



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"



ESCUELA DE POSGRADO

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

“GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU RELACIÓN EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE UN SISTEMA POR OSMOSIS INVERSA EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS INDUSTRIALES EN LIMA – LIMA - LIMA – 2024”

Presentado por:

JUAN EDUARDO BARRIOS QUINTANILLA

De la Maestría en Administración, Mención: Gestión Empresarial

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 8%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 21 de marzo de 2026.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUÍS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA: ADMINISTRACIÓN

Mención: Gestión Empresarial



TESIS

**Gestión del Mantenimiento Preventivo y su Relación en el Proceso
de Tratamiento de un Sistema por Ósmosis Inversa en una
Empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima - Lima – 2024.**

Línea de investigación:

Recursos hídricos, riesgo de desastres y cambio climático.

PRESENTADO POR:

Ing. JUAN EDUARDO BARRIOS QUINTANILLA

GRADO ACADÉMICO A OBTENER: MAESTRO

ASESOR:

Dr. Eddy Tulio Paredes Sumari

Ica – Perú

2026

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y su inmenso amor. A la memoria de mis abuelos paternos y maternos. A mis padres, hermano, a mi novia e hija por el amor, cariño de siempre, comprensión y apoyo constante.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Eddy Tulio Paredes Sumari por su valiosa contribución como asesor de la presente investigación.

INDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes	12
1.1.1 Antecedentes Internacionales	12
1.1.2 Antecedentes Nacionales	16
1.1.3 Antecedentes Locales	19
1.2 Bases Teóricas	21
1.2.1 Breve Reseña de un sistema por Osmosis Inversa.....	21
1.2.2 Breve reseña del Mantenimiento Preventivo Industrial.....	21
1.2.3 La gestión del mantenimiento preventivo.....	22
1.2.3.1 Procesos principales de la gestión del mantenimiento preventivo.....	22
1.3 Situación Problemática.....	24
1.3.1 Formulación del Problema.....	25
1.3.1.1 Problema General.....	25
1.3.1.2 Problemas Específicos.....	25
1.4 Justificación e Importancia de la investigación.....	26
1.4.1 Justificación.....	26
1.4.1 Importancia.....	26
1.5 Objetivos.....	27
1.5.1 Objetivo General.....	27
1.5.2 Objetivos Específicos.....	27
1.6 Hipótesis de la investigación.....	28
1.6.1 Hipótesis General.....	28
1.6.2 Hipótesis Específicas.....	28
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	29
2.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación	29

2.2. Variables de la investigación	30
2.2.1 Identificación de Variables.....	30
2.2.2 Operacionalización de Variables.....	31
2.3 Población y Muestra.....	32
2.3.1 Población.....	32
2.3.2 Muestra	32
2.4 Técnicas de recolección de Datos	32
2.5 Instrumentos de Recolección de datos.....	33
2.6 Técnicas de Procesamiento, Análisis e Interpretación de Resultados.....	33
III. RESULTADOS.....	34
3.1 Presentación e Interpretación de resultados.....	34
3.1.1 Factores asociados.....	35
3.1.1.1 Tanque de agua cruda	36
3.1.1.2 Bomba de alimentación.....	36
3.1.1.3 Filtros de Bolsa de 20 micras.....	37
3.1.1.4 Filtros de Cartucho de 1 micra.....	37
3.1.1.5 Sistema de inyección de Anti Escalante.....	37
3.1.1.6 Bomba de alta presión.....	38
3.1.1.7 Membranas de Osmosis Inversa.....	38
3.1.1.8 Tanque de agua tratada o permeada.....	39
3.1.1.9 Bomba de Recirculación.....	39
3.1.1.10 Tanque de agua tratada para limpieza del sistema de Osmosis Inversa...40	
3.2 Detalle, características técnicas y estado de los equipos antes y después de ejecutar una correcta gestión en el mantenimiento preventivo.....	43
3.3 Análisis, situación, descripción y resultados de las muestras del agua antes y después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo en el sistema por Osmosis Inversa.....	47
3.4 Contrastación de Hipótesis.....	55
IV. DISCUSIÓN.....	64
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. RECOMENDACIONES	68
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	69
VIII. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No 1: Operacionalización de Variables.....	31
Tabla No 2: Situación de los equipos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	42
Tabla No 3: Situación de los equipos durante la ejecución en la mejora de la gestión del mantenimiento preventivo.....	43
Tabla No 4: Situación de los equipos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	45
Tabla No 5: Cronograma de Mantenimiento para el sistema por Osmosis Inversa.....	46
Tabla No 6: Resultado de las mediciones del agua permeada antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.....	47
Tabla No 7: Resultado de las mediciones del agua permeada después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.....	48
Tabla No 8: Parámetros permisibles para agua potable – Rango Normativo.....	49
Tabla No 9: Resultados estadísticos de las muestras de agua permeada antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	49
Tabla No 10: Resultados estadísticos de las muestras de agua permeada después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	50
Tabla No 11: Resultado de las mediciones de los parámetros hidráulicos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.....	51
Tabla No 12: Resultado de las mediciones de los parámetros hidráulicos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.....	52
Tabla No 13: Resultados estadísticos de las mediciones de los parámetros hidráulicos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	53
Tabla No 14: Resultados estadísticos de las mediciones de los parámetros hidráulicos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.....	54
Tabla No 15: Estadísticos descriptivos del pH.....	56
Tabla No 16: Estadísticos descriptivos de la conductividad eléctrica.....	57
Tabla No 17: Calculo de cuadro de entrada Hipótesis Especifica 1.....	58
Tabla No 18: Estadísticos descriptivos del caudal.....	60
Tabla No 19: Estadísticos descriptivos de la diferencia de Presión.....	61

Tabla No 20: Calculo de cuadro de entrada Hipótesis Especifica 2.....62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No 1: Diagrama de Flujo – Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa.....	35
Figura No 2: Equipamiento del Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa.....	36
Figura No 3: Filtros de Bolsa saturados.....	74
Figura No 4: Filtros de Cartucho saturados.....	74
Figura No 5: Membranas saturadas de Caliche.....	74
Figura No 6: Residuos de partículas en los filtros.....	74
Figura No 7: Costras de Caliche alojados en los tubos de presión.....	74
Figura No 8: Membranas saturadas de Caliche.....	75
Figura No 9: Costras de Caliche alojados en los tubos de presión.....	75
Figura No 10: Filtros de Cartucho saturados con arena	75
Figura No 11: Medición de la conductividad del agua tratada antes de efectuar los trabajos...76	
Figura No 12: Medición del pH del agua tratada antes de efectuar los trabajos.....	76
Figura No 13: Medición de la diferencia de presión antes de realizar los trabajos.....	76
Figura No 14: Medición del caudal del agua permeada antes de realizar los trabajos.....	76
Figura No 15 Inspecciono diaria de fugas en tuberías.....	77
Figura No 16: Llenado de tanque de químicos con antiescalante.....	77
Figura No 17: Cambio de filtros de Cartucho.....	78
Figura No 18: Limpieza de filtros usados para reutilización.....	78
Figura No 19: Calibración de sensores de pH.....	78
Figura No 20: Calibración de sensores de conductividad eléctrica.....	79
Figura No 21: Lubricación a los rodamientos de los motores de las bombas.....	79
Figura No 22: Cambio de aceite y filtro al compresor de aire.....	80
Figura No 23: Limpieza química a las membranas del sistema por Osmosis Inversa.....	80
Figura No 24: Mantenimiento al tablero de fuerza y de control del sistema.....	81
Figura No 25: Megado a los motores de las 03 bombas del sistema.....	81
Figura No 26: Medición de la conductividad del agua tratada después de efectuar los trabajos.82	
Figura No 27: Medición del pH del agua tratada después de efectuar los trabajos.....	82
Figura No 28: Medición de la diferencia de presión después de efectuar los trabajos.....	82
Figura No 29: Medición del caudal del agua permeada después de efectuar los trabajos.....	82

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en una empresa de Servicios Industriales en el Cercado de Lima en el año 2024, con el fin de conocer los procesos, características y factores asociados a la gestión del mantenimiento preventivo para un sistema por Osmosis Inversa. Para llevar a cabo la presente investigación se ejecutó la medición de los parámetros de funcionamiento del sistema como parámetros hidráulicos y eléctricos. Adicionalmente se realizó la toma de muestras de agua en el ingreso, así como en la salida del sistema, las cuales se analizaron las propiedades físico-químicas del agua. Según esos resultados se determinó la influencia que existe en la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por Osmosis Inversa. Se diseñó un estudio no experimental de corte transversal descriptivo, a través del análisis de parámetros de operación del sistema.

Los factores asociados para una adecuada gestión del mantenimiento preventivo del sistema por Osmosis Inversa son el contar varias etapas que estén interconectadas asegurando la eficiencia y fiabilidad del activo. Estas etapas son la planificación, organización, programación, ejecución, control y evaluación de las actividades para una adecuada gestión del mantenimiento preventivo, las cuales intervengan en la calidad del agua tratada del sistema. Además, se concluyó que, aplicando las etapas descritas anteriormente y una adecuada capacitación al personal operador en la operación y monitoreo del sistema influye significativamente en el proceso del equipo, la cual repercute en la calidad del tratamiento que se llevó a cabo en la Organización.

Palabras clave: gestión, mantenimiento preventivo, confiabilidad, procesos, parámetros.

ABSTRACT

This study was conducted at an industrial services company in Cercado de Lima in 2024 to understand the processes, characteristics, and factors associated with preventive maintenance management for a reverse osmosis system. To conduct this research, the system's operating parameters, such as hydraulic and electrical parameters, were measured. Additionally, water samples were taken at the inlet and outlet of the system, and their physical and chemical properties were analyzed. Based on these results, the influence on preventive maintenance management for the treatment process of a reverse osmosis system was determined. A non-experimental, descriptive cross-sectional study was designed through the analysis of system operating parameters.

