la
Optimización del Sistema de
Captación del Agua de la Planta de
Tratamiento de Agua Potable (PTAP)
ULIACHIN Provincia de Pasco – Pasco**



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
DESCRIPCIÓN.....	4
1 - PUNTO DE CAPTACIÓN.....	4
2 - CÁMARA DE VÁLVULAS.....	4
3 - LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	5
4 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP).....	6
TRABAJO DE CAMPO.....	6
PRINCIPIO DE OPERACIÓN.....	8
PROPUESTAS.....	8
PROPUESTA 1: AMPLIACIÓN DE LONGITUD EN SECCIÓN DEL EMISOR SUBACUÁTICO EXISTENTE EN LA LAGUNA.....	8
CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 1.....	10
PROPUESTA 2: IMPLEMENTACIÓN DE TANQUE DE CAPTACIÓN CON SISTEMA DE FILTRACIÓN.....	11
CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 2.....	13
PROPUESTA 3: IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA LAGUNA A TRAVÉS DE LA INSERCIÓN DE CRIADEROS DE PECES.....	13
CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 3.....	15
PROTOCOLO DE OPERACIÓN.....	15
CONCLUSIONES:.....	15
ALCANCES.....	16
RECOMENDACIONES.....	16

INTRODUCCIÓN

La laguna Acucocha, es un cuerpo de agua ubicado en la provincia de Pasco, en el distrito de Fundición de Tinyahuarco, anexo Racracancha, provincia y departamento de Pasco, cuenca del río Mantaro; está a una altitud de 4522.13 msnm. (información obtenida del “Estudio de batimetría Acucocha”).

El gobierno regional de Pasco en la necesidad de contar con un sistema que garantice agua en condiciones seguras en todo el proceso de potabilización para la población se encuentra solicitando propuestas de solución que permitan a corto plazo disminuir en gran porcentaje o eliminar en su totalidad la presencia de crustáceos planctónicos – daphnias en el volumen de agua utilizado para llevar los servicios de agua potable a las habilitaciones urbanas ubicadas en la ciudad de cerro de pasco y sus distritos.

En el contexto de las experiencias de la empresa TTT Grupo Morikawa en recuperación de cuerpos de agua y asesorías en diseño y construcción de PTAR y PTAP.

Los días 21,22,23 y 24 de mayo del 2021 se realizó la visita técnica de campo a la laguna Acucocha y a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) ULIACHIN, ambas ubicadas en la provincia de Pasco – Pasco.

La laguna Acucocha, siendo una fuente abundante de agua; libre en un gran porcentaje de contaminantes de carácter físico, químico y bacteriológico, brinda las condiciones favorables para que se desarrolle y prolifere el crecimiento de algas y microorganismos como los crustáceos planctónicos – daphnias.

OBJETIVO GENERAL

- Plantear propuestas y recomendaciones designadas al mejoramiento de la captación de agua en la sección inicial de toma ubicada en la laguna Acucocha, estableciendo un marco de referencia para el aseguramiento de la disminución de los crustáceos planctónicos – daphnias, únicamente en el volumen de agua extraído destinado a la potabilización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los aspectos susceptibles de mejora para la toma de agua del emisor subacuático.
- Proponer alternativas para el mejoramiento de las condiciones operativas en la red del emisor subacuático.

- Establecer estrategias para planificación y seguimiento de medidas de acción en el mejoramiento de la captación de agua por parte del emisor subacuático.

DESCRIPCIÓN

El sistema de captación y tratamiento de agua está compuesto por:

1. Punto de captación – colector principal
2. Cámara de válvulas
3. Línea de conducción de 34 km. Tubería Dn = 600 mm HD
4. Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) ULIACHIN

1 - PUNTO DE CAPTACIÓN

Se encuentra ubicado a orillas de la laguna Acucocha, originalmente según la data otorgada previo a la visita técnica de campo, el diseño de la captación planteaba una tubería de 24m de Dn= 600mm HD la cual contaría con 2 canastillas adosadas a un accesorio tipo Yee en el extremo.

Según la información levantada en la visita técnica de campo, actualmente se ha podido determinar que solo se instaló una tubería de 6m de longitud Dn= 600mm HD a una profundidad de 3.50 m, en cuyo extremo no se visualizan las canastillas que estaban proyectadas ser adosadas al accesorio tipo Yee.



IMAGEN 1: MURO DE CONCRETO ARMADO, UBICACIÓN DE LA TUBERÍA DE CAPTACIÓN
LAGUNA ACUCOCHA / FUENTE: PROPIA

2 - CÁMARA DE VÁLVULAS

La cámara de válvulas se encuentra aproximadamente a 50 m del punto de captación de forma subterránea.



