

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis  
inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

**Bach. Jovana Susan ALEJANDRO BONILLA**

**Bach. Deysi Yessica SALINAS ORDOÑEZ**

**Asesor:**

**Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis  
inversa, en el centro poblado de Champamarca – Pasco - 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ**  
**MIEMBRO**

---

**MSc Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Unidad de Investigación**

---

**INFORME DE ORIGINALIDAD N°024-2023-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

**Tesis:**

Tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

Apellidos y nombres de los tesisistas

**Bach. Jovana Susan ALEJANDRO BONILLA**

**Bach. Deysi Yessica SALINAS ORDOÑEZ**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Ambiental**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Ing. Miguel Ángel Basualdo Bernuy**

Índice de Similitud

**28%**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

**Cerro de Pasco 26 de enero del 2023**

UNDA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requies Carbajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, quien ha sido mi fuente de inspiración en cada paso que doy en mi vida cotidiana. Agradezco a mis padres por ser mis guías en cada acción que emprendo, tanto hoy como en el futuro. También dedico este proyecto a mis hermanos, quienes han sido mi motivación para seguir adelante y alcanzar este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a los destacados profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, cuya influencia ha sido fundamental en mi desarrollo profesional y en la consecución de mis metas académicas. Deseo hacer un reconocimiento especial al Dr. Rommel Luis López Alvarado, al Dr. Héctor Oscanoa Salazar, al Dr. Eleuterio Andrés Zavaleta Sánchez, a la Mg. Rosario Vásquez García y al Mg. Josué Díaz Lazo. Además, agradezco de corazón a mi asesor el Ing. Miguel Ángel Basualdo Bernuy, y a los distinguidos jurados calificadores: Dr. Luis Alberto Pacheco Peña, M Sc. Eleuterio Andrés Zavaleta Sánchez y M Sc. Edgar Walter Pérez Juzcamayta, por su invaluable contribución que ha sido crucial en la exitosa conclusión de mi trabajo de tesis. La orientación, apoyo y sabiduría académica que me brindaron han dejado una marca significativa en mi formación y en la consecución de este importante logro académico.

## RESUMEN

Las actividades socioeconómicas que demanda la ciudad de Cerro de Pasco en principal la minería genera la degradación del suelo, es por ello que el agua requiere de un monitoreo constante por la Dirección General de Salud Ambiental, dado que existen estudios que mencionan la intoxicación por metales pesados de origina por el consumo del agua, lo que conllevó a formular el objetivo de evaluar el tratamiento de agua para consumo humano empleando la ósmosis inversa en el centro poblado de champamarca, presentando como la unidad de análisis a los parámetros fisicoquímicos del agua antes del tratamiento y después, y como estadígrafo de validación de hipótesis se usó la t de student para muestras independientes, llegando a concluir que los parámetros físico-químico tomados en la captación de agua para consumo humano en el asentamiento humano Champamarca se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo al decreto supremo N° 031-2010, asimismo considerar el consumo diario de agua tratada a fin de adquirir el equipo de osmosis inversa de acuerdo a la capacidad de tratamiento de galones por día GPD.

**Palabras Claves:** Tratamiento de agua, ósmosis inversa, parámetros fisicoquímicos, filtros de sedimentación

## ABSTRACT

The socioeconomic activities demanded by the city of Cerro de Pasco, mainly mining, generate soil degradation, which is why water requires constant monitoring by the General Directorate of Environmental Health, since there are studies that mention heavy metal poisoning caused by water consumption, which led to formulate the objective of evaluating the treatment of water for human consumption using reverse osmosis in the town of Champamarca, presenting as the unit of analysis the physicochemical parameters of water before and after treatment, and as a hypothesis validation statistic, the Student's t test was used for independent samples, concluding that the physicochemical parameters taken in the collection of water for human consumption in the Champamarca human settlement are within the maximum permissible limits according to the supreme decree N° 031-2010, also considering the daily consumption of treated water in order to acquire the reverse osmosis equipment according to the treatment capacity of gallons per day GPD.

**Keywords:** Water treatment, reverse osmosis, physicochemical parameters, sedimentation filters.

## INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es uno de los bienes más preciados y de acuerdo a la constitución política rige que todo ciudadano en el Perú tiene derecho a gozar de buena salud y acceso al agua es por ello que se establece una normativa para que se cumpla porque Es evidente que en muchas poblaciones consumen el agua de baja calidad y esta es causa de muchas enfermedades en los niños y adultos, es por ello que se establecen disposiciones generales para una gestión de la calidad del agua para consumo humano y que esta garantice su inocuidad y la prevención de factores de riesgo sanitarios promoviendo la salud y el bienestar de la población(MINSA, 2020)

Los estándares de calidad ambiental obedecen al decreto supremo 04- la que es un conjunto de disposiciones publicadas en la 02-2008, 023-2009 y la 015 del 2015 los parámetros que rigen en la calidad ambiental para el agua categorizando según la finalidad y su categorías según la composición del agua para el caso de consumo humano está obedece a la subcategoría a y se subdividen en a1 a2 a3 de acuerdo a las características de calidad del agua en esta se menciona como estándar al PH que debe encontrarse entre los valores de 6,5 los sólidos disueltos totales se consigna 1000 ppm una conductividad de 1500 us/cm el oxígeno disuelto como valor mínimo debe ser mayor a 6(MINAM, 2017).

Realizar el estudio del tratamiento del agua es un aporte significativo para los pobladores, dado que es vital para la vida más aun existiendo antecedentes de muchas personas de la ciudad, que ahora mismo se enfrentan a la escasez de este líquido y cientos de ellos registran enfermedades a consecuencia del consumo del agua contaminada por metales pesados y que en gran medida se le atribuye a la explotación minera, recientemente el estudio de la ONG del centro labor publica el daño que padecen los niños del centro poblado de Paragsha a causa de la contaminación por metales pesados, lo cual motivó a realizar la presente investigación teniendo como propósito evaluar el tratamiento del agua para consumo humano empleando la ósmosis inversa.



## INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas específicos .....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivo específico .....	4
1.5. Justificación de la investigación .....	4
1.5.1. Importancia .....	5
1.5.2. Alcances.....	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	6
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	8

2.2.	Bases teóricas- científicas .....	11
2.2.1.	Variable 1: Tratamiento de agua para consumo humano.....	11
2.2.2.	Variable 2: Osmosis Inversa.....	13
2.3.	Definición de términos básicos .....	14
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	16
2.4.1.	Hipótesis general.....	16
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	16
2.5.	Identificación de las variables .....	16
2.5.1.	Variable independiente.....	16
2.5.2.	Variable dependiente.....	16
2.5.3.	Variable Interviniente.....	16
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	17

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de Investigación .....	18
3.2.	Nivel de Investigación .....	18
3.3.	Métodos de investigación .....	19
3.4.	Diseño de la investigación .....	19
3.5.	Población y muestra .....	19
3.5.1.	Población .....	19
3.5.2.	Muestra .....	19
3.5.3.	Trabajo de campo .....	20
3.5.4.	Trabajo de gabinete.....	20
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.6.1.	Métodos y técnicas de recolección de datos.....	21
3.6.2.	Selección y toma de muestra .....	22
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. ....	23