The factors associated with proper preventive maintenance management of a reverse osmosis system include several interconnected stages that ensure the efficiency and reliability of the asset. These stages include planning, organization, scheduling, execution, control, and evaluation of activities for proper preventive maintenance management, all of which impact the quality of the system's treated water. Furthermore, it was concluded that applying the stages described above and adequately training operating personnel in system operation and monitoring significantly influences the equipment's performance, which impacts the quality of the treatment performed at the organization.

Keywords: management, preventive maintenance, reliability, processes, parameters.

I. INTRODUCCION

Una inadecuada gestión en el mantenimiento preventivo de equipos de Osmosis Inversa es parte de una problemática que se ha vuelto cada vez más persistente en la Industria, considerándose como punto prioritario para el abastecimiento de agua potable y agua para diversas aplicaciones. El proceso de tratamiento del agua para el consumo humano en sus diferentes etapas especialmente en los procedimientos de trabajo, no se está efectuando una apropiada gestión para el mantenimiento de Equipos de Osmosis Inversa, el cual está originando graves consecuencias inmediatas y a largo plazo para la salud y el desarrollo de los individuos dentro de la Organización, motivo por el cual se llevó a cabo la presente investigación titulada: “Gestión del Mantenimiento Preventivo y su Relación en el Proceso de Tratamiento de un Sistema por Osmosis Inversa en una Empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima - Lima – 2024” con el propósito de mejorar la gestión para el mantenimiento preventivo del equipo de Osmosis. Los resultados de la presente investigación permitieron conseguir información importante respecto a algunas muestras del agua tratada con parámetros muy superiores a los límites permisibles, además de parámetros eléctricos e hidráulicos que no estaban dentro de los valores nominales de funcionamiento. Adicionalmente, se pudo conocer las condiciones del Equipo de Osmosis, así como trabajos básicos de la operación del sistema. Conocer estas características sirvió para mejorar el proceso de la gestión del mantenimiento preventivo del equipo con el fin de mejorar el tratamiento del agua y evitar efectos en la salud de la Organización a fin de contribuir al desarrollo estable y mejor calidad para los trabajadores de la Compañía.

1.1 Antecedentes.

1.1.1 Antecedentes Internacionales.

- **Ing. María Orlasco - (2020) - GESTION DEL MANTENIMIENTO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO POR OSMOSIS INVERSA. – Universidad de California.** ⁽¹⁾

En el trabajo investigado se detalla los objetivos básicos de un Plan de Mantenimiento para las instalaciones y equipos del sistema de tratamiento por Osmosis Inversa, entre otros, los siguientes:

- Proporcionar las herramientas y recursos adecuados a los administradores y encargados del mantenimiento, para la realización de planes, procedimientos y programas, acordes con las necesidades de cada Sistema de Tratamiento.
- Administrar los pronósticos de recursos humanos, materiales y repuestos, y de transporte, que son necesarios en el corto, mediano y largo plazo.
- Equilibrar, organizar y coordinar actividades con los recursos disponibles.
- Optimizar las actividades de mantenimiento y sus correspondientes recursos.
- Suministrar oportunamente los recursos materiales demandados.
- Estimar la disponibilidad de las instalaciones, así como de los equipos y validarlas con Operaciones.

⁽¹⁾ Ing. María Orlasco. (2020). *Gestión del mantenimiento en plantas de tratamiento por osmosis inversa*. Universidad de California.

- Comparar trabajos programados con los realmente realizados.
- Conformar los documentos base para fundamentar el proceso de mantenimiento y sus necesidades de recursos.

Por otro lado, el autor detalla que las actividades del Mantenimiento planificadas con anticipación generan beneficios reales, entre las que destaca fundamentalmente las siguientes:

- Mejoramiento de la productividad del recurso humano tanto en calidad y cantidad como en tiempo.
- Optimización y aprovechamiento de los recursos materiales.
- Mejoramiento de la mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas de tratamiento de agua tratada por Osmosis Inversa.
- Mejoramiento de las condiciones de seguridad industrial para el personal Operador y de Mantenimiento.

- **Angie Lopez, Brayan Jimenez – (2021) - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE POR OSMOSIS INVERSA - Universidad Francisco José de Caldas Bogota D.C. ⁽²⁾**

Este trabajo detalla como finalidad facilitar cada uno de los procesos en el sistema desde la captación hasta los tanques de almacenamiento, mostrando de forma simple las definiciones y responsabilidades en la operación y mantenimiento preventivo y correctivo. Aparte Identifica las actividades que involucran la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) a través de un sistema por Osmosis Inversa.

Aparte esta investigación da a conocer las actividades para el muestreo de un cuerpo de agua en movimiento, el cual es necesario aforar el cauce, bien sea para expresar los resultados analíticos en términos de cargas o bien porque se requiere de estos datos para la composición de las muestras. Este procedimiento consiste en extraer una porción representativa de una masa de agua con el propósito de examinar diversas características. Los trabajos de laboratorio se inician precisamente en la fijación de características que deberán tener las muestras de agua que una vez recogidas serán analizadas.

⁽²⁾ Angie López, Brayan Jiménez. (2021). *Manual de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de agua potable por osmosis inversa*. Universidad distrital Francisco José de caldas Bogotá D.C.

- **CARE Internacional Avina – (2022) - OPERACIÓN Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE A TRAVÉS DE LA OSMOSIS INVERSA - Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 8 - Ecuador.** ⁽³⁾

En el tema investigado está enmarcado en la Declaratoria del Derecho Humano al Agua y Saneamiento (que en varios países se realizó incluso de manera previa a las Naciones Unidas), en la importancia que la gestión comunitaria tiene en el abastecimiento de agua para las poblaciones rurales de nuestra América y en la relación indisoluble entre agua, salud y calidad de vida. Estos tres elementos constituyen un importante marco orientador de la gestión de un sistema de agua y de las acciones de operación y mantenimiento necesarias. La operación y mantenimiento son acciones fundamentales para el funcionamiento y durabilidad de los sistemas de agua, su adecuada planificación y ejecución, así como una activa participación y vinculación de la organización comunitaria es un paso firme hacia el empoderamiento y sostenibilidad tanto de la organización como de la infraestructura. Una adecuada operación y mantenimiento sumados a una correcta composición del sistema, pueden ser garantía de un servicio de calidad. En muchas ocasiones no se presta la atención necesaria a la operación y mantenimiento, o es delegada a la persona responsable de la operación como su exclusiva responsabilidad, desligando al resto de la organización de estas tareas. Eso redundaría en una disminución de la vida útil de las infraestructuras, es una fuente permanente de conflictividad, significa un mayor gasto para la organización y no permite prestar un servicio eficiente a los usuarios/as. Las acciones de operación y mantenimiento deben estar de la mano entonces con las de cuidado y protección de las fuentes abastecedoras. Los distintos componentes de un sistema, así como las acciones básicas de operación y mantenimiento son explicados en detalle y contextualizados en distintos medios y realidades geográficas y sociales. Finalmente se reflexiona sobre la necesidad de apropiación de estas acciones, y de que estén regidas y sean conocidas mediante acuerdos de la organización que permitan su adecuada realización.

⁽³⁾ CARE Internacional Avina. (2022). *Operación y Gestión del mantenimiento de sistemas de agua potable a través de la osmosis inversa*. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 8. - Ecuador.

1.1.2 Antecedentes Nacionales.

- **Sedapal - (2022) - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE ATRAVES DE OSMOSIS INVERSA DE LA LOCALIDAD DE PUCUSANA. - Consorcio Saneamiento Lima Sur ⁽⁴⁾**

Este proyecto detalla el manejo y el mantenimiento de la planta de tratamiento el cual está basada en manuales de operación y mantenimiento en donde se identifiquen los procesos que hagan posible el funcionamiento óptimo, eficiente y efectivo de la planta, sin que se produzcan interrupciones debidas a fallas de cualquiera de los elementos, procesos u operaciones ocasionado por una deficiente operación o mantenimiento. Así mismo, durante la elaboración del manual es necesario analizar el ambiente económico, social, técnico y físico en que se encuentra la planta de tratamiento para identificar aquellos procesos operacionales y de mantenimiento que puedan llevarse a cabo sin problemas y de acuerdo a las condiciones locales. Aparte se detalla que es necesario establecer un sistema de control adecuado que permita en cualquier instante reconocer que procesos de operación o mantenimiento se están ejecutando, si se está llevando a cabo en forma adecuada o cuales deben ser modificadas, suprimirse o añadirse, para alcanzar el objetivo final de la operación y el mantenimiento.

⁽⁴⁾ Sedapal. (2022). *Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable a través de osmosis inversa de la localidad de Pucusana*. Consorcio Saneamiento Lima Sur.

- **Nadia Camacho Perez - (2021) – GESTION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO - Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima.** ⁽⁵⁾

En el tema investigado se muestra las diferentes etapas para la gestión del proceso el tratamiento del agua potable la complejidad de estos dependerá de las características del agua cruda. A continuación, describiremos los principales:

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

Coagulación-floculación: La coagulación consiste en la adición de coagulantes con el fin de desestabilizar las partículas coloidales para que sean removidas. En este proceso ocurre en fracciones de segundo, depende de la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. Mientras que la floculación es el proceso por el cual las partículas desestabilizadas chocan entre sí y se aglomeran formando partículas sólidas que se generan a través de la floculación y coagulación. En estos procesos, aparte de la remoción de turbiedad y color también se eliminan bacterias, virus, organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación, algas y sustancias que producen sabor y olor en algunos casos.