IMAGEN 2: INTERIOR CÁMARA DE VÁLVULAS SUBTERRANEA, LAGUNA ACUCOCHA / FUENTE: PROPIA

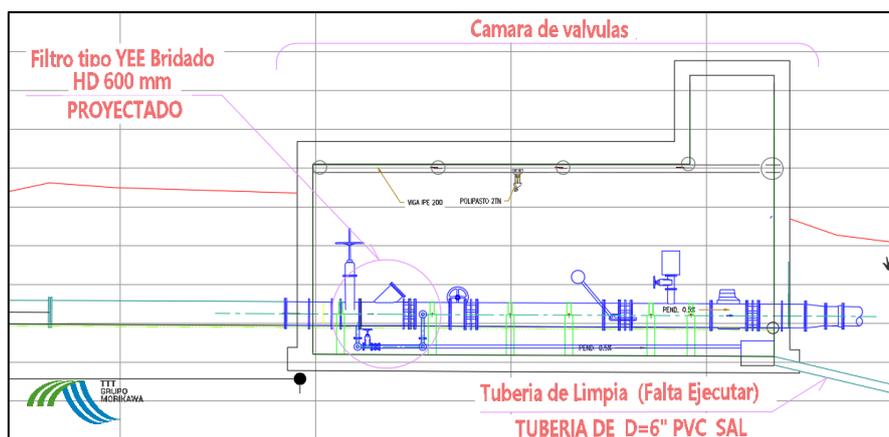


IMAGEN 3: VISTA DE CORTE CÁMARA DE VÁLVULAS – LAGUNA ACUCOCHA / FUENTE: DATA ARCHIVO CAD

3 - LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Con una longitud de 34 km. Iniciando en la laguna Acucocha con una tubería toma de Dn: 600 mm HD, la cual varía el diámetro por una tubería de Dn: 500 mm HD al salir de la cámara de válvulas, finalizando en la PTAP ULIACHIN.



IMAGEN 4: LLEGADA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN / FUENTE: PROPIA

4 - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

La conforman:

- Caseta de cloración
- Sistema de 4 unidades de filtro
- Cámara de contacto
- Cisternas de almacenamiento



IMAGEN 5: PTAP ULIACHIN / FUENTE: PROPIA

TRABAJO DE CAMPO

Previo a la ejecución de la visita a la laguna Acucocha para el levantamiento de información, se realizó un reconocimiento general de la zona que comprende el área de estudio, seguidamente se definió la metodología a emplear que comprendía como primera acción la ubicación del emisor subacuático en la laguna a través de una visita en bote.

Al verificar que en la laguna no existía data de apoyo para el control de profundidad con respecto a la tubería de captación del emisor subacuático, se consideró necesario referenciar 10 tomas de apoyo GPS mediante el sistema de posicionamiento global GPS y puntos tomados con nuestro equipo "sonda DPTH-portátil HONDEX PS-7FL".

Para iniciar, se realizó un reconocimiento general de la laguna con la finalidad de ubicar los puntos de apoyo en donde se ejecutarían las tomas que nos permitirían comprender las diferentes profundidades sobre la que nos encontrábamos; tomando la consideración que deben ser lugares desde donde se pueda reconocer la ubicación de la tubería de captación de agua.



IMAGEN 6: LAGUNA ACUCOCHA / FUENTE: PROPIA

El método empleado para el levantamiento por sondas de medición de profundidad de la laguna Acucocha, fue mediante el registro continuo de nuestro recorrido en bote.

Obteniendo una relación respecto al área de la superficie de la laguna identificando variaciones bruscas de profundidad.

Seguidamente se realizó una inspección a la cámara de válvulas en donde se pudo conocer el funcionamiento del sistema de captación y distribución del agua de la laguna hacia la PTAP ULIACHIN.



IMAGEN 7: SUPERFICIE DE LA CÁMARA DE VÁLVULAS SUBTERRANEA / FUENTE: PROPIA

Del recorrido realizado en el bote se pudo obtener muestras de agua en donde se comprobó la presencia de crustáceos planctónicos conocidos como “pulgas de agua”.



IMAGEN 8: MUESTRA DE AGUA OBTENIDA DE LA LAGUNA ACUCOCHA / FUENTE: PROPIA

PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Se llevó a cabo un reconocimiento inicial de la red del emisor subacuático, en el cual se identificaron las estructuras, equipos y procesos existentes para obtener una descripción general por unidad de funcionamiento, diagnosticando el estado de sus componentes.

La captación de agua para abastecimiento se realiza desde la fuente mediante un sistema de suministro por gravedad encargado de conducir el volumen de agua hacia el punto final en la PTAP ULIACHIN.