3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	23
3.9. Tratamiento estadístico.....	24
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	25

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Descripción del trabajo de campo .....	26
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	29
4.3. Prueba de Hipótesis.....	31
4.4. Discusión de resultados.....	31

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas Geográficas .....	3
Tabla 2 Matriz de operacionalización de las variables .....	17
Tabla 3 Cantidad de personas que participan en la muestra.....	20
Tabla 4 Parámetros físicos medidos del agua.....	21
Tabla 5. Estadísticas de grupo.....	30
Tabla 6. Prueba de hipótesis para muestras independientes .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la zona de estudio, centro poblado de Champamarca .....	3
Figura 2. Medición de parámetros físicos del agua para consumo humano .....	21
Figura 3. Sistema de filtración de sedimentos.....	22
Figura 4. Equipo de tratamiento de agua por osmosis inversa.....	22
Figura 5. Monitoreo de parámetros .....	23
Figura 6. Software estadístico SPSS V25 .....	24
Figura 7. Hoja de cálculo Excel.....	24
Figura 8. Análisis estadístico.....	25

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La actividad minera en la provincia de Pasco es de gran importancia, ya que se extraen minerales plolimetalicos como oro, plata, plomo, zinc, cobre y otros metales, considerados impurezas respecto a los mencionados, con el fin de aumentar la eficiencia en los procesos de las empresas privadas, también conocidas como compañías mineras. Estas operaciones afectan diversos cuerpos de aguas naturales, complicando el suministro de agua a la ciudad. Actualmente, el agua se extrae de fuentes como la Laguna Acucocha y el Río Rancas. En particular, este último abastece a los centros poblados de Champamarca, Buenos Aires y Paragsha.

Debido a la falta de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Cerro de Pasco, estas se vierten directamente a las fuentes naturales, los cuales llegan a las redes de suministro de estos centros poblados. Además, se observa un alto índice de pobladores que sufren enfermedades como el cáncer, diarreas y otras afecciones causadas por infecciones bacterianas, las cuales no son informadas oportunamente por la Dirección Regional de Salud Pasco.

Esta problemática ha motivado la realización de investigaciones de manera independiente, con el objetivo de proponer alternativas de solución a la problemática de salud pública y otros problemas que, debido a cuestiones políticas en nuestro país, no ha sido atendido hasta la fecha. En nuestro enfoque, nos proponemos abordar la cuestión del tratamiento del agua utilizando la tecnología de ósmosis inversa, con el fin de recomendar su eficacia adaptada al tipo de agua característico captado del Río Rancas.

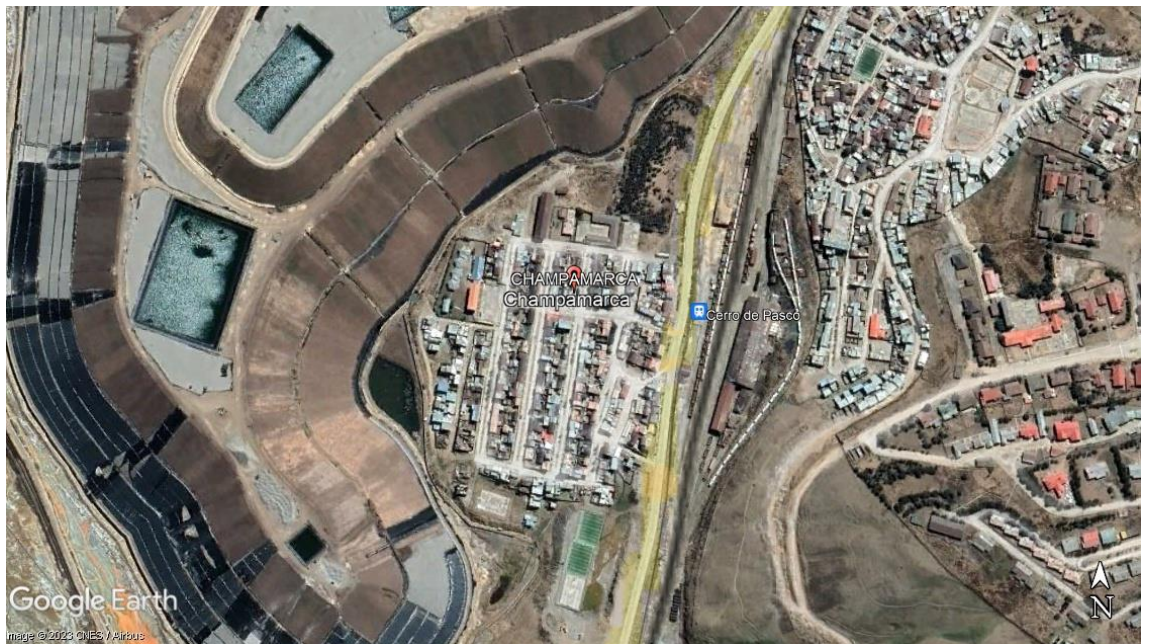
## **1.2. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se delimita según:

- A. El contexto:** Delimitado por la forma de tratar el agua para el consumo humano mediante la técnica de ósmosis inversa en el centro poblado de Champamarca distrito de Simón Bolívar provincia Pasco departamento de Pasco
- B. El espacio:** De acuerdo al espacio la presente se desarrolló en las instalaciones de una vivienda que pertenece al centro poblado de Chambamarca, observando el mecanismo la forma y los procedimientos para tratar el agua proveniente de las captaciones de la laguna acucocha y del Río de san Antonio de Rancas.
- C. Tiempo:** En el tiempo la presente Está programado para iniciar en el mes de abril y la culminación debe realizarse en el mes de julio del presente año, invirtiendo tres meses aproximadamente para alcanzar el objetivo general.

## Figura 1

Ubicación de la zona de estudio, centro poblado de Champamarca



**Tabla 1 Coordenadas Geográficas**

COORDENADAS DE UBICACIÓN
LATITUD: 361213 m Este
LONGITUD: 8817971 m Sur

### 1.3. Formulación del problema

#### 1.3.1. Problema general

¿Como evaluamos el tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023?

#### 1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de la red de captación?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua potabilizada?



## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

### **1.4.2. Objetivo específico**

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de la red de captación
- Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua potabilizada

## **1.5. Justificación de la investigación**

Justificación Teórica: De acuerdo a la naturaleza propia de la purificación de agua por medio físico empleando filtros naturales como las piedras o rocas porosas y la presión que ésta genera en el nivel subterráneo, obedece netamente a un proceso físico así mismo recae la explicación en la disciplina naturalista cuya explicación se da por medio de la observación.

Justificación Practica: Es práctico porque existe la tecnología los medios y los mecanismos comerciales que también son empleados en la industria son existentes a la fecha por lo que la investigación de campo se observa el procedimiento y el funcionamiento del tratamiento del agua a través de esta tecnología de ósmosis inversa de manera doméstica.