⁽⁵⁾ Nadia Camacho Pérez. (2021). *Gestión del proceso de tratamiento de agua para consumo humano*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima.

- **Oficina Sanitaria Panamericana - LIMA - (2022) - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA - MANUAL DE CAPACITACIÓN PARA OPERADORES - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud ⁽⁶⁾**

Este trabajo detalla al programa de mantenimiento como una sistematización de todas las actividades y estrategias destinadas a prevenir los daños. Su objetivo básico es garantizar la disponibilidad de la instalación para atender el programa de producción con calidad y productividad y asegurar costos adecuados. Para elaborar el programa de mantenimiento, se deben tener en cuenta los siguientes ítems:

1. Registro de equipos, agrupados por secciones;
2. Gestión de las actividades para el mantenimiento;
3. Plan estratégico de Mantenimiento.

El primer paso para la elaboración del programa de mantenimiento será inventariar y recopilar información de todos los equipos e identificar su ubicación física, según una ruta que coincida con el recorrido del agua por las diferentes instalaciones y unidades del proceso. Una vez inventariados los equipos, se procede a agruparlos por secciones, codificarlos y clasificarlos. Cada equipo es codificado mediante un código alfanumérico. Si existieran dos máquinas iguales que operen en una determinada sección, por ejemplo, dos unidades de dosificación—, entonces las unidades quedarán codificadas como Dosificador 1 y Dosificador 2, respectivamente.

⁽⁶⁾ Oficina Sanitaria Panamericana - Lima. (2022). *Operación y Mantenimiento de plantas de tratamiento de agua - Manual de capacitación para operadores*. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud - Lima

1.1.3 Antecedentes Locales.

- **Fundo La Brisa – Ica – (2020) - PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO POR OSMOSIS INVERSA.** ⁽⁷⁾

En el tema investigado se detalla el Plan de mejoramiento de la planta de tratamiento del agua para consumo humano en el fundo con el objetivo de reactivar los 6 pozos y revestimiento de mayólica de algunos reservorios de agua, que solucionará a corto plazo este servicio y asegurará la dotación de agua potable a los trabajadores. En tanto que también dieron énfasis a la prestación del servicio de agua y saneamiento, asegurando la dotación de insumos químicos para el tratamiento del agua, así como al mantenimiento de la red de agua y desagüe, reemplazando válvulas, llaves, ejecutando un plan de limpieza permanente de los tanques, reparación e instalación de electrobombas de 15 hp para asegurar el servicio continuo de agua. Para asegurar la sostenibilidad técnica, económica y social del Sistema de potabilización este proyecto también se incluye un Programa de capacitación y sensibilización dirigido a la población local para sensibilizar el uso racional del agua.

⁽⁷⁾ Fundo La Brisa – Ica. (2020). *Plan de Mejoramiento de la planta de tratamiento por Osmosis Inversa.*

- **Nexa Resources - (2021) - GESTION DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DESALINASADORA DE AGUA DE MAR - CHINCHA – ICA - Unidad Minera Cerro Lindo ⁽⁸⁾**

Este proyecto detalla cómo se realiza la gestión del mantenimiento preventivo de la planta de desalinización de agua de mar que abastece a la mina Cerro Lindo en Chincha – Ica - Perú. La planta utiliza ósmosis inversa y bombea agua desalinizada a través de 3 estaciones de bombeo a lo largo de una tubería de 62 km hasta la mina, ubicada a una altura de 2240 metros. La planta se construyó para proporcionar agua a la mina sin afectar el río Topará, una importante fuente de agua para las comunidades locales, La planta desalinizadora de Cerro Lindo recircula más del 90% del agua que utiliza en sus operaciones. El 98% del agua se usa para la extracción y el 2% se potabiliza.

⁽⁸⁾ Nexa Resources. (2021). *Gestión del Mantenimiento del Sistema de tratamiento de Agua Desalinizadora de Agua de Mar - Chincha – Ica*. Unidad Minera Cerro Lindo

1.2 Bases Teóricas.

1.2.1 Breve Reseña de un Sistema por Osmosis Inversa.

Un sistema de Osmosis Inversa es un método avanzado de purificación de agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar impurezas, sales disueltas, metales pesados, virus, bacterias y otras partículas no deseadas del agua. Funciona aplicando presión sobre el agua contaminada para forzarla a pasar a través de la membrana, dejando atrás los contaminantes.

Este sistema se utiliza comúnmente en hogares, industrias y plantas desalinizadoras para obtener agua potable de alta calidad. Entre sus ventajas destacan la eficacia en la eliminación de contaminantes y la mejora del sabor del agua. Sin embargo, también presenta algunas desventajas, como el desperdicio de agua en el proceso y la necesidad de mantenimiento regular del sistema y sus filtros.

La Osmosis Inversa es una tecnología confiable y efectiva para obtener agua purificada, especialmente en zonas con problemas de calidad del agua.

1.2.2 Breve reseña del Mantenimiento Preventivo Industrial.

El mantenimiento preventivo industrial es una estrategia planificada que tiene como objetivo evitar fallas o averías en los equipos y maquinarias utilizadas en procesos productivos. Consiste en realizar inspecciones periódicas, ajustes, limpieza, lubricación y sustitución de piezas antes de que se presente una falla.

Este tipo de mantenimiento se basa en el principio de que es más económico y eficiente prevenir los problemas que corregirlos una vez ocurren. Entre sus beneficios destacan el aumento de la vida útil de los equipos, la reducción del tiempo de inactividad no programado y la mejora en la seguridad del entorno laboral.

El mantenimiento preventivo es esencial en la industria moderna, ya que contribuye directamente a la optimización de la producción y a la reducción de costos operativos, garantizando un flujo de trabajo continuo y eficiente.

1.2.3 La gestión del mantenimiento preventivo

La gestión del mantenimiento preventivo implica planear, programar, ejecutar, registrar y evaluar todas las actividades que buscan evitar fallas y asegurar la confiabilidad de los activos. De igual manera viene a ser es el conjunto de actividades de planificación, organización, ejecución y control que se realizan para conservar los equipos, maquinarias, instalaciones o sistemas en condiciones óptimas de funcionamiento antes de que ocurra una falla. Su objetivo principal es prevenir averías, reducir tiempos de inactividad, alargar la vida útil de los activos y optimizar costos.

A diferencia del mantenimiento correctivo (que se hace cuando el equipo ya falló), el mantenimiento preventivo se realiza de forma programada con base en el tiempo, el uso o las recomendaciones del fabricante.

1.2.3.1 Procesos principales de la gestión del mantenimiento preventivo

Planificación

- Definir qué equipos requieren mantenimiento.
- Establecer la periodicidad (diaria, semanal, mensual, anual).
- Crear calendarios y cronogramas de mantenimiento.

Programación

- Asignar responsables (técnicos, cuadrillas o contratistas).
- Determinar recursos necesarios (herramientas, repuestos, materiales).
- Coordinar tiempos de parada de los equipos para no afectar la producción.

Ejecución

- Realizar las actividades planificadas (limpieza, lubricación, calibración, ajustes, reemplazo de piezas, inspecciones visuales).
- Seguir protocolos de seguridad y calidad.

Registro y control

- Documentar cada intervención (qué se hizo, cuándo, quién lo hizo, repuestos usados).

- Mantener históricos de mantenimiento por equipo.
- Usar software adecuado para la Gestión de Mantenimiento Asistido por un Ordenador cuando sea posible.

Evaluación y mejora continua

- Analizar indicadores de desempeño (Tiempo medio entre fallas, – Tiempo medio de reparación, disponibilidad, costos).
- Detectar equipos con fallas recurrentes.
- Ajustar la frecuencia y alcance de las tareas de mantenimiento.

1.3 Situación Problemática.

Hoy en día, el sistema de Osmosis Inversa es una tecnología que se utiliza en la mayoría de los países, sobre todo en naciones de climas áridos, semi-áridos y lugares que no cuentan con fuentes de agua dulce. El ejecutar inadecuados procesos para la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de osmosis inversa es una práctica que se realiza en muchos países debido a no contar con procesos adecuados para la gestión del mantenimiento de equipos que se utilizan para este tipo de tratamiento, aunque este sistema se utilizó ampliamente en países desarrollados, tales como el U.S.A, Francia, Reino Unido y Alemania a mediados del siglo XX al adoptarse sistemas de tratamiento de agua a fin de cumplir con las necesidades de la población. Hoy en día en el Perú, existe una gran cantidad de sistemas con esta tecnología, pero hay un gran déficit en la ejecución de una correcta gestión en el mantenimiento preventivo de estos sistemas, lo que provoca disminución en la eficiencia operativa, pérdida de calidad del agua, incremento de costos y riesgo de fallas críticas. Sin embargo, quedan muchos retos en el sector, como la mala praxis en los procesos de gestión del mantenimiento en varios lugares del Perú, uno de estos casos se da en la Empresa de Servicios Industriales en la ciudad de Lima, en la cual se llevó a cabo el presente estudio, El no tener una adecuada gestión en el mantenimiento preventivo del sistema de tratamiento la cual cumple los estándares de calidad se debe más que todo a la falta de no contar con información adecuada por parte del área encargada respectiva, no aplicar un proceso adecuado para la gestión del mantenimiento preventivo a los equipos se debe a la insuficiente cobertura de servicios y tarifas que no permiten cubrir los costos de inversión, operación y mantenimiento de los servicios del sistema. Como resultado de esta observación hay una gran debilidad, falta de cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales por parte de los dueños y áreas vinculadas al tema, en la que afecta más que todo a la salud de las personas, en la que, aplicando este sistema ambiguo de mantenimiento, influye en la calidad del tratamiento del agua, así como en costos elevados para la operación del sistema.