PROPUESTAS

A partir de los resultados obtenidos en la visita de campo se ha diseñado tres propuestas con el objetivo de disminuir la presencia de crustáceos planctónicos en la tubería de captación.

PROPUESTA 1: AMPLIACIÓN DE LONGITUD EN SECCIÓN DEL EMISOR SUBACUÁTICO EXISTENTE EN LA LAGUNA

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Intervención en la sección inicial correspondiente a la captación desde la fuente.
- Aumentar directamente la longitud de la sección del emisor subacuático que se encuentra en el interior de la laguna.
- La ubicación del punto de captación de agua deberá localizarse a una distancia no menor de 20 metros con respecto al muro de concreto existente.
- La ampliación de la tubería del emisor subacuático deberá mantener el porcentaje de pendiente de 0.52%.

Adicionalmente a la propuesta, se deberá implementar una rejilla tipo jaula con un diámetro máximo de 0.5 cm de malla que se adapte al punto de toma del emisor subacuático.

La implementación de esta rejilla tipo jaula en la toma, cumple la función de evitar el acceso de partículas visibles y seres biológicos.

El proceso cumple una serie de pasos, comenzando en la toma de captación de agua y concluye en la planta potabilizadora inmediatamente antes que el agua ingrese a los reservorios desde donde será distribuida a la red de abastecimiento de la ciudad.

Este proceso deberá ser de manera continua las 24 horas del día los 365 días del año.

COMPONENTES:

- Tubería captación de agua Dn: 600 mm HD.
- Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación.
- Isla flotante como mecanismo de soporte del colector e inspección.

- Sistema de sujetadores anclaje al módulo de la isla flotante.

La imagen 9 describe la comparación entre la proyección horizontal que deberá tener el emisor subacuático con respecto a su ubicación actual.

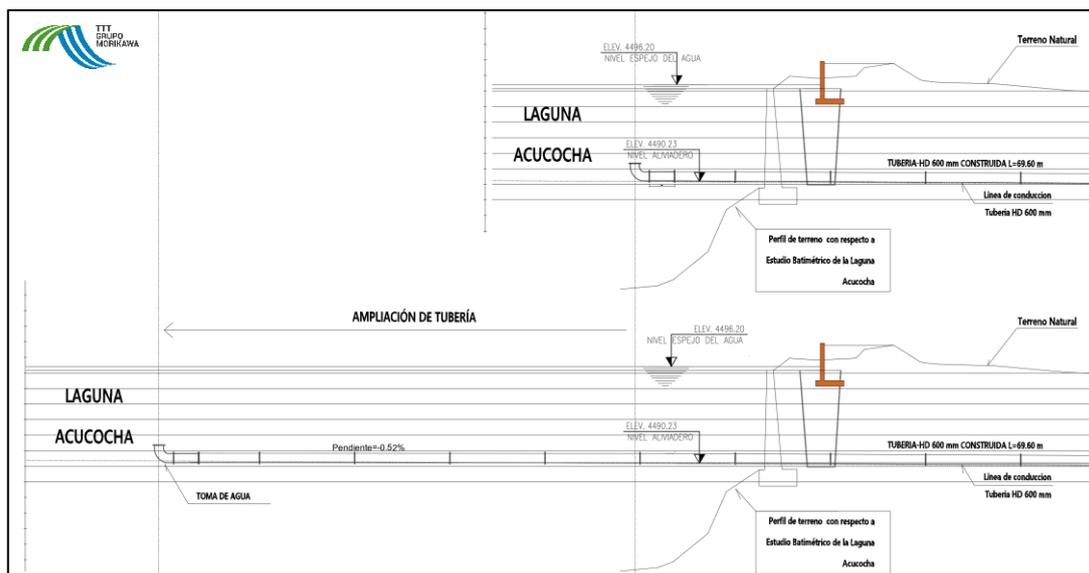


IMAGEN 9: COMPARACIÓN DE AMPLIACIÓN DE TUBERÍA CORRESPONDIENTE AL EMISOR SUBACUÁTICO / FUENTE: PROPIA

La imagen 10 muestra una vista en planta de la propuesta de ubicación que tendrá el emisor subacuático luego de haber sido ampliado horizontalmente con respecto al muro de concreto existente.