Justificación Social: Muchas ciudades del Perú presentan una población que tiene mucho desconocimiento sobre las características físico-químicas del agua tratada más aún por el tema político y de los proyectos de gran envergadura que lleva el gobierno Regional de Pasco que hasta la fecha no tienen resultados al 100% la presente tiene el propósito de informar la técnica y los resultados obtenidos al emplea al emplear el tratamiento por ósmosis inversa captada de las redes de suministro a las viviendas particularmente en el centro poblado de champamarca

## **Importancia y alcances de la investigación**

### **1.5.1. Importancia**

Radica en el nivel de conocimiento para mejorar la calidad de vida de la población, siendo el agua el líquido importante para el desarrollo físico mental del ser humano, más aún que en el Perú se presenta gran actividad de explotación de los recursos minerales afectando irreversiblemente los cuerpos de agua suelo y aire, teniendo un efecto nocivo a la salud de la población. Ahondando más que en la ciudad del Cerro de Pasco ubicada 4300 m no se cuenta con plantas de tratamiento de agua potable y peor aún de agua residual conllevando inferir la contaminación eminente de los cuerpos de agua a través de la lixiviación contacto o vertimientos antropogénicos inherentes al lugar de hábitat.

### **1.5.2. Alcances**

Conlleva a tener el conocimiento suficiente para poder invertir en la mejora de la salud de cada núcleo familiar a través de tecnologías disponibles en el mercado de bajo costo pero con un efecto deseado la presente tiene el propósito de informar sobre el mantenimiento de estos equipos y una manera adecuada de operación de los filtros y de la membrana así como las mediciones fisicoquímicas con el equipo multiparametro de la universidad que presenta las muestras ya mencionadas en el resultado de este informe.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Las limitaciones son proporcionales a la carencia del conocimiento dado a la accesibilidad de las bases de datos de las revistas de alto Impacto por lo que recurrimos a los repositorios de acceso abierto de diversas universidades.

- El acceso a la zona por su accidentado lugar geográfico.
- El permiso para toma de muestras por la comunidad
- La disponibilidad de equipos en materia química para el análisis en laboratorio de la calidad de Agua de la Laguna inmersión

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Rivas Perez & Sotomayor Moriano (2014) “Control Predictivo Generalizado de las Variables Críticas de una Unidad de Ósmosis Inversa” La propuesta implica la creación de un sistema de control para supervisar las variables críticas de una unidad de ósmosis inversa (OI) en una industria dedicada a la fabricación de productos biofarmacéuticos. Esta tarea se llevará a cabo mediante la implementación de un controlador predictivo generalizado (GPC). A través de herramientas de identificación de sistemas, se logró obtener un modelo matemático multivariable de la planta específica en estudio, cuyos resultados de validación demostraron un nivel de adecuación satisfactorio.

El diseño del controlador GPC multivariable se desarrolló con el objetivo de lograr un control efectivo de la planta en cuestión. La comparación de los resultados de simulación entre el sistema de control propuesto y otro sistema equivalente con controladores DMC y PID reveló un desempeño superior del sistema de control cuando se implementa el GPC

Carbotecnia (2021) en el estudio realizado sobre la purificación del agua para consumo humano esta consiste en el tratamiento físico químico cuyo

propósito Es desechar caminantes que presentan riesgos a la salud, en el agua podemos encontrar microorganismos sales, minerales metálicos y no metálicos por lo que es importante realizar una purificación del agua existiendo en el mercado muchas aguas embotelladas y de ellas tratadas por agua osmotizada, por lo que empieza con la desinfección empleando el cloro a fin de eliminar microorganismos como bacterias y virus según la normatividad Esta debe tener una concentración de cloro libre residual entre 0,5 a 1.5 mg/L, como siguiente etapa la filtración por medios graduales esta tiene como propósito eliminar los sólidos suspendidos en el agua llegando a retener partículas con diámetros menores a una micra, la siguiente es el carbón activado granular en esta se absorben compuestos orgánicos que influyen en el color olor y sabor del agua también es un agente reductor de cloro libre, pasa a la etapa del suavizador en este proceso se ablanda la dureza del agua en la que la función está en el pH en sólidos disueltos totales la alcalinidad y la temperatura finalmente el proceso de ósmosis inversa está mediante una membrana disminuye la concentración de sales presentes en la que requiere una presión suficiente alta de agua por lo que esta requiere un porcentaje de agua de rechazo para que arrastre las sales siendo proporcional a la calidad de agua tratada, concluyendo en la descripción del proceso de Purificación de agua por ósmosis inversa

En la investigación Guía de Purificadores de Agua (2015) con el propósito de purificar aguas de río para el consumo de la población como forma de abastecimiento y que esté libre de contaminantes requiere de un proceso potable siguiendo la etapa de decantación filtrado desinfección y por último una purificación con carbón activado en el proceso de pretratamiento del agua los sólidos suspendidos como algas presentan una decantación o filtrado no menor a cinco micras recomendando en caso de tener una turbidez emplear la filtración con Arenas después de la decantación en la desinfección el agua pasa por una radiación ultravioletas o cloración para eliminar las bacterias o parásitos que

contenga el agua como etapa final En el proceso de ósmosis inversa a través de la membrana y una presión adecuada se elimina los metales pesados restos de pesticidas y otras sustancias para finalmente emplear la esterilización del agua mediante la radiación ultravioleta garantizando con esta el consumo del agua con bajo contenido de contaminantes llegando a concluir que las aguas de estas Fuentes requieren necesariamente de un proceso de purificación por ósmosis inversa.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Malaeb & Ayoub (2011) “Tecnología de ósmosis inversa para el tratamiento del agua: Revisión del estado de la técnica” en este artículo se presenta una revisión de los avances recientes en la tecnología de ósmosis inversa en relación con las principales cuestiones de interés en este método de desalinización de rápido crecimiento. Estas cuestiones incluyen estudios de ensuciamiento de membranas y técnicas de control, métodos de caracterización de membranas, así como aplicaciones a diferentes tipos de agua y constituyentes presentes en el agua de alimentación. También se presenta un resumen de los principales avances en la modelización del rendimiento y el mecanismo de la ósmosis inversa y se introducen los modelos de transporte disponibles. Además, se discuten los dos temas importantes de la descarga de salmuera de ósmosis inversa y los costes energéticos y los métodos de recuperación. Por último, se destacan las tendencias y necesidades futuras de la investigación en materia de ósmosis inversa.

Mondal & Wickramasinghe (2008) “Tratamiento del agua producida mediante membranas de nanofiltración y ósmosis inversa” El agua producida, agua que se coproduce durante la fabricación de petróleo y gas, representa la mayor fuente de aguas residuales oleosas. Dados los elevados precios del petróleo y el gas, la producción de petróleo y gas a partir de fuentes no convencionales, como las arenas bituminosas, el esquisto bituminoso y el

metano de los yacimientos de carbón, seguirá aumentando, lo que dará lugar a grandes cantidades de agua producida contaminada. El tratamiento de esta agua producida podría mejorar la viabilidad económica de estos yacimientos de petróleo y gas y dar lugar a una nueva fuente de agua para usos beneficiosos.