1.3.1 Formulación del Problema.

1.3.1.1 Problema General.

¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo influye en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024?

1.3.1.2 Problemas específicos

a) ¿En qué medida la planificación y programación para la gestión del mantenimiento preventivo se relaciona en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024?

b) ¿Cómo se determina las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024?

1.4 Justificación e Importancia de la investigación.

1.4.1 Justificación

Las razones por las que se llevó a cabo el presente estudio son las siguientes: El efectuar una inadecuada gestión en el mantenimiento preventivo a los equipos de osmosis inversa para el tratamiento de agua, como consecuencia genera obtener una mala calidad en el tratamiento del fluido, el cual es un problema sanitario que atenta contra la salud de las personas y aumenta cada vez más y merece ser investigado. Una inadecuada gestión del mantenimiento preventivo, por la magnitud del problema y los costos operativos que va dejando hoy en día, no sólo involucra a los trabajadores, si no, a todas las fuerzas vivas de la sociedad. Además, se justifica porque tiene una serie de costos económicos y operacionales que perjudican al desarrollo de la organización, de manera irreversible.

1.4.2 Importancia

Para este trabajo de investigación se tuvo que considerar los siguientes aspectos:

- a) Es importante precisar que el presente estudio tuvo repercusión en la implementación de una correcta gestión en el mantenimiento preventivo para los equipos de tratamiento por Osmosis Inversa.
- b) Los aportes para esta investigación permitieron elaborar una propuesta para la gestión óptima del mantenimiento preventivo, la cual contribuyó a un adecuado funcionamiento del sistema durante el proceso de tratamiento con el fin de disminuir y/o controlar el problema, buscando un impacto positivo en la organización. Es importante para poder intervenir a nivel local, informar referente a aspectos relevantes del tema a estudiar y sensibilizar a las autoridades involucradas a fin de tomar medidas preventivas y correctivas inmediatas.
- c) Las soluciones para este problema sirvieron para reforzar áreas susceptibles y afianzar en el aspecto preventivo promocional con la finalidad de ir logrando cambios en la Gestión del mantenimiento preventivo del sistema de Osmosis Inversa frente a la mala calidad del fluido destinada para los trabajadores a fin de mejorar la calidad del agua y reducir costos operativos.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General

Determinar la influencia que existe en la gestión del mantenimiento preventivo en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la importancia de la planificación y programación de la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.
- Determinar las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.

1.6 Hipótesis de la investigación.

1.6.1 Hipótesis General

La gestión del mantenimiento preventivo está relacionada significativamente en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.

1.6.2 Hipótesis Específicas

- Es significativamente aceptable la planificación y programación de la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.

- Es significativamente eficiente las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación.

El presente trabajo de investigación es de tipo Aplicada porque se midieron parámetros y valores según el tratamiento del agua, los cuales vinculo las características de las variables en las técnicas para la gestión del mantenimiento preventivo del sistema de Osmosis Inversa y la calidad del agua tratada en el tema a investigar. Además, no se buscó generalizar los resultados a toda la industria, sino resolver un problema específico y generar un diagnóstico profundo en un caso real. Nivel de estudio: Descriptivo porque el propósito del estudio estuvo dirigido a identificar y describir las características de las propuestas para la gestión del mantenimiento de los equipos asociados con la calidad del tratamiento del agua para consumo humano a través de la Osmosis Inversa. El diseño es Descriptivo Explicativo porque se recopilaron los datos tal y como ocurren, sin intervenir en su desarrollo, en cuanto a la dimensión temporal es de corte transversal porque los datos se recolectaron en un determinado momento haciendo un corte en el tiempo, mediante la aplicación de toma de parámetros eléctricos, hidráulicos y mecánicos de los equipos, aparte de la toma muestras de agua tratada y su posterior análisis en el laboratorio. Para tal fin, el esquema de trabajo comprendió los siguientes momentos:

- Análisis e interpretación descriptiva.
- Recopilación de datos.
- Identificación de las categorías de análisis.
- Establecimiento de las variables a investigar.

Cabe resaltar que, durante este estudio, el trabajo de campo, toma de datos, mediciones de la nueva gestión del mantenimiento preventivo al sistema de Osmosis Inversa se efectuó del 01 de septiembre del 2025 al 31 de octubre del 2025.

2.2 Variables de la investigación.

2.2.1 Identificación de variables.

Las variables consideradas en la presente investigación son:

- **Variable Independiente**
Gestión del Mantenimiento Preventivo.

- **Variable Dependiente**
Proceso de Tratamiento de un sistema por Osmosis Inversa.

2.2.2 Operacionalización de Variables.

Tabla No 1: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Gestión del mantenimiento preventivo	Gestión de mantenimiento preventivo: es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos. Entre las dimensiones incluye la planificación, programación, ejecución, control y evaluación del mantenimiento preventivo.	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de Operación, Aplicación de un adecuado plan de gestión mantenimiento de equipos para el procesamiento del agua por Osmosis Inversa. - Capacitación permanente a los operadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de Medición electromecánicos e hidráulicos - Programas de actualización, plan de trabajo y cronogramas de mantenimiento
Proceso de Tratamiento de un sistema por Osmosis Inversa.	Proceso de Tratamiento de un sistema por Osmosis Inversa: es un proceso de tratamiento que elimina los contaminantes del agua mediante el uso de presión para forzar las moléculas de agua a través de un conjunto de membranas semipermeables. Durante este proceso, los contaminantes se filtran y se eliminan. Esto permite dejar un agua potable, limpia y libre de impurezas. Entre las dimensiones incluye el pretratamiento, proceso de osmosis inversa, postratamiento, así como el monitoreo y control del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia mínima de Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). - Presencia de PH neutro - Porcentaje de Recuperación seteado según análisis de fuente de agua. - Diferencia de Presión en las membranas dentro del Rango recomendado por el fabricante. - Caudal de diseño con producción de agua permeada constante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos para Medición de Conductividad Eléctrica. - Instrumentos para Medición de PH. - Medidores Multiparametros. - Medidores de presión y Caudal - Análisis de laboratorio.

Fuente: Datos e información recabada por el investigador.

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

La población para fines de estudio estuvo conformada por los registros históricos de los parámetros de Operación del Equipo por Osmosis Inversa.

2.3.2 Muestra

La muestra estuvo conformada por los parámetros hidráulicos (Caudal y presión) del sistema de Osmosis Inversa donde se verifico el estado en que se encontraba el equipo. Por otro lado, la muestra también estuvo conformada por los parámetros fisico-químicos del agua (Conductividad eléctrica y pH). Para ambos casos se midieron las muestras antes y después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo del sistema para los análisis respectivos. Una vez que se determinen los parámetros físico-químicos de las muestras, los resultados serán comparados con los estándares de Calidad para el agua.

2.4 Técnicas de recolección de Datos.

Se utilizaron como técnicas los procedimientos y plan para la gestión del mantenimiento preventivo, toma de parámetros eléctricos e hidráulicos, procedimientos de operación y mantenimiento del equipo por Osmosis Inversa, así como el recojo de muestras del agua antes y después del tratamiento, Cronogramas de mantenimiento, protocolos de operación de los equipos antes y después del mantenimiento y los análisis de muestras de agua antes y después de la ejecución del mantenimiento preventivo.

2.5 Instrumentos de Recolección de Datos.

Se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- Instrumentos de Medición electromecánicos e hidráulicos.
- Programas de actualización.
- Análisis de laboratorio.
- Instrumentos para Medición de Conductividad Eléctrica.
- Instrumentos para Medición de PH.
- Medidores Multiparámetros.
- Medidores de presión y Caudal

2.6 Técnicas de Procesamiento, Análisis e Interpretación de Resultados.

La información será procesada en ambiente Windows, utilizando los software de Word, Excel, SPSS, Sistema Scada (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) del equipo de Osmosis Inversa en las que se procederá a la verificación de datos, clasificación sistemática, codificación y tabulación para la presentación en tablas, gráficos y planos los que ayudaran a su presentación, procesamiento adecuado y a la aplicación de las pruebas estadísticas apropiadas para la contrastación de las hipótesis y responder al problema de investigación y cumplir con los objetivos del presente estudio.

III. RESULTADOS

3.1 Presentación e Interpretación de resultados.

El sistema de Osmosis Inversa se localiza en una empresa de Servicios Industriales en el Cercado de Lima, provincia y región de Lima. La implementación de este sistema de tratamiento de agua por Osmosis Inversa se llevó a cabo en el año 2019 con la finalidad de abastecer con agua potable a toda la organización que cuenta con 52 empleados.

Este sistema comprende las siguientes etapas: Tanque de Agua Cruda, Bomba de Alimentación, Filtros de Bolsa, Filtros de Cartucho, Sistema de Inyección de Anti Escalante, Bomba de Alta Presión, Membranas de Osmosis Inversa, Bomba de Recirculación, Tanque de Agua Tratada y un sistema Neumatico.

Cabe precisar que antes de realizar la presente investigación, el equipamiento del sistema de Osmosis Inversa no ha recibido ningún mantenimiento preventivo desde el inicio de su operación. Lo único realizado fue un mantenimiento muy básico (detectar defectos de los equipos y posibles fallas) pero sin efectuar acciones preventivas de mayor complejidad. Adicionalmente, se pudo corroborar que la gestión del mantenimiento aplicados por los operadores no eran los apropiados ya que eran actividades simples y ambiguas.

Luego se corroboraron las actividades de monitoreo y operación de los parámetros de funcionamiento del equipamiento electromecánico. Para el procesamiento de datos se utilizó información asociada al equipamiento del sistema de Osmosis Inversa los cuales

se detalla las especificaciones técnicas, el trabajo específico de cada equipo y un adecuado planeamiento en el mantenimiento preventivo como alternativas de mejoras en la gestión del mantenimiento los cuales repercuten en el Proceso del Tratamiento del agua del sistema.