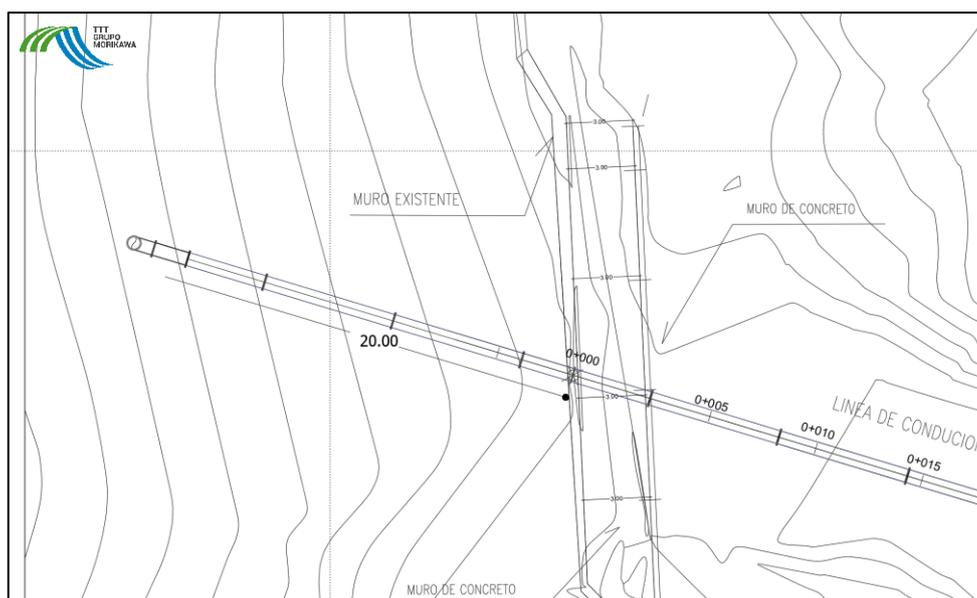


IMAGEN 10: VISTA EN PLANTA AMPLIACIÓN DE TUBERÍA DE EMISOR SUBACUÁTICO / FUENTE: PROPIA

Adicionalmente a la ampliación del emisor subacuático se propone implementar un "muelle flotante" que presente las siguientes características:

- Se encuentre ubicado sobre el eje de la red del emisor subacuático, con la misma longitud no menor a 20 metros con respecto al muro de concreto existente.

- Deberá contar con elementos verticales sujetadores que conecten el emisor subacuático con el muelle flotante.

El objetivo del muelle flotante es facilitar el acceso para realizar el seguimiento técnico y las inspecciones programadas así mismo, como medida de seguridad brinda el soporte del peso que pueda tener el emisor subacuático y evitar posibles daños al emisor.