Se han ensayado dos membranas de nanofiltración y una membrana de ósmosis inversa de baja presión utilizando tres aguas producidas en Colorado (EE.UU.). Las membranas se analizaron antes y después de la filtración del agua producida mediante microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FESEM), espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier de reflexión total atenuada (ATR-FTIR) y espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS). Además, se han medido los ángulos de contacto membrana-agua. Los datos de XPS indican la adsorción de especies orgánicas e inorgánicas durante la filtración. Los datos de FESEM y ATR-FTIR corroboran estos resultados. Los ángulos de contacto con el agua indican el efecto de la hidrofilia de la membrana en el ensuciamiento. Nuestros resultados destacan el valor de utilizar múltiples métodos de caracterización de superficies con diferentes profundidades de penetración para determinar el ensuciamiento de las membranas. Dependiendo de la calidad del agua producida y de los requisitos de calidad del agua para los usos beneficiosos que se consideren, la nanofiltración puede ser un proceso viable para el tratamiento del agua producida.

Čuda, Pospíšil, & Tenglerová (2006) “Ósmosis inversa en el tratamiento de agua para calderas” el tratamiento intensivo del agua de alimentación resuelve las elevadas exigencias de calidad del agua desmineralizada en los procesos en los que intervienen calderas de agua caliente/vapor. Los parámetros de calidad del agua -dureza, alcalinidad, pH, contenido de dióxido de carbono y oxígeno, etc.- están sujetos a diversas exigencias en función del tipo de caldera y de su presión de trabajo. En conjunto, una desmineralización y/o ablandamientos eficaces son siempre inevitables. Cada unidad de

tratamiento de agua desalinizada consta de una parte estándar de pretratamiento y una parte de desmineralización. La disposición de la parte de pretratamiento depende del tipo de fuente de agua (agua de pozo, de superficie o del grifo) y de su análisis individual. Esta parte de una unidad de tratamiento de agua es esencial para proteger la planta. A continuación, se elige y diseña la parte de desmineralización de una unidad de tratamiento de agua para satisfacer las demandas de calidad del agua del producto. En la República Checa se utilizan dos métodos básicos para desalinizar el agua salobre: la ósmosis inversa y los intercambiadores de iones. Se presenta una aplicación de las unidades de ósmosis inversa de la empresa Mega en el ámbito del tratamiento de agua para calderas. Se describen algunas instalaciones y sus propiedades: calidad del agua de origen, técnicas de pretratamiento y calidad del producto. También se presenta una breve comparación entre el proceso de ósmosis inversa y los intercambiadores de iones.

En la investigación WaterStation (2021) de las ventajas y del y desventajas de la ósmosis inversa se explica la existencia de este desde los años 1950 que tuvo éxito en la desalinización del agua y su uso viene aplicándose en las Industrias hasta en los hogares una de sus ventajas es la eliminación de partículas grandes y potabiliza el agua filtrando ciertas moléculas o iones a través de la difusión y es muy dependiente de la presión osmótica la concentración y el gradiente electroquímico como la temperatura, lo que elimina el 99% de sales disueltas iones partículas coloides bacterias pero los virus pueden pasar a través de la membrana también en este estudio Menciona los tratamientos previos del agua a la ósmosis inversa tenemos filtros multimedia en la que se filtran los sólidos suspendidos la microfiltración la que es capaz de eliminar materia coloidal bacteriana por un tamaño entre 0.1 y 10 micrometros un ablandador por intercambio iónico, otra ventaja es la eliminación del sabor y olor del cloro y el mejoramiento de los alimentos cocinados en el sabor por este

tipo de agua como desventaja si tiene la desmineralización del agua por lo que se requiere de un filtro con Perlas alcalinas para Elevar el pH a mayor de 7 otra es que requiere de un pretratamiento del agua para conservar la membrana y no sea saturada otra es el proceso que demora mucho tiempo y se necesita una presión para poder purificar el agua llegando a la conclusión que es efectivo esta tecnología y su uso es a nivel industrial

## **2.2. Bases teóricas- científicas**

La teoría En qué se basa nuestra investigación es la evaluación de impactos ambientales por lo que cada variable se define según su operación para su respectivo dimensionamiento.

### **2.2.1. Variable 1: Tratamiento de agua para consumo humano**

**Definición:** Proceso por el cual se realiza la purificación del agua con la finalidad de que los humanos lo puedan consumir de manera libre esto conlleva a aumentar la calidad mitigando contaminantes cuyas características son bacteriológicas físicas organolépticas químicas y reactivas (Carbotecnia, 2021), también es el proceso donde el agua adquiere las características apropiadas para el consumo humano.

#### **Dimensiones:**

**Filtro de sedimentos:** Dónde se filtran los sólidos suspendidos a través de capas filtrantes por lo que el material particulado superior es a 10 micras sean atrapadas en estas capas y Estos son partículas de arcilla óxidos elementos orgánicos y otros en general, también es llamado el pretratamiento del agua en la que los filtros de sedimentos dejan ingresar partículas menores a cinco micras, en otra investigación recomienda filtrar los sedimentos como primera etapa de un proceso de tratamiento con la finalidad de eliminar partículas que podrían obstruir la membrana de la ósmosis inversa.



**Filtro de Carbón activado:** En la etapa del Carbón activado granular reduce los compuestos orgánicos y minimizan el color y el olor y el sabor del agua, también reduce el cloro libre, convirtiéndolo en ion cloro por lo que atrapa moléculas orgánicas y mucho de ellos son biodegradables, que sirven de alimento a estos microorganismos que se desarrolla bacteriana mente en esta etapa, en otra investigación menciona qué es necesario la purificación con el carbón activado a fin de remover herbicidas o abonos que pueda contener el agua el carbón de antracita es el más grande y ligero en algunos casos se usa cáscara de nueces o madera también reduce el cloraminas residuales.

**Cloración:** La etapa de exploración desinfecta el agua sin embargo no lo purifica por completo según las normas la concentración de cloro libre residual debe estar en el rango de 0,5 a 1.5 mg/L, también Es recomendable emplear el cloro para evitar la proliferación de microorganismos en la superficie de la membrana generando como resultado una fuerte suciedad por otro lado los oxidantes como el cloro generan agujeros en las membranas como resultado de un ataque químico a la ósmosis inversa mencionando que las membranas modernas no soportan como desinfectante al cloro el uso del bisulfito de sodio es un reductor para eliminar el cloro residual también el carbón activado granular.

**Mineralización del agua:** Muchos equipos presentan un filtro remineralizador para Elevar el pH dado que el agua para consumo humano debe ser ligeramente alcalina dado que consumir un agua desmineralizada ocasiona daños serios de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud afectando La mucosa intestinal cando el consumo como el calcio y el magnesio de manera natural, por lo que en esta etapa se mejora la calidad del agua teniendo como efecto la mejor hidratación del cuerpo al disminuir la acidez algunos equipos de ósmosis emplean Perlas alcalinas cuya función es incrementar el valor de pH hasta un 8.5 y su duración en promedio es de un año o 6000 litros

### **2.2.2. Variable 2: Osmosis Inversa**

**Definición:** Es el proceso en la que contiene una membrana porosa a fin de reducir las concentraciones de sales presentes en el agua pero esto se realiza con una presión de agua que oscila entre 40 y 60 PSI emplea el tipo de tratamiento físico químico de la manera en que la naturaleza purifica el agua su duración de estas membranas oscila entre 6 a 12 meses y es recomendable reemplazarlo cada 3 años dependiendo la calidad de agua que se trata en el filtro de la membrana se elimina un porcentaje de agua con ello desechando las impurezas que arrastra la misma el método más rentable para tratar el agua doméstico es mediante esta tecnología Dios no es inversa es más seguro que el uso de Carbón activado dado que los equipos vienen con su filtro de pretratamiento y post tratamiento en los equipos de ósmosis en el mercado se miden por galones por día con las siglas de gpd es la cantidad de agua capaz de filtrar diariamente (Cabezas Oruna, 2012)

#### **Dimensiones**

**Presión de agua:** Para el funcionamiento de la ósmosis inversa se tiene que tener en cuenta la presión de agua en la que los fabricantes de membranas recomiendan una presión de 45 PSI traducida en un Rango mínimo entre 40 a 60 PSI la variación de esta característica influye directamente en el funcionamiento de la membrana de la ósmosis.