3.1.1 Factores Asociados

El Sistema de Tratamiento de Agua por Osmosis Inversa cuenta con la siguiente configuración:

Diagrama de Flujo – Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa

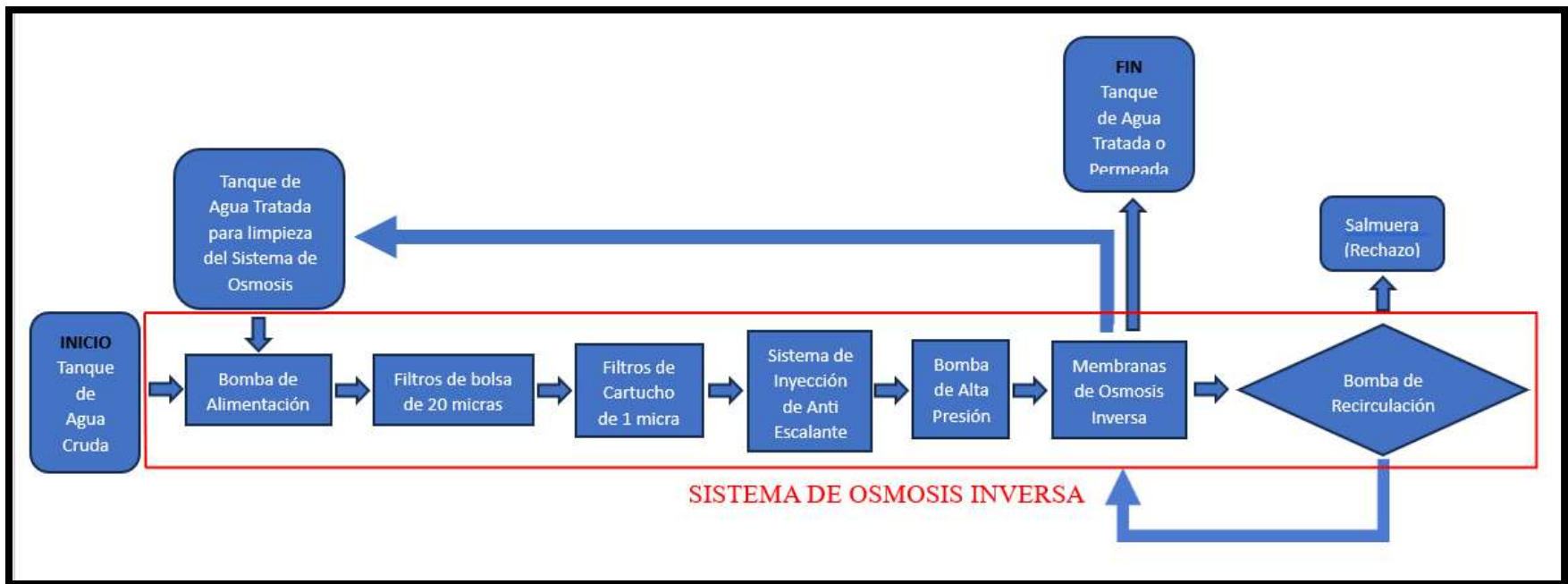


Figura No 1: Diagrama de Flujo – Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa. Elaborado por el investigador

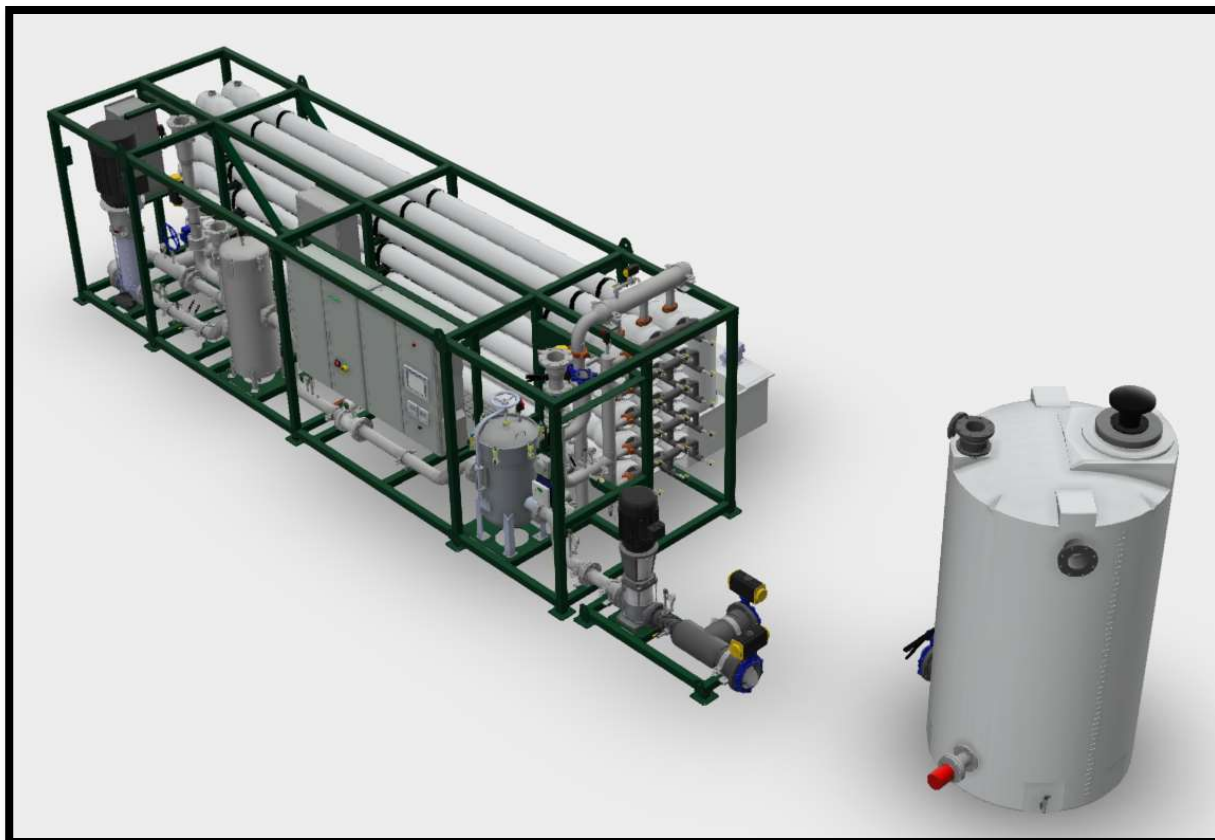


Figura No 2: Equipamiento del Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa. Elaborado por el investigador

3.1.1.1 Tanque de Agua Cruda.

El tanque de agua cruda es el primer punto de almacenamiento del agua que será tratada. La capacidad del tanque es de 40 m³ le cual se divide en cuatro tanques de 10 m³ cada uno. Es un depósito donde se almacena el agua sin tratar, proveniente de la fuente de suministro de la red pública Esta agua aún contiene sedimentos, sales, materia orgánica, microorganismos u otras impurezas.

3.1.1.2 Bomba de Alimentación.

La bomba de alimentación en un sistema de ósmosis inversa, es la bomba encargada de tomar el agua del tanque de agua cruda y enviarla hacia el sistema de filtración, manteniendo el caudal y presión necesarios para que el proceso funcione correctamente.

Este equipo impulsa el agua desde el tanque de agua cruda hasta las etapas de pretratamiento (filtros de bolsa, cartucho, anti-incrustante) y luego hacia la bomba de alta presión.

3.1.1.3 Filtros de Bolsa de 20 micras

Los filtros de bolsa de 20 micras en un sistema de ósmosis inversa son equipos de pretratamiento diseñados para retener partículas sólidas, sedimentos y materia en suspensión antes de que el agua llegue a las etapas más finas, como los filtros de cartucho y las membranas de Osmosis Inversa. Son recipientes metálicos o de plástico resistentes que contienen bolsas filtrantes hechas de materiales como polipropileno o poliéster. El agua entra al housing o al alojamiento pasa a través de la bolsa y las partículas quedan atrapadas en ella.

3.1.1.4 Filtros de Cartucho de 1 micra

Los filtros de cartucho de 1 micra en un sistema de ósmosis inversa son filtros de precisión que se utilizan justo antes de la bomba de alta presión y las membranas de Osmosis Inversa. Su función principal es retener partículas muy finas para proteger las membranas, que son muy sensibles a la obstrucción. Son filtros cilíndricos, normalmente de materiales como polipropileno, fibra enrollada o plegados, con una micronaje (tamaño de poro) muy preciso.

3.1.1.5 Sistema de inyección de Anti Escalante

Un sistema de inyección de antiescalante en una planta de ósmosis inversa es un conjunto de equipos diseñado para dosificar un químico antiescalante al agua de alimentación antes de que entre a las membranas. Su función principal es prevenir la formación de incrustaciones (scaling) dentro de las membranas, lo que protege el sistema y mantiene su eficiencia. El antiescalante evita que sales minerales como:

- Carbonato de calcio
- Sulfato de calcio
- Sulfato de bario
- Sulfato de estroncio

- Sílice
se depositen en la superficie de la membrana y la dañen.

3.1.1.6 Bomba de Alta Presión.

La bomba de alta presión en un sistema de ósmosis inversa es un equipo fundamental cuya función es elevar la presión del agua de alimentación para que pueda atravesar las membranas y lograr la separación de sales y contaminantes.