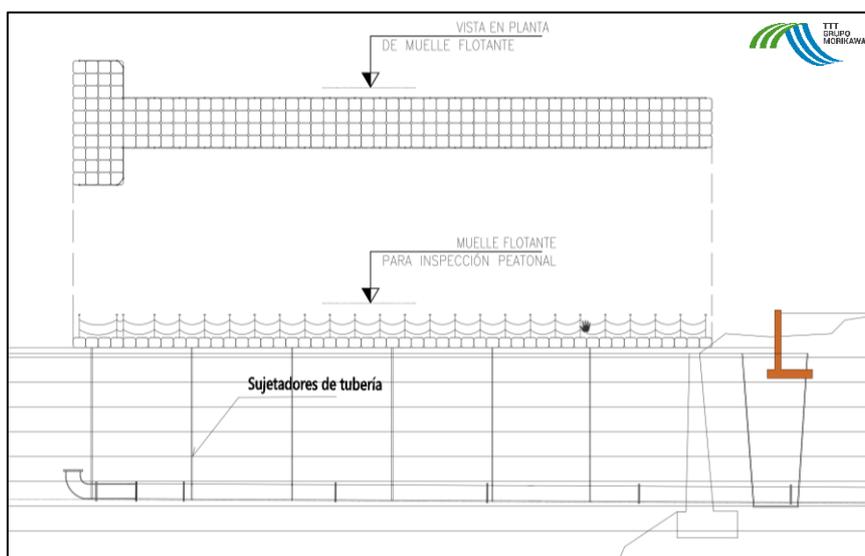


IMAGEN 11: VISTA EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE MUELLE FLOTANTE / FUENTE: PROPIA

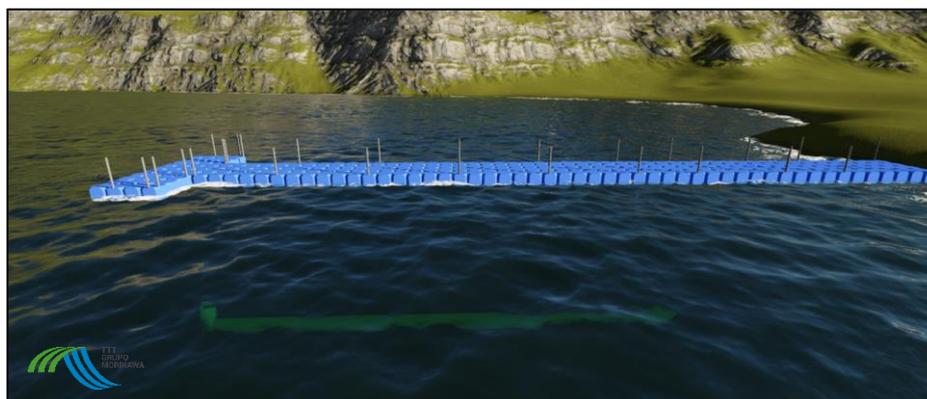


IMAGEN 12: RECREACIÓN 3D DE EMISOR SUBACUÁTICO Y MUELLE FLOTANTE / FUENTE: PROPIA

CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 1

- La propuesta de ampliación de longitud del emisor subacuático garantiza un **90% de eficacia** en el funcionamiento con respecto a la disminución de crustáceos planctónicos presentes en el volumen de agua captado por la toma de la fuente.
- El incrementar la longitud de la tubería, no impactará negativamente en la capacidad de captación del caudal ofrecido por la fuente.

- Al contar con el equipamiento “muelle flotante” se garantiza el acceso para mantenimientos y seguimientos sin la necesidad de la ejecución de un muelle como una obra civil.
- El proceso de instalación para la ampliación del emisor subacuático deberá ser aplicada por el personal capacitado necesario para desarrollar esta propuesta.

PROPUESTA 2: IMPLEMENTACIÓN DE TANQUE DE CAPTACIÓN CON SISTEMA DE FILTRACIÓN

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Implementación de un tanque de captación intermedio entre la toma de agua en la laguna y la cámara de válvulas.
- Esta estructura de concreto estará ubicada con una cota de fondo por debajo del nivel del terreno natural ya que se debe respetar el porcentaje de pendiente que presenta la red del colector.
- Deberá presentar un canal de ingreso hacia una precámara la cual dará acceso al flujo de agua hacia la cámara principal que contará con un sistema de filtración vertical, finalmente accederá a un canal de salida que continúe con la dirección a la cámara de válvulas.
- La cota del nivel superior del nuevo tanque de captación será calculada con respecto al fondo de la tubería del colector.

COMPONENTES:

Colector:

- Tubería captación de agua
- Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación.

Tanque:

- Tanque de captación.
 - Canal de aislamiento
 - Canal de filtrado
 - Canal de distribución de agua filtrada
- Rejilla de filtración en el interior del tanque

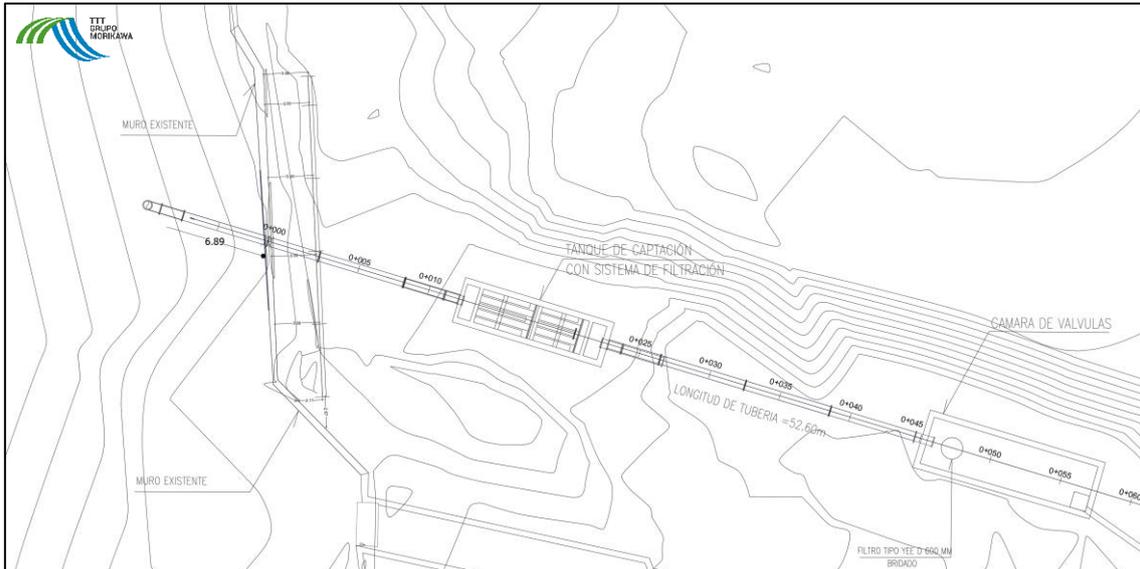


IMAGEN 13: VISTA EN PLANTA UBICACIÓN TANQUE DE CAPTACIÓN CON SISTEMA DE FILTRACIÓN / FUENTE: PROPIA

En la imagen 14 se observa la ubicación del sistema vertical de filtración que se ubica en la parte central del tanque de captación.