#### **Membrana de Osmosis Inversa:**

Es un mecanismo que retiene partículas y microorganismos que trae el agua en gran medida contaminada su manera de analizar es a través del indicador de tds llegando a tener un rendimiento del 90% de rechazo de sales su mecanismo de funcionamiento consiste en impulsar el agua cruda con ayuda de un equipo alta presión sobre la membrana semipermeable rechazando por la estructura de la membrana a través un porcentaje de agua que arrastra las

impurezas y con ello eliminando todos los agentes patógenos que en gran medida hacen daño a la salud humana

### 2.3. Definición de términos básicos

**Agua dura:** Se define a la suma de un conjunto de minerales sales iones no alcalinos presentes en el agua con alto índice de minerales disueltos particularmente sales de Magnesio y calcio que su denominación común es el agua calcárea esta está relacionada con la cantidad de minerales que contiene siendo el pH aproximado entre 8 a 8.5 los problemas que causa son a las tuberías válvulas que se depositan en forma de carbonatos.

**Agua no potable:** Es cuando no es apta para el consumo humano la ingestión provoca daños patológicos por el contenido de microorganismos biológicos orgánicos reactivos de alta peligrosidad a la salud humana otra sigla se dice que es agua cruda porque no ha recibido ningún tratamiento.

**Agua potable:** El agua apta para el consumo humano no causa problemas a la salud y es recomendable para preparar los alimentos ya que esta Recibe un tratamiento teniendo unas características por su transparencia la medición baja de TDS y el pH ligeramente alcalino inodora y no contiene ninguna composición que pueda generar olor.

**Carbón activado:** Es parte de la etapa en el tratamiento de agua potable porque elimina las impurezas contaminantes y materia orgánica cuyo resultado es a la salida del agua clara y sin olor.

**Contaminantes:** Los principales contaminantes que presenta el agua al ser captados de una fuente es las bacterias parásitos virus sales pesticidas sustancias sólidas como los plásticos sustancias orgánicas como algas y sustancias radiactivas lo que genera un efecto de turbiedad algunas Fuentes son los desechos industriales el aumento de las temperaturas la deforestación el uso de pesticidas en agricultura enfermedades fármacos lo que causa un envejecimiento a la fauna y daños en el ecosistema a largo plazo

**Filtro:** Son mecanismos pertenecientes a diversas etapas en el tratamiento del agua como el carbón activado que es un sistema filtrante a partir de granos de carbón otros son filtros cerámicos filtros de perlas alcalina filtros de rayos ultravioleta hasta el mismo filtro de ósmosis inversa en que contiene la membrana el propósito de estos dispositivos o mecanismos es eliminar impurezas a través de una barrera física.

**Ozono:** Es un método de potabilización del agua pero es recomendable en plantas de tratamiento a gran escala siendo esta un desinfectante muy efectivo para bacterias y virus y parásitos y así mismo ayudan a la microfloculación y reducción de sólidos disueltos la ingesta de agua ionizada proporciona diversos beneficios para la salud y Tiene efectos positivos sobre el aparato circulatorio y el sistema nervioso de ionizar El agua es a través de generadores que captan el oxígeno del exterior e inyecta al agua.

**Purificación:** Es un proceso que se elimina del agua microorganismos y residuos con el fin de obtener un agua para el consumo humano teniendo como primer paso la eliminación de microorganismos que estén presentes el segundo es eliminar sólidos suspendidos mediante filtros.

**Sales:** Las sales contaminantes más comunes del agua son los cloruros sulfatos nitratos o algunos que son corrosivas como los cloruros otra característica incolora de los cloruros y sulfuros es la presencia de pequeñas cantidades suficiente para iniciar el ciclo corrosivo otro tipo de sales como los microplásticos se encuentran en concentraciones de 60 a 280 micropartículas de kilo de sal.

**Sedimentos:** Conjunto de materia conformado por arena arcilla limo y otras partículas que son depositadas al fondo de una masa de agua su origen mayormente es por la erosión del suelo o la descomposición de plantas y animales se traslada a través del viento y el hielo también Son compuestos con alta densidad por lo que se decantan al fondo llamado como sedimentación

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El tratamiento de agua empleando la osmosis inversa es apta para consumo humano, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Los parámetros físicos del agua de la red de captación no son apta para consumo humano
- Al determinar los parámetros físicos del agua tratada es apta para consumo humano

## **2.5. Identificación de las variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

Agua para consumo humano

### **2.5.2. Variable dependiente**

Tratamiento con osmosis inversa

### **2.5.3. Variable Interviniente**

Contaminantes del agua parámetros físicoquímicos

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla 2 Matriz de operacionalización de las variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
Agua para consumo humano	El proceso de potabilización consiste en eliminar sustancias tóxicas para las personas como los metales pesados, bacterias, virus y su tratamiento es de acuerdo al contaminante que en gran medida es la precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción filtración, ósmosis	Filtros de sedimentos	ppm Tds	Equipo multiparámetro
		Filtros de carbón	ppm Tds	Equipo multiparámetro
		Cloración	Concentración de cloro	Equipo multiparámetro
		Mineralización del agua	pH	Equipo multiparámetro
Tratamiento con Osmosis inversa	Es un equipo que requiere de una presión suficiente alta de agua para que este pase por una membrana porosa implicando que un porcentaje de agua es rechazada con el fin de arrastrar las sales o micropartículas y este porcentaje depende de la calidad de agua a tratar	Presión del agua	PSI	Manómetro
		Membrana	Caudal	Vaso y cronómetro

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Este estudio adopta un enfoque del tipo cuantitativo al examinar directamente los parámetros fisicoquímicos del agua tratada mediante ósmosis inversa. La investigación se centra en abordar la problemática planteada y busca validar la hipótesis general. Para lograrlo, se utilizaron estadísticos pertenecientes a la estadística inferencial, tal como se indica en la metodología del estudio (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Una investigación de nivel descriptiva se centra en describir detalladamente un fenómeno, situación o área de estudio sin manipular o alterar las variables involucradas. Su objetivo principal es proporcionar una representación precisa y completa de los hechos o características de un fenómeno particular. Este tipo de investigación no busca establecer relaciones causales ni explicar por qué ocurren ciertos eventos, sino más bien documentar y presentar de manera sistemática las características y comportamientos observados, dado que busca comparar estadísticamente a través de las muestras las variaciones de los parámetros fisicoquímicos del agua tanto al ingreso (antes del tratamiento) y a la salida (después de su tratamiento), por

medio de una ficha de observación y un equipo multiparámetro de medición para calidad de agua.