La Función principal Impulsar el agua pretratada hacia las membranas de Osmosis Inversa a la presión adecuada para:

- Separar sales disueltas
- Retener contaminantes
- Producir agua de alta pureza

Mayormente son bombas centrífugas multietapa o de desplazamiento positivo, fabricadas en acero inoxidable u otros materiales resistentes a la corrosión, diseñadas para operación continua, alta eficiencia y estabilidad de presión

3.1.1.7 Membranas de Osmosis Inversa

Las membranas de ósmosis inversa son filtros semipermeables de alta precisión que se usan para purificar el agua, eliminando sales, minerales, metales pesados, bacterias, virus y otras impurezas disueltas. Normalmente están hechas de poliamida en capas delgadas, enrolladas en forma de espiral y alojadas en tubos de presión. La ósmosis inversa aplica alta presión al agua para forzarla a pasar a través de la membrana. La membrana deja pasar solo moléculas de agua y retiene contaminantes como sales, químicos y microorganismos

Se obtienen dos corrientes:

- Agua permeada (agua purificada)
- Agua de rechazo o salmuera (concentrado de impurezas)

Las membranas de Osmosis Inversa eliminan:

- Sales disueltas (hasta 95–99%)
- Metales pesados (arsénico, plomo, mercurio)
- Bacterias y virus
- Nitratos, sulfatos, fluoruro

- Sustancias químicas

¿Por qué son importantes?

- Mejoran la calidad del agua
- Protegen equipos aguas abajo
- Reducen incrustaciones y corrosión
- Permiten cumplir normas técnicas y sanitarias

3.1.1.8 Tanque de agua tratada o permeada

Un tanque de agua tratada o agua permeada por ósmosis inversa es el depósito donde se almacena el agua que ya ha pasado por el sistema de ósmosis inversa y ha sido purificada.

Este tanque cumple varias funciones clave:

- Almacenar el agua purificada para su uso posterior.
- Regular el suministro, evitando depender directamente del funcionamiento continuo del sistema de osmosis inversa.
- Garantizar presión y caudal constante al proceso o consumo final.
- Separar el agua tratada del agua cruda.

3.1.1.9 Bomba de Recirculación

La bomba de recirculación en un sistema de ósmosis inversa es un equipo que vuelve a hacer circular parte del agua concentrada (rechazo) dentro del sistema para mejorar la eficiencia y proteger las membranas.

Este equipo cumple varias funciones:

- Recircula el concentrado (agua con sales retenidas) hacia la entrada del módulo de membranas o a una etapa previa.
- Mantiene un caudal y velocidad adecuados dentro de las membranas.
- Reduce la acumulación de sales en la superficie de la membrana (fouling e incrustaciones)
- Aumentar la recuperación del sistema: Se aprovecha mejor el agua, produciendo más permeado con la misma alimentación.
- Proteger las membranas: Disminuye el riesgo de incrustaciones (scaling) y ensuciamiento.

- Estabilizar la operación: Mantiene presión y flujo constantes, especialmente en sistemas pequeños o de alta recuperación.
- Optimizar el consumo de químicos: Trabaja en conjunto con el antiescalante para un mejor control de sales.

3.1.1.10 Tanque de agua tratada para limpieza del sistema de Osmosis Inversa.

El tanque CIP en un sistema de ósmosis inversa es el tanque de Limpieza en el Lugar (CIP = Cleaning In Place). Su función es preparar, almacenar y recircular las soluciones químicas que se usan para limpiar las membranas cuando se ensucian o incrustan.

En el tanque se:

Prepara la solución de limpieza (ácida o alcalina)

Controla pH y temperatura

Recircula la solución por las membranas

Enjuaga el sistema después de la limpieza

3.2 Detalle, características técnicas y estado de los equipos antes y después de ejecutar una correcta gestión en el mantenimiento preventivo.

Este trabajo de investigación se centralizo en el análisis, diagnóstico y estudio de todo el equipamiento del sistema de Osmosis. A continuación, se detalla las características técnicas, situación del equipamiento antes y después de la ejecución y mejora en la gestión del mantenimiento, así como los resultados de los trabajos. Las especificaciones técnicas del diseño del equipo son las siguientes:

Caudal de Producción: 21 litros por segundo (l/s) o 1800 metros cúbicos día (m³/día)

Recuperación del sistema o eficiencia de trabajo: 84%

Diferencia de presión de trabajo en las membranas: 1.8 bar

Cabe resaltar que, durante este estudio, la gestión del mantenimiento preventivo a los equipos del sistema de Osmosis se realizó del 01 de noviembre del 2025 al 30 de noviembre del 2025 en la cual se detalla las siguientes actividades:

Descripción del Equipamiento del Sistema de Osmosis Inversa

Tabla No 2: Situación de los equipos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Equipamiento Electromecánico - Sistema de Osmosis Inversa		
Equipos	Descripción	Situación de los equipos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.
Bomba de Alimentación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 30 HP, 440 V, 60 Hz, 36 Amp, 31 lps, 163 mca	La bomba de alimentación se encontró con un sonido de rozamiento al momento de operar. El caudal de la bomba fue de 15 l/s y una presión de 90 mca. La corriente de operación fue de 40 A.
Filtros de bolsa	Alojamiento con 4 filtros de bolsa de 20 micras de porosidad	Los filtros se encontraron saturados y dañados por los residuos del agua cruda. La diferencia de presión era de 2 bar.
Filtros de Cartucho	Alojamiento con 32 filtros de Cartucho de 10 micras de porosidad	Los filtros se encontraron saturados y dañados por los residuos del agua cruda. La diferencia de presión era de 2.2 bar
Sistema de Inyección de Antiescalante	Bomba Dosificadora de antiescalante 220 VAC; 1ph; 7.5 l/h; 150 PSI	El sistema no tenía Antiescalante, la bomba estaba descalibrada y las mangueras de succión y descarga estaban obstruidas.
Bomba de Alta presión	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 75 HP, 440 V, 60 Hz, 85.6 Amp, 31 lps, 255 mca	La bomba de alta presión se encontró con un sonido de rozamiento al momento de operar. El caudal de la bomba fue de 18 l/s y una presión de 180 mca. La corriente de operación fue de 90 A.
Membranas de Osmosis Inversa	15 tubos de presión cada uno con 5 membranas Marca Dupont de Poliamida de 0.0001 micras de porosidad (Total 75 membranas en todo el sistema.	Las membranas se encontraban saturadas y con una diferencia de presión elevada por encima de los 4 bar, el caudal de agua permeada era de 11 l/s, la conductividad eléctrica promedio era de 1730 (μ S/cm) y el ph era de 8.6, la recuperación de trabajo o eficiencia del sistema fue de 44 %, los cuales no eran valores adecuados para el funcionamiento.

Bomba de Recirculación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 20 HP, 440 V, 60 Hz, 24 Amp, 30 lps, 408 mca	La bomba de recirculación se encontró con un sonido de rozamiento al momento de operar. El caudal de la bomba fue de 20 l/s y una presión de 195 mca. La corriente de operación fue de 30 A.
------------------------	---	--

Fuente: Datos del Investigador.

Tabla No 3: Situación de los equipos durante la ejecución en la mejora de la gestión del mantenimiento preventivo.

Equipamiento Electromecánico - Sistema de Osmosis Inversa		
Equipos	Descripción	Situación de los equipos durante la ejecución de las mejoras para la gestión del mantenimiento preventivo. Mejoras ejecutadas en la Gestión del Mantenimiento Preventivo
Bomba de Alimentación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 30 HP, 440 V, 60 Hz, 36 Amp, 31 lps, 163 mca	<ul style="list-style-type: none"> - Se Realizo el engrase o lubricación a los rodamientos superior e inferior del motor. - Se realizo el ajuste del acoplamiento de la Bomba-Motor. - Se verifico que el eje gire de manera libre y sin atascarse.
Filtros de bolsa	Alojamiento con 4 filtros de bolsa de 20 micras de porosidad	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizo el retiro de los filtros antiguos. - Se realizo la limpieza del Housing o alojamiento de los filtros. - Se instalaron filtros nuevos de las mismas características técnicas.
Filtros de Cartucho	Alojamiento con 32 filtros de Cartucho de 10 micras de porosidad	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizo el retiro de los filtros antiguos. - Se realizo la limpieza del Housing o alojamiento de los filtros. - Se instalaron filtros nuevos de las mismas características técnicas.
Sistema de Inyección de Antiescalante	Bomba Dosificadora de antiescalante 220 VAC; 1ph; 7.5 l/h; 150 PSI	<ul style="list-style-type: none"> - Se limpio el recipiente del químico y se llenó con antiescalate todo el tanque. - Se limpiaron las mangueras de succión y descarga de la bomba dosificadora. - Se calibro la bomba a un set point de Seteo de pulsaciones: 110 pulsos para 250 ml/h.

Bomba de Alta presión	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 75 HP, 440 V, 60 Hz, 85.6 Amp, 31 lps, 255 mca	<ul style="list-style-type: none"> - Se Realizo el engrase o lubricación a los rodamientos superior e inferior del motor. - Se realizo el ajuste del acoplamiento de la Bomba-Motor. - Se verifico que el eje gire de manera libre y sin atascarse.
Membranas de Osmosis Inversa	15 tubos de presión cada uno con 5 membranas Marca Dupont de Poliamida de 0.0001 micras de porosidad (Total 75 membranas en todo el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizo una limpieza química (Alcalina y Acida) a las membranas a fin de poder eliminar todas las incrustaciones y sales que estaban alojadas en todos los tubos de presión. - Adicionalmente se calibraron los instrumentos de medición del sistema (Medidor de Conductividad, Medidor de Ph, Medidor de presión y Caudalímetro)
Bomba de Recirculación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 20 HP, 440 V, 60 Hz, 24 Amp, 30 lps, 408 mca	<ul style="list-style-type: none"> - Se Realizo el engrase o lubricación a los rodamientos superior e inferior del motor. - Se realizo el ajuste del acoplamiento de la Bomba-Motor. - Se verifico que el eje gire de manera libre y sin atascarse.