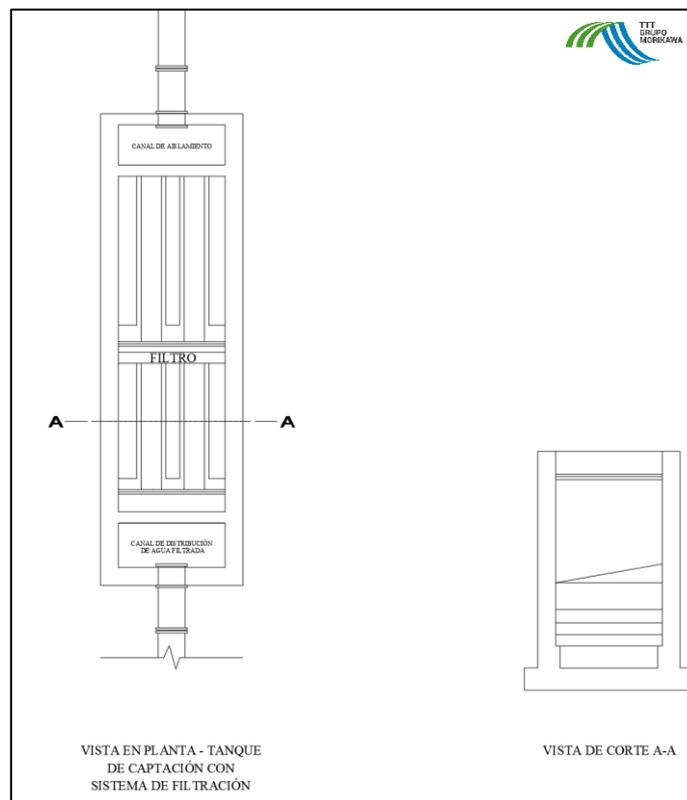


IMAGEN 14: VISTA EN PLANTA Y CORTE DE TANQUE DE CAPTACIÓN CON SISTEMA DE FILTRACIÓN / FUENTE: PROPIA

En la imagen 15 se observa la ubicación de:

- Toma del emisor subacuático (sumergido lado izquierdo)
- Tanque de captación con sistema de filtración (volumen blanco empotrado al nivel del terreno).
- Cámara de válvulas existente (volumen blanco lado derecho).

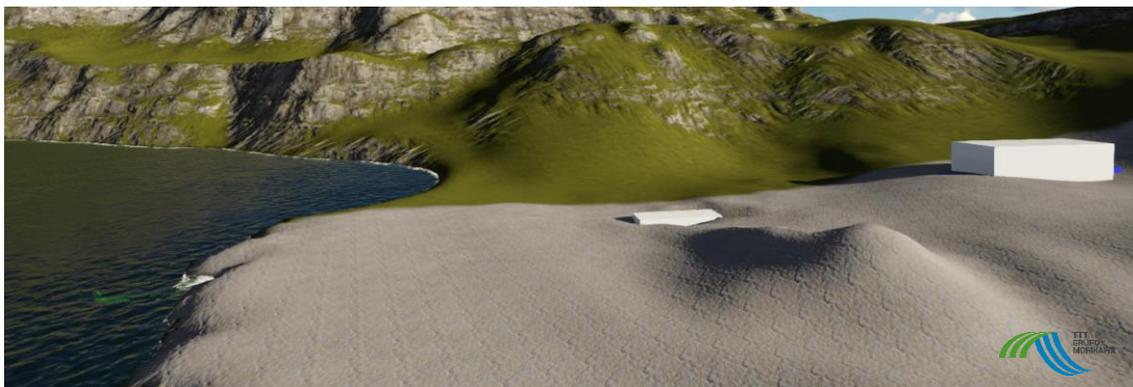


IMAGEN 15: RECREACIÓN 3D DE LA UBICACIÓN DEL TANQUE DE CAPTACIÓN / FUENTE: PROPIA

CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 2

- La propuesta de implementación de un tanque de captación y sistema de filtración garantiza el **93% de eficacia** en el funcionamiento con respecto a la disminución de crustáceos planctónicos.
- Al ubicarse el tanque de captación en el eje de la red del colector, ocupará parte de la vía, pero en forma subterránea, de manera que solo será visible una parte de la caseta de operación, quedando parcialmente enterrada.
- Se entiende que al ejecutarse esta propuesta las líneas de alimentación y de impulsión serán cortadas para adecuarse al diseño del tanque, respetando el porcentaje de pendiente existente.
- La implementación de esta propuesta requiere de una obra civil, construcción de tanque.
- El mantenimiento de esta propuesta debe ser continuo para evitar la pérdida de presión y saturación, por lo que el costo de mantenimiento se incrementaría.
- Mediante la aplicación de esta propuesta se estaría generando un desequilibrio biológico y ecológico debido a que estaríamos reduciendo la población de la microbiota en general.