### **3.3. Métodos de investigación**

Respecto al método la investigación emplearemos que es el hipotético deductivo ya que inferimos una hipótesis general, para demostrar en base a los resultados de la encuesta, también empleamos la metodología científica para poder validar, y cuyo instrumento de recolección de datos es la ficha de observación, por lo que nos basamos en sus propiedades en su estado natural tomadas en diferentes condiciones cuyas definiciones se mencionan en el marco teórico

### **3.4. Diseño de la investigación**

Por el mismo principio de análisis está obedece a un diseño no experimental y de nivel descriptivo ya que se percibe en su estado natural los parámetros y no se tiene influencia ninguna de manipulación de las variables así lo refiere (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Es representado por todo el caudal de agua que consume la población de Champamarca.

#### **3.5.2. Muestra**

Los valores obtenidos por el instrumento multiparámetro al analizar las muestras de agua provenientes del tratamiento por ósmosis inversa siendo la unidad de análisis el agua mediante sus propiedades fisicoquímicas. Según (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018) define como un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta, si se desean generalizar los resultados.

La muestra se tiene tres tomas, la primera a la captación del agua la segunda a la salida del tratamiento del agua y la tercera al residuo que genera



el proceso por ósmosis inversa, dichas cantidades Se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 3 Resultados de los análisis de las muestras obtenidas en el laboratorio**

PUNTO DE MUESTREO	mVpH	Ph	Mvorp	% OD	ppm OD	us/cm	us/cmA	M - cm	ppm Tds	PSU	°C
Muestra 1 (Agua de la fuente)	-39.5	7.9	101.2	1.3	0.08	384	299	0.003	192	0.2	13.4
Muestra 2 (Agua purificada)	-23.1	7.6	95.2	0.6	0.04	41	32	0.024	21	0	13.2
Muestra 3 (Agua residual de la osmosis)	-36.4	7.9	125	0.6	0.04	678	530	0.002	339	0.3	13.5

### 3.5.3. Trabajo de campo

Se tiene que realizar los muestreos en situ, donde la laguna muestra una o varias entradas, por medio de los frascos, realizaremos una recolección para evaluar a través de la sonda del equipo multiparámetro, anotando en la ficha de observación, para su procesamiento en la hoja de cálculo Ms Excel.

De la misma manera en el punto de saluda, realizar el mismo procedimiento, cabe mencionar que se debe tomar tres muestras a fin de verificar el comportamiento de sus propiedades sin variación y que el equipo este calibrado

### 3.5.4. Trabajo de gabinete

Medición de las propiedades del agua con el equipo multiparámetro Hanna, tal como se aprecia en la figura.

**Figura 2.**

Medición de parámetros físicos-químicos del agua para consumo humano



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

#### **3.6.1. Métodos y técnicas de recolección de datos**

El método que se utilizó para la recolección de datos es la ficha de observación el mismo que es consolidada en la siguiente tabla.

**Tabla 4 Parámetros físicos medidos del agua**

Punto de Monitoreo
mVpH
Ph
Mvorp
% OD
ppm OD
us/cm
us/cmA
M – cm
ppm Tds
PSU
°C

### 3.6.2. Selección y toma de muestra

La muestra es seleccionada según los puntos de muestreo en la laguna, se realiza tal como se muestra en la figura.

**Figura 3.**

Sistema de filtración de sedimentos



**Figura 4.**

Equipo de tratamiento de agua por osmosis inversa



### **Figura 5.**

Monitoreo de parámetros



### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.**

En el caso de la selección de los instrumentos de acuerdo al enfoque de la investigación está presente una ficha de observación en la que es validada por juicio de expertos midiendo su consistencia su coherencia su metodología entre otros ver anexo número 8, en ello se detalla la calificación cualitativa de excelente con un puntaje del 92% de confiabilidad el cual permite conseguir el objetivo de la presente investigación.

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

El procesamiento de la data se basa en la comparación de las muestras, tanto en el punto de monitoreo de la entrada como en la salida.

Empleare softwares especializados que tienen los modelos estadísticos inferenciales y descriptivos para un cálculo sistematizado como el spss en su versión 25

**Figura 6.**

Software estadístico SPSS V25



Para la organización de datos provenientes de los instrumentos de medición emplearé la hoja de cálculo Excel en su versión 2022

**Figura 7.**

Hoja de cálculo Excel

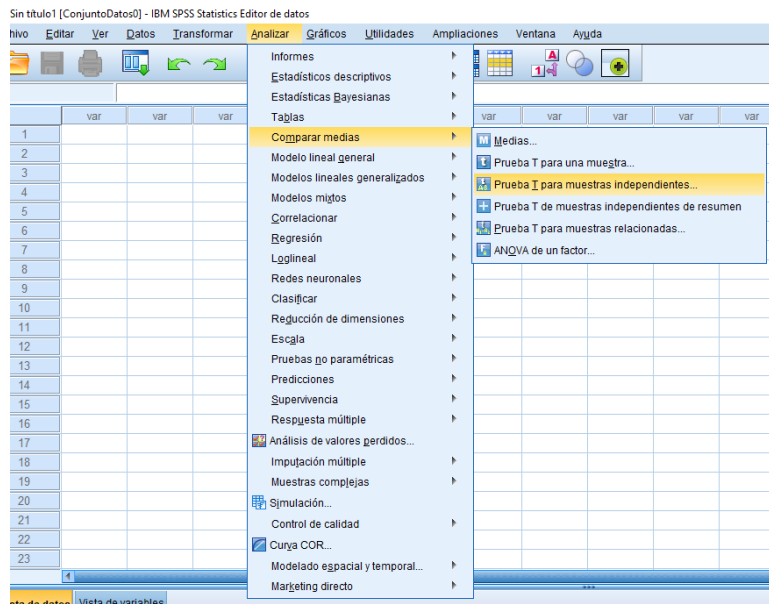


### **3.9. Tratamiento estadístico**

Referido al tratamiento estadístico, se empleará la t student para muestras independientes, en la que se realizara la comparación estadística de cada parámetro en cumplimiento de la los objetivos específicos tal como se muestra en la figura, en caso de encontrar variaciones estas serán evaluadas como incremento positivo o decremento negativo, en caso de no existir ninguna variación se probará que no existe impacto ambiental.

**Figura 8.**

**Análisis estadístico**



**3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

El tratamiento de agua para el consumo de los pobladores pertenecientes al centro poblado de champamarca distrito Simón Bolívar provincia Pasco no es ajeno a la problemática que sufre toda la ciudad por lo que el análisis realizado cuantitativamente en las instalaciones de los laboratorios de nuestra Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión son inéditas propias ya que han permitido demostrar una técnica muy usado por las Industrias de comercialización de agua, en la que se ha evidenciado la mejora en el líquido elemento a través de un proceso físico conllevando a servir como base o antecedente a investigaciones relacionadas al tema

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

La ósmosis inversa es un método avanzado para limpiar agua, en el cual se emplean membranas especiales que permiten el paso solo de moléculas de agua, bloqueando impurezas y partículas indeseadas. En este proceso, el agua se fuerza a pasar a través de una membrana que actúa como filtro, reteniendo contaminantes como metales pesados, sales, bacterias y virus, resultando en agua purificada y libre de estas sustancias no deseadas.