Fuente: Datos del Investigador.

Cabe precisar que todas las gestiones realizadas durante este proceso de mejora en la gestión del mantenimiento preventivo del sistema por osmosis inversa, se llevaron a cabo todas las coordinaciones en conjunto con la empresa fabricante del equipamiento, así como con el investigador del presente trabajo, realizando los análisis respectivos para organizar y dirigir todas las actividades del mantenimiento con el fin de que el sistema vuelva a operar en condiciones y parámetros normales según las especificaciones técnicas de diseño del equipo.

Tabla No 4: Situación de los equipos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Equipamiento Electromecánico - Sistema de Osmosis Inversa		
Equipos	Descripción	Situación de los equipos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.
Bomba de Alimentación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 30 HP, 440 V, 60 Hz, 36 Amp, 31 lps, 163 mca	El caudal de la bomba mejoro a 29.5 l/s y una presión de 162 mca. La corriente de operación bajo a 35 Amp., la cual opera por debajo de su corriente nominal.
Filtros de bolsa	Alojamiento con 4 filtros de bolsa de 20 micras de porosidad	Mejoro la diferencia de presión llegando a un valor optimo de 0.2 bar
Filtros de Cartucho	Alojamiento con 32 filtros de Cartucho de 10 micras de porosidad	Mejoro la diferencia de presión llegando a un valor optimo de 0.1 bar
Sistema de Inyección de Antiescalante	Bomba Dosificadora de antiescalante 220 VAC; 1ph; 7.5 l/h; 150 PSI	Mejoro la dosificación del químico a fin de poder proteger las membranas del sistema ante posibles incrustaciones y obstrucciones con sales. La Bomba dosificadora trabaja en óptimas condiciones a un set point de Seteo de pulsaciones de 110 pulsos para 250 ml/h
Bomba de Alta presión	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 75 HP, 440 V, 60 Hz, 85.6 Amp, 31 lps, 255 mca	El caudal de la bomba mejoro a 31 l/s y una presión de 254 mca. La corriente de operación bajo a 83 Amp., la cual opera por debajo de su corriente nominal. El equipo trabaja en óptimas condiciones.
Membranas de Osmosis Inversa	15 tubos de presión cada uno con 5 membranas Marca Dupont de Poliamida de 0.0001 micras de porosidad (Total 75 membranas en todo el sistema.	Mejoro la diferencia de presión llegando a un valor optimo de 1,8 bar el cual es un valor optimo, el caudal de agua permeada mejoro a 20.5 l/s, la conductividad eléctrica bajo a 250 (μ S/cm) y el ph llego a 7.3. La recuperación de trabajo o eficiencia del sistema fue de 82%. El sistema trabaja en óptimas condiciones y con valores aceptables.

Bomba de Recirculación	Electrobomba Vertical Multietapica Marca Grundfos de 20 HP, 440 V, 60 Hz, 24 Amp, 30 lps, 408 mca	El caudal de la bomba mejoro a 29.5 l/s y una presión de 254 mca. La corriente de operación bajo a 23 Amp., la cual opera por debajo de su corriente nominal. El equipo trabaja en óptimas condiciones.
------------------------	--	---

Fuente: Datos del Investigador.

A continuación, se presenta el Cronograma de mantenimiento después de efectuar las mejoras a la Gestión del Mantenimiento Preventivo con el cual se pudo llegar a los parámetros esperados:

Tabla No 5: Cronograma de Mantenimiento para el sistema por Osmosis Inversa

Actividades	Frecuencia
1. Mantenimiento Predictivo	
1.1 Monitoreo y registro de parámetros de operación a los equipos de Osmosis Inversa.	Diario
1.2 Comprobar el correcto funcionamiento de las 03 bombas del sistema.	Semanalmente
1.3 Medición de parámetros eléctricos.	Mensualmente
2. Mantenimiento Preventivo	
2.1 Revisar si existen fugas de la tubería.	Diario
2.2 Llenar el tanque de químicos con el antiescalante y que el nivel no llegue al mínimo, verificar el cebado de la bomba dosificadora.	Diario
2.3 Realizar el cambio de los filtros (Bolsa y Cartuchos)	Presión \leq 0.7 bar
2.4 Efectuar la limpieza de los filtros usados y/o saturados ya sean de bolsa o cartucho para volver a reutilizarse.	Presión \leq 0.7 bar
2.5 Realizar la calibración de los sensores de medición de PH y conductividad y contrastarlos con el medidor portátil y el HMI del sistema.	Mensualmente
2.6 Realizar el engrase o lubricación a los rodamientos superior e inferior de los motores de las 03 bombas del sistema de RO	Cada 06 meses
2.7 Realizar el cambio de aceite y filtros a los compresores de aire.	Cada 06 meses
2.8 Realizar la limpieza química a las membranas de los equipos.	Cada 06 meses o cuando la diferencia de presión sea mayor a 3.0 bar
2.9 Efectuar la limpieza al tablero de fuerza y control y además realizar el reajuste a las borneras de conexión de ambos tableros	Cada 06 meses

2.10 Realizar el megado de las 03 bombas del sistema de Osmosis Inversa.	Cada 06 meses
3. Mantenimiento Correctivo	
3.1 Realizar el cambio de las membranas al sistema de Osmosis Inversa.	Cada 05 años

Fuente: Datos e información propuestos por el investigador.

3.3 Análisis, situación, descripción y resultados de las muestras del agua antes y después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo en el sistema por Osmosis Inversa.

Seguidamente se detalla los resultados de los análisis de los parámetros físico-químicos del agua permeada antes y después de efectuar las mejoras a la gestión del mantenimiento para el sistema por Osmosis Inversa. Se realizaron un total de 15 muestras uno por cada alojamiento de las membranas.

Tabla 6: Resultado de las mediciones del agua permeada antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa

N° de Muestras	PH 6.5 a 8.5 (Valor de pH)	Conductividad <= 1500 (µS/cm)
M1	6.4	2458
M2	6.5	1904
M3	8.6	2569
M4	8.8	1749
M5	6.5	2049
M6	9.4	1890
M7	8.41	1435
M8	9.5	2038
M9	9.6	2671
M10	8.9	892
M11	8.57	1756
M12	8.9	1398
M13	9.7	2038
M14	9.5	672
M15	9.8	436

Fuente: Datos del investigador.

Parámetros fuera de Rango

Las mediciones fueron tomadas con un medidor multiparámetros. Esas mediciones y se realizaron con el propósito de evaluar cuáles son las condiciones de los equipos del sistema por Osmosis Inversa.

Tabla 7: Resultado de las mediciones del agua permeada después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa

Nº de Muestras	PH 6.5 a 8.5 (Valor de pH)	Conductividad <= 1500 (µS/cm)
M1	6.9	230
M2	7.2	321
M3	7.9	223
M4	7.6	212
M5	6.9	287
M6	7	222
M7	7.1	199
M8	7.3	220
M9	7.4	198
M10	6.8	297
M11	7.8	270
M12	7.5	290
M13	7.4	290
M14	7.4	280
M15	7.2	217

Fuente: Datos del investigador.

Esas mediciones fueron tomadas con un medidor multiparámetros. Las mediciones se realizaron con el fin de evaluar cuáles son las condiciones de los equipos del sistema por Osmosis Inversa después de haber efectuado las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo a fin de verificar cuanto ha mejorado el proceso de tratamiento para el agua de consumo humano en la Organización.

Los parámetros permisibles para el agua potable conforme al Decreto Supremo No 031-2010-SA-DIGESA, todo el muestreo de agua tomada del sistema por osmosis inversa después de haber realizado las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo cumplió con los parámetros permisibles conforme a la norma vigente.

Tabla 8: Parámetros permisibles para agua potable – Rango Normativo

PARAMETRO	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE según DS N° 031-2010-SA – DIGESA
Conductividad	≤ 1500 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
pH	6.5 a 8.5 (Valor de pH)

Fuente: Decreto Supremo No 031-2010-SA

Tabla 9: Resultados estadísticos de las muestras de agua permeada antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Muestras	PH	Conductividad Eléctrica
N° de Muestras Validas	15	15
Media	8.61	1730.33
Mediana	8.9	1890
Moda	6.5	2038
Rango	3.40	2235.00
Varianza	1.42	440077.10
Desviación Estándar	1.19	663.38
Coficiente de Variación	14%	38%

Fuente: Datos del investigador

En la Tabla 9 se aprecia los resultados de las operaciones estadísticas de cada parámetro de las 15 muestras de agua tomada antes de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema de Osmosis Inversa.

Tabla 10: Resultados estadísticos de las muestras de agua permeada después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Muestras	PH	Conductividad
N° de Muestras Validas	15	15
Media	7.29	250.40
Mediana	7.3	230
Moda	7.4	290
Rango	1.10	123.00
Varianza	0.11	1697.69
Desviación Estándar	0.33	41.20
Coefficiente de Variación	4%	16%

Fuente: Datos del investigador

En la Tabla 10 se aprecia los resultados de las operaciones estadísticas de cada parámetro de las 15 muestras de agua tomada después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema de Osmosis Inversa.

Tabla 11: Resultado de las mediciones de los parámetros hidráulicos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.

N° de Muestras	Caudal (l/s)	Diferencia de Presión (bar)
M1	12	4.8
M2	10	2
M3	10	4.9
M4	12	4.85
M5	13	4.75
M6	14	3.9
M7	13	4.7
M8	7	4.9
M9	10	3.9
M10	9	2.3
M11	10	3.8
M12	15	4
M13	13	3.8
M14	8	2.8
M15	9	4.6

Fuente: Datos del investigador.