PROPUESTA 3: IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL BIOLÓGICO EN LA LAGUNA A TRAVÉS DE LA INSERCIÓN DE CRIADEROS DE PECES

El desarrollo de esta propuesta contempla los siguientes puntos:

- Implementación de 9 jaulas flotantes.
- Distribución de las jaulas flotantes en un radio aproximado de 20 metros como mínimo y 50 metros como máximo con respecto a la tubería de captación.

- Los alevines serán criados en otro ambiente hasta que cumplan las características necesarias para para proceso de engorde en las jaulas.

COMPONENTES:

Jaulas flotantes:

- 9 jaulas flotantes de 3 metros de lado horizontal por 4 metros de lado vertical.

Colector:

- Tubería captación de agua
- Rejilla tipo jaula como mecanismo de protección para la toma en la tubería de captación.



IMAGEN 16: DISTRIBUCIÓN RADIAL DE JAULAS CON RESPECTO A LA TUBERÍA DE CAPTACIÓN / FUENTE: PROPIA



IMAGEN 17: RECREACIÓN 3D DE LA TUBERÍA DE CAPTACIÓN Y LAS JAULAS DISTRIBUIDAS RADIALMENTE / FUENTE: PROPIA

CONSIDERACIONES DE LA PROPUESTA 3

- La propuesta de implementación de las jaulas criaderos solo logra reducir entre un 15% a 30% de los crustáceos planctónicos conocidos como “pulgas de agua”.
- La aplicación de esta propuesta generará un aumento de la carga contaminante por parte de los peces y el alimento balanceado que se utiliza para estas especies.

PROTOCOLO DE OPERACIÓN

Identificación de áreas de mejora:

Las tres propuestas generadas están fundamentadas en los resultados obtenidos de la evaluación de la red correspondiente al colector y a la captación de agua.

Se identificaron las áreas de mejora como los componentes que determinan su funcionamiento:

Teniendo en cuenta las propuestas planteadas se deben ejecutar las siguientes medidas de acción complementarias:

- **Organización de documentación:** los documentos correspondientes a la información técnica y relevante del colector y la PTAP.
- **Manual de operación y mantenimiento:** este debe incluir la información detallada del sistema utilizado, las medidas preventivas para la seguridad y salud en el trabajo, funciones detalladas para el operador respecto a la operación de mantenimiento de la planta.
- **Especificación de procesos:** para lograr una mayor comprensión del funcionamiento y operación del colector y la PTAP.
- **Reparación de equipos:** es indispensable realizar una revisión periódica para asegurar el buen funcionamiento de los equipos y máquinas, para lo cual se deberá crear un formato de registro de control tanto de la sección correspondiente a la captación de agua, a la cámara de válvulas, a la red del colector y la PTAP.
- **Implementación de control complementario – rejillas:** La rejilla sirve para impedir el paso de los materiales flotantes visibles o sumergidos en las captaciones. La limpieza manual de la rejilla y operación será mediante equipos mecánicos auxiliares que retiran los residuos sólidos retenidos.

CONCLUSIONES:

El espejo de agua de la laguna Acucocha es variable debido a la considerable variabilidad de las precipitaciones pluviales durante el año, teniendo condiciones desfavorables en los meses de junio y julio cuando el espejo de agua desciende y por consiguiente las presiones ejercidas sobre la tubería de captación HD. De $L = 6.00$ m varían considerablemente debido a la profundidad, aunque no dificulta el tema de captación de volumen de agua requerido según el estudio de diseño hidráulico de la captación.

Con el diagnóstico realizado en campo, se identificaron las falencias y prioridades del tratamiento de agua potable.

Se identificó que el diseño actual del emisor subacuático con respecto a la toma no se encuentra en una posición adecuada con respecto a la laguna.

En consecuencia, se han completado los aspectos que servirán para establecer los lineamientos o criterios que deben tomarse en cuenta para la selección de la alternativa más adecuada:

- El proyecto que se elija debe contemplar que el agua de la laguna Acucocha presenta un ecosistema particular, a fin de evitar su alteración.
- Cualquier propuesta que se ejecute deberá ubicarse en la tubería de toma – captación o en cualquier lugar en el eje de la red del colector a no menos de 500 metros de esta.
- El sistema a desarrollar en la propuesta deberá ser el menos sofisticado posible y de fácil mantenimiento.
- En el caso de requerir energía deberá contemplar su factibilidad, eligiéndose la de mínimo costo.
- El caudal deberá funcionar por gravedad como funciona actualmente.
- El proyecto debe favorecer a la comunidad y tener un impacto ambiental positivo

ALCANCES

Los impactos del presente informe, como parte del proyecto para la disminución de crustáceos planctónicos - daphnias en la captación de agua del emisor subacuático pueden resumirse en lo siguiente:

Mejores condiciones de saneamiento en la ciudad y mejor calidad de agua.