Al realizar la purificación te da la tranquilidad de saber que estás consumiendo agua purificada en casa y sin depender de la compra constante de bidones, que ocupan mucho espacio y cuyo traslado es engorroso.

Etapas de la ósmosis inversa

El proceso de ósmosis inversa consta de cuatro etapas:

##### **A. La filtración de sedimentos.**

En este procedimiento se elimina la suciedad, las partículas de residuos como el óxido y otras moléculas invisibles, como el polvo, que pueden generar turbidez. De esta manera, cuando el agua pasa a la siguiente etapa se pueden comenzar a remover las partículas, ya que la ósmosis va de mayor a menor tamaño molecular.

**Figura 9.**

Filtración de sedimentos



**B. El pre-filtro de carbón.**

Esta etapa sirve para eliminar la mayor parte del cloro, junto con el sabor y olor que genera en el agua. De manera más específica, en este paso se elimina hasta un 95% del cloro y es así como empieza a mejorar la pureza del suministro.



**Figura 10.**

Etapas de filtro de carbón activado



**C. El paso por la membrana semipermeable.**

Cuando el agua atraviesa la membrana semipermeable, se eliminan los sólidos disueltos como plomo, mercurio, níquel y otros metales que afectan la experiencia de consumo.



#### **D. El post-filtro de carbón.**

Finalmente, el paso por el post-filtro asegura que el estado del agua es el mejor posible, reteniendo cualquier contaminante que haya sido omitido en las etapas previas o, en su defecto, cualquier sustancia que pueda haber quedado en el tanque de acumulación de la osmosis.

Al final del proceso, el agua pura se acumula en el tanque de suministro del filtro de ósmosis inversa, mientras que el agua que contiene sedimentos y otras sustancias indeseadas se bota al agua de rechazo.

#### **E. La obtención de datos para las muestras del estudio**

La adquisición de los datos se realizó en el centro poblado de Champamarca teniendo tres recipientes las cuales fueron captados en el siguiente orden la primera una muestra de agua entrante al sistema de tratamiento, segundo la muestra de agua de la salida del equipo de osmosis inversa, (agua tratada) y tercero el agua de arrastre que genera el equipo de ósmosis inversa, mencionar que los valores son similares teniendo como promedio los valores de la muestra.

Asimismo, la captación de las muestras de agua se realizó en recipientes completamente limpios para efecto de no alterar sus propiedades físico-químicas, tal como se evidencia en el panel fotográfico adjunto en los anexos.

#### **4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.**

Las tablas mostramos las diferencias de los cuatro parámetros fisicoquímicos importantes que caracteriza a las aguas con mayor frecuencia.

**Tabla 5.**

Estadísticas de grupo

	Grupos	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
pH	Agua sin tratamiento	2	7,8900	,04243	,03000
	Agua tratada	1	7,6100	.	.
% OD	Agua sin tratamiento	2	5,9500	,49497	,35000
	Agua tratada	1	5,6000	.	.
us/cm	Agua sin tratamiento	2	531,0000	207,88939	147,00000
	Agua tratada	1	41,0000	.	.
ppm Tds	Agua sin tratamiento	2	265,5000	103,94470	73,50000
	Agua tratada	1	21,0000	.	.

La tabla se miden los dos grupos a través del promedio de cada uno, así como su desviación estándar y la desviación del error promedio evidenciando, la diferencia en cada uno de los parámetros por lo que se entiende que existe una evidencia en el tratamiento del agua para consumo humano y estas se encuentran dentro de los estándares.

**Tabla 6.**

Prueba de hipótesis para muestras independientes

prueba t para la igualdad de medias					
		T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
pH	Se asumen varianzas iguales	5.389	1	0.117	0.28000
% OD	Se asumen varianzas iguales	0.577	1	0.667	0.35000
us/cm	Se asumen varianzas iguales	1.925	1	0.305	490.00000
ppm Tds	Se asumen varianzas iguales	1.921	1	0.306	244.50000

Se trabajó con el parámetro estadístico de la t de student para medias iguales, probando con esta la diferencia para el agua sin tratamiento y el agua tratada en los diversos parámetros fisicoquímicos cómo muestra la tabla mencionando que la columna (sig bilateral) es el indicador para realizar las pruebas de hipótesis observando que son mayores al 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula entendiéndose que la hipótesis al que se está evaluando es que tengan una similitud en los promedios o medias de cada grupo.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

##### **Hipótesis General**

H0: El tratamiento de agua empleando la osmosis inversa es apta para consumo humano, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

H1: El tratamiento de agua empleando la osmosis inversa no es apta para consumo humano, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

##### **Interpretación:**

De acuerdo con la tabla de la prueba de hipótesis comparamos los dos grupos para los cuatro parámetros fisicoquímicos observando que en todos ellos son mayores al 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula, conllevando a evidenciar que el promedio de ambos grupos son diferentes y se explica por la razón que en el proceso de tratamiento el agua adquiere características variando su pH el porcentaje de oxígeno disuelto la conductividad y los sólidos totales disueltos, pudiendo observar que el agua tratada sus características que son menores a la del agua sin tratamiento, evidenciando la mejora de la calidad de este recurso para el consumo humano.

#### **4.4. Discusión de resultados**

La legislación peruana a través de la dirección general de salud ambiental publica en el 2011 un decreto la 031- 2010 -SA a referido al reglamento de la calidad del agua para consumo humano basado en la Ley 26842 Ley General de Salud empatizando en el artículo 12 donde los gobiernos locales provinciales y distritales deben velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento del agua así como la supervisión del cumplimiento de las disposiciones del reglamento en el artículo 14 menciona el programa de vigilancia donde DIGESA debe considerar los siguientes criterios el registro el ámbito de la zona de actividad la autoridad sanitaria el monitoreo la calidad de agua que se suministra la población en base a los requisitos físicos químicos y microbiológicos que rige el presente reglamento el control y la supervisión de la

calidad esta se dimensiona en base a los sistemas de abastecimiento puede constar de nivel 1 nivel 2 o nivel 3 en el artículo 56 en la que el consumidor tiene obligaciones y derechos está Establece que debe comunicar a los proveedores a la municipalidad o al sunas cualquier anomalía organoléptica del agua así como almacenar el agua para consumo con el cuidado necesario a fin de evitar contaminación debe facilitar las labores de inspección debe acceder a la información sobre la calidad del agua de forma gratuita y oportuna dentro de los requisitos de la calidad en el artículo 60 se detalla los parámetros microbiológicos que debe cumplir 63 necesariamente los parámetros de control obligatorio son coliformes totales coliformes termotolerantes color turbiedad residual de desinfección y PH, también se establece los límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica cumpliendo con el valor de pH entre 6.5 a 8.5 los sólidos totales disueltos como valor máximo es de 1000 la conductividad como valor máximo es de 1500 la turbiedad como valor máximo es de 5 (MINSA, 2020).