Preservación del ambiente para beneficio de la laguna Acucocha.

El informe contempla el mejoramiento de la captación en la fuente buscando que el horizonte de proyección y ejecución sea en el menor tiempo posible.

La calidad ambiental (cuerpos de aguas limpias) es esencialmente un bien público, donde su mejora trae beneficios a toda la comunidad. En vista a ello modificar o generar algún cambio en el ecosistema existente en la laguna Acucocha es un impacto negativo que se estaría generando.

RECOMENDACIONES

Por el análisis de las ventajas y desventajas de estas alternativas, recomendamos seleccionar la primera propuesta titulada "AMPLIACIÓN DE LONGITUD EN SECCIÓN DEL EMISOR SUBACUÁTICO EXISTENTE EN LA LAGUNA "como la más conveniente, no sólo en su etapa inicial sino también en la de operación y mantenimiento, no siendo de mayor importancia el aspecto del área empleada. De igual forma es la propuesta más viable con base en criterios ambientales.

Pero según la disponibilidad del cliente se puede unir la propuesta 1 y 2 para una mejor eficacia de un 99%.

🌐 : www.tttgrupomorikawa.com | ✉ : contactogroup@morikawagroup.com

Lima, Perú



< [Noticias \(/institucion/regionpasco/noticias\)](#)

[Gobierno Regional Pasco \(/regionpasco\)](#)

Supervisan funcionamiento de las pruebas hidráulicas del proyecto integral del agua para Cerro de Pasco

Nota de Prensa



Fotos: Dirección de Imagen Institucional del Gobierno Regional de Pasco

Raul Acuña Aguilar / Lincoln Rivera Flores

20 de agosto de 2021 - 10:07 a. m.

Trabajo de la mano. Equipo técnico del Gobierno Regional de Pasco, EMAPA y Ministerio de Vivienda

verificaron la operación de las pruebas hidráulicas de las bombas de la planta de tratamiento de agua potable de Uliachin - Chaupimarca.

En representación del gobernador regional de Pasco, Pedro Ubaldo Polinar, el gerente general, Gino Barrios Falcón, indicó que el objetivo de este trabajo de campo fue conocer el **funcionamiento de la adquisición de 6 electrobombas, sistemas hidráulicos y tableros eléctricos**. Equipos servirán para la distribución del líquido elemento a los reservorios de Uliachin y Lucerito,

Asimismo, Barrios Falcón, mencionó que se coordinará con el gerente de EMAPA Pasco, para realizar capacitaciones necesarias a los profesionales de dicha institución, con el único fin de garantizar su **actividad al 100 %**. La dotación del agua para la población de Cerro de Pasco, cada vez más cerca.



< [Noticias \(/institucion/regionpasco/noticias/\)](/institucion/regionpasco/noticias/)

[Gobierno Regional Pasco \(/regionpasco/\)](/regionpasco/)

Proyecto integral del agua para Cerro de Pasco en un 98 % de avance físico

Nota de Prensa

“El primer componente del proyecto será inaugurado antes que culmine la gestión del gobernador, Pedro Ubaldo”, Gino Barrios.



Fotos: Dirección de Imagen Institucional del GORE Pasco

Raúl Acuña Aguilar

5 de agosto de 2021 - 11:28 a. m.

En representación del gobernador regional de Pasco, Pedro Ubaldo Polinar, el gerente general, Mag. Gino Barrios Falcón y equipo técnico, encabezado por el Ing. José Calzada Franco, **iniciaron con las pruebas hidráulicas de las bombas** que se encuentran instaladas en el proyecto integral del agua para Cerro de Pasco, componente 1.

*“La planta de tratamiento tiene en un avance físico del 98 %, y junto a los profesionales en ingeniería se realizó la pruebas hidráulicas **para conocer el funcionamiento de las líneas de conducción**, con el único propósito que llegue agua a la población”,* indicó, Barrios Falcón.

Con estas 6 bombas también se atenderá el **reservorio de Uliachin y Lucerito**. *“Los contratistas del equipo hidráulico tienen un plazo de dos meses **para operar y garantizar al 100 % la operatividad** de las bombas”,* agregó. Las bombas son de **marca alemana y su calidad es óptima para los 4 380 msnm**.