De acuerdo al reglamento a cargo de la DIGESA los parámetros fisicoquímicos del agua se cumplen con los límites máximos permisibles, sin embargo, es notorio la disminución considerable en algunos parámetros, como en el caso del total de sólidos disueltos que se reduce de una media de 265 a 21 ppm, así mismo el pH de 7.89 a 7.61, y de acuerdo a la observación, mostrada en los anexos, es evidente la calidad transparente del agua tratada por medio de la técnica de ósmosis inversa

## **CONCLUSIONES**

El agua para consumo humano que provee la empresa minera Cerro SAC, al centro poblado de champamarca es por un compromiso de uso de terrenos, a cambio del servicio del agua, pero no especifica el fin, por lo que es necesario realizar el análisis de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, sin embargo, el equipo multiparametro muestra que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles. basado en la Ley 26842 Ley General de Salud

Es necesario dimensionar la cantidad de consumo Diario del agua tratada para adquirir equipos de mayor capacidad medidas en galones por día GDP, ya que existe en el mercado desde 50 hasta 800 para uso doméstico, para tratar 250 l en un día es necesario un equipo de 300 GDP como mínimo.

## **RECOMENDACIONES**

El agua de arrastre producido por la filtración a través de ósmosis inversa con la finalidad de limpiar todas las impurezas de la membrana es proporcional a la calidad del agua que ingresa por lo que se recomienda tratar previamente mediante floculantes y clorinadores o utilizar el filtro de arena, con esta se asegura de no saturar la membrana y bajar los costos por mantenimiento.

A fin de obtener una buena circulación en el sistema es necesario implementar filtros de cimentación y consignar la presión de entrada y de salida, dado que el equipo requiere entre 40 y 60 PSI para su funcionamiento implicando que la presión de entrada debe ser mayor también. Es recomendable utilizar tanques a una altura mayor a dos pisos en las viviendas para generar la presión suficiente y tener un buen filtrado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabezas Oruna, J. (2012). Nuevas aplicaciones de la ósmosis inversa. *Departamento Académico de Ingeniería*.
- Carbotecnia. (2021). *7 pasos del proceso de Purificación de agua*.  
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/tratamiento-de-agua/proceso-de-purificacion-de-agua/>
- GUÍA DE PURIFICADORES DE AGUA. (2015). *PURIFICAR AGUA DE RÍOS, ARROYOS, ACEQUIAS Y OTROS*.  
<http://www.guiapurificadoresdeagua.com/purificar-potabilizar-agua-de-rio-arroyo/>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta . In *Mc Graw Hill* (Vol. 1, Issue Mexico).
- MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINSA. (2020). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.  
<http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/publicaciones.asp>
- WaterStation. (2021). *Ósmosis inversa: ventajas y desventajas*.  
<https://waterstation.mx/agua-y-salud/osmosis-inversa-ventajas-y-desventajas/>



## **ANEXOS**

## Anexo 1 ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA

Solicitantes. Bach. Jovana Susan ALEJANDRO BONILLA

Bach. Deysi Yessica SALINAS ORDOÑEZ

Lugar de la muestra: Centro poblado de Champamarca

Fecha del análisis: 18 de octubre del 2023

### Resultado de los análisis realizados a las muestras entregadas

Punto de Muestreo	Mvph	Ph	Mvorp	% Od	ppm Od	Us/Cm	Us/Cma	M - Cm	ppm Tds	Psu	°C
Muestra 1 (Agua de la fuente)	- 39.5	7.9	101.2	1.3	5.08	384	299	0.003	192	0.2	13.4
Muestra 2 (Agua purificada)	- 23.1	7.6	95.2	0.6	5.04	41	32	0.024	21	0	13.2
Muestra 3 (Agua residual de la osmosis)	- 36.4	7.9	125	0.6	5.04	678	530	0.002	339	0.3	13.5



Ing. Julio Antonio Asto Liñán  
INGENIERO QUIMICO  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

## Anexo 2 Evaluación de Ficha de Experto



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

##### 1.1. Apellidos y Nombres del informante:

Jose Luis SOSA SANCHEZ

##### 1.2. Grado Académico:

Maestro en Gestión del Sistema Ambiental

##### 1.3. Cargo e institución donde labora:

Secretario Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNDAC

##### 1.4. Título de Investigación: "Tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023"

##### 1.5. Autor del Instrumento:

##### 1.6. Nombre del Instrumento: Ficha de Observación

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0 - 20 %	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy Buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y formulas exactas					X
OBJETIVIDAD	Cumple su fin de determinar la calidad del Agua					X
ACTUALIDAD	Usa instrumentos y métodos actuales					X
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad				X	
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para poder determinar los aspectos del estudio					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos científicos					X
COHERENCIA	Lleva relación cada aspecto la tabla				X	
METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación					X
OPORTUNIDAD	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.					X

#### III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:

92% CON UNA CALIFICACIÓN EXCELENTE

#### IV. OPINION DE APLICACIÓN:

NINGUNA

Cerro de Pasco, abril del 2023	41433659		929915267
Lugar y Fecha	N° DNI	Firma de Experto	N° Celular

### Anexo 3 Matriz de consistencia

**Título:** Tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	ESTADISTICA
<b>Problema General</b> ¿Como evaluamos el tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023?	<b>Objetivo General</b> Evaluar el tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023	<b>Hipótesis General</b> El tratamiento de agua para consumo humano empleando la osmosis inversa es apropiado, en el centro poblado de Champamarca-Pasco-2023	<b>V.I</b>  Tratamiento de agua para consumo humano	<b>Población</b>  Parámetros físicos y químicos del agua	<b>Método</b>  Hipotético - deductivo	<b>Estadística Inferencial</b>
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>V.D</b>	<b>Muestra</b>	<b>Nivel de investigación</b>	<b>Validación de hipótesis</b>
¿Cuáles son los parámetros físicos del agua de la red de captación?	Determinar los parámetros físicos del agua de la red de captación	Los parámetros físicos del agua de la red de captación son significativos			Correlacional	Pruebas paramétricas
¿Cuáles son los parámetros físicos del agua de arrastre de la Osmosis?	Determinar los parámetros físicos del agua de arrastre de la Osmosis	Determinar los parámetros físicos del agua de arrastre de la Osmosis son significativos	Osmosis inversa	Muestreo intencionado no probabilístico	<b>Diseño</b>	t student
¿Cuáles son los parámetros físicos del agua potabilizada?	Determinar los parámetros físicos del agua potabilizada	Determinar los parámetros físicos del agua potabilizada son significativos			No experimental	

## Anexo 4 Mediciones



## Anexo 5 Toma de muestra del agua a la entrada de la laguna



## Anexo 6. Reservorio de agua tratada



## Anexo 7. Calidad de agua a tratar



## Anexo 8. Reservorio del agua filtrado



## Anexo 9. Tablero de control de la planta de Osmosis Inversa



**Anexo 10. Zona de bombeo de la planta de Jurashuanca**



**Anexo 11 Monitoreo del agua de bombeo a la ciudad de Cerro de Pasco**