Esas mediciones fueron tomadas con un medidor de caudal electromagnético y con un transmisor de presión. Las mediciones de los parámetros hidráulicos se realizaron con el propósito de evaluar cuáles son las condiciones de los equipos del sistema por Osmosis Inversa.

Tabla 12: Resultado de las mediciones de los parámetros hidráulicos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema por Osmosis Inversa.

Nº de Muestras	Caudal (l/s)	Diferencia de Presión (bar)
M1	23	1.8
M2	19	1.6
M3	20.5	1.5
M4	18.5	1.5
M5	19.5	1.9
M6	20.5	2
M7	21	1.8
M8	18	1.7
M9	19	2.1
M10	20	2
M11	22.5	1.9
M12	22.5	2
M13	19.5	2
M14	23.5	1.6
M15	20.5	1.6

Fuente: Datos del investigador.

Esas mediciones fueron tomadas con un medidor de caudal electromagnético y con un transmisor de presión. Las mediciones de los parámetros hidráulicos se realizaron con el fin de evaluar cuáles son las condiciones de los equipos del sistema por Osmosis Inversa después de haber efectuado las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo a fin de verificar cuanto ha mejorado el proceso de tratamiento para el agua de consumo humano en la Organización.

Tabla 13: Resultados estadísticos de las mediciones de los parámetros hidráulicos antes de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Muestras	Caudal	Diferencia de Presión
N° de Muestras Validas	15	15
Media	11	4
Mediana	10	4
Moda	10	4.9
Rango	8	2.9
Varianza	5.43	0.92
Desviación Estándar	2.33	0.96
Coefficiente de Variación	21%	24%

Fuente: Datos del investigador.

En la Tabla 13 se aprecia los resultados de las operaciones estadísticas de cada parámetro hidráulico de las 15 mediciones de agua tomada antes de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema de Osmosis Inversa. Cabe resaltar que la recuperación de trabajo o eficiencia del sistema fue de 44 %, los cuales no eran valores adecuados para el funcionamiento.

Tabla 14: Resultados estadísticos de las mediciones de los parámetros hidráulicos después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo.

Muestras	Caudal	Diferencia de Presión
N° de Muestras Validas	15	15
Media	20.5	1.8
Mediana	20.5	1.8
Moda	20.5	2
Rango	5.5	0.6
Varianza	2.89	0.04
Desviación Estándar	1.70	0.20
Coefficiente de Variación	8%	11%

Fuente: Datos del investigador.

En la Tabla 14 se aprecia los resultados de las operaciones estadísticas de cada parámetro hidráulico de las 15 mediciones de agua tomada después de realizar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo al sistema de Osmosis Inversa. Cabe resaltar que la recuperación de trabajo o eficiencia del sistema después de efectuar la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo se incrementó a 82%. El sistema trabaja en óptimas condiciones y con valores aceptables.

3.4 Contratación de Hipótesis

En cuanto a la hipótesis específica 1:

H₀₁: No es significativamente aceptable la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.

H_{a1}: Es significativamente aceptable la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.

Selección de la prueba:

Para la comprobación de la hipótesis se aplicará las pruebas del T-Student debido a que se compararon los valores de los parámetros de pH y de conductividad eléctrica antes y después de la implementación de las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo del sistema por Ósmosis Inversa. Dado que las mediciones corresponden al mismo sistema, las muestras son dependientes, adoptándose un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Comparación antes y después de las mejoras en la gestión de mantenimiento preventivo

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Diseño: pre–post (muestras pareadas)

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$gl = 15 - 1 = 14$$

Análisis del pH

Tabla 15: Estadísticos descriptivos del pH

Etapa	Media
Antes	8.61
Después	7.29

Fuente: Datos del investigador.

El pH se redujo y se acercó claramente al rango normativo (6.5 – 8.5).

Cálculo del estadístico t

$$t = 4.53$$

p-valor = 0.00047

Prueba bilateral

Decisión estadística

Como $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Conclusión para el pH:

Existen diferencias estadísticamente significativas en el pH antes y después de la implementación de las mejoras en la gestión del mantenimiento.

Análisis de la conductividad

Tabla 16: Estadísticos descriptivos de la conductividad eléctrica

Etapa	Media ($\mu\text{S/cm}$)
Antes	1730.33
Después	250.40

Fuente: Datos del investigador.

La conductividad disminuyó drásticamente, quedando muy por debajo del límite máximo permitido ($1500 \mu\text{S/cm}$).

Cálculo del estadístico t

$$t = 8.50$$

p -valor = 0.00000067

Prueba bilateral

Decisión estadística

Como $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Conclusión para la conductividad eléctrica:

Existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de conductividad antes y después de las mejoras implementadas.

Resumen general de resultados

Se obtiene el siguiente cuadro de entrada:

Tabla 17: Calculo de cuadro de entrada Hipótesis Especifica 1

Parámetro	Media antes	Media después	Diferencia de medias	t calculado	p-valor	Decisión estadística
pH	8.61	7.29	1.32	4.53	0.00047	Se rechaza H_0
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	1730.33	250.4	1479.93	8.5	6.7E-07	Se rechaza H_0

Fuente: Datos del investigador

Toma de decisión:

Para ambos parámetros evaluados, el valor del p-valor es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos del análisis del agua tratada antes y después de la implementación de las mejoras en la gestión del mantenimiento al sistema por Ósmosis Inversa.

Decisión y Conclusión:

De acuerdo a las hipótesis para la ejecución de la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo, entonces se rechaza la H_0 ; en tanto se demuestra que existen factores asociados a la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024, entre los que destacan son los siguientes:

- Verificar que los parámetros de operación del sistema este dentro de los valores normales de funcionamiento.
- Operación y monitoreo del sistema por personal operador capacitado y calificado.
- Efectuar las actividades de mantenimiento preventivo propuestas por el investigador.

En cuanto a la hipótesis específica 2:

Ho1: No es significativamente eficiente el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.

Ha1: Es significativamente eficiente el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.

Selección de la prueba:

Para la comprobación de la hipótesis se aplicará las pruebas del T-Student debido a que se compararon los valores de los parámetros hidráulicos de caudal y de presión antes y después de la implementación de las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo del sistema por Ósmosis Inversa. Dado que las mediciones corresponden al mismo sistema, las muestras son dependientes, adoptándose un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Comparación antes y después de las mejoras en la gestión de mantenimiento preventivo

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Diseño: pre–post (muestras pareadas)

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Grados de libertad:

$$gl = 15 - 1 = 14$$

Análisis de caudal (l/s)

Tabla 18: Estadísticos descriptivos del caudal

	Antes	Después
Media	11.00	20.40
n	15	15

Fuente: Datos del investigador

Media de diferencias:

$$\bar{d} = 9.40$$

Desviación estándar de diferencias:

$$S_d \approx 4.10$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{9.40}{4.10/\sqrt{15}}$$

$$t(14) = 8.90$$

$p < 0.001$

Decisión Estadística

Como $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0

Conclusión para el caudal.

La mejora en la gestión del mantenimiento predictivo incrementó significativamente el caudal de agua permeada del sistema de ósmosis inversa, así como su eficiencia y/o porcentaje de recuperación.

Análisis de diferencia de presión

Tabla 19: Estadísticos descriptivos de la diferencia de Presión

	Antes	Después
Media	3.95	1.80
n	15	15

Fuente: Datos del investigador

Media de diferencias:

$$\bar{d} = -2.15$$

Desviación estándar:

$$S_d \approx 0.86$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{-2.15}{0.86/\sqrt{15}}$$
$$t(14) = -9.70$$

$p < 0.001$

Decisión Estadística

Como $p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0

Conclusión para la diferencia de presión

La mejora en la gestión del mantenimiento predictivo disminuyó significativamente la diferencia de presión en las membranas del sistema por ósmosis inversa, e incremento la eficiencia y/o porcentaje de recuperación.

Resumen general de resultados

Se obtiene el siguiente cuadro de entrada:

Tabla 20: Calculo de cuadro de entrada Hipótesis Especifica 2

Parámetros Hidráulicos	Media antes	Media después	Diferencia de medias	t calculado	p-valor	Decisión estadística
Caudal (l/s)	11	20.4	9.40 (4.10)	8.9	< .001	Se rechaza H_0
Diferencia de Presión (bar)	3.95	1.8	-2.15 (0.86)	-9.7	< .001	Se rechaza H_0

Fuente: Datos del investigador

Toma de decisión:

Para ambos parámetros hidráulicos evaluados, el valor del p-valor es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las mejoras en la gestión de mantenimiento preventivo mejoraron significativamente en la eficiencia hidráulica del sistema por ósmosis inversa, así como el porcentaje de recuperación.

Decisión y Conclusión:

De acuerdo a las hipótesis para la ejecución de la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo, entonces se rechaza la H_0 ; en tanto se demuestra que existen parámetros hidráulicos asociados a la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024, entre los que destacan son los siguientes:

- Efectuar las actividades de mantenimiento preventivo propuestas por el investigador y por el fabricante del sistema a fin de recuperar el incremento de la eficiencia del sistema y por ende la mayor producción de agua permeada o tratada.
- Verificar que los parámetros de operación del sistema este dentro de los valores normales de funcionamiento.
- Operación y monitoreo del sistema por personal operador capacitado y calificado.

Decisión y Conclusión General:

Teniendo en consideración las decisiones y conclusiones conseguidas con las hipótesis específicas entonces podemos reafirmar la existencia de un conjunto de factores relacionados, los cuales influyen significativamente en la Gestión del Mantenimiento Preventivo y su Relación en el Proceso de Tratamiento de un Sistema por Osmosis Inversa en una Empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima - Lima – 2024.

IV. DISCUSION

Concerniente a la hipótesis No 1 se halló que hay un grupo de factores relacionados para comprobar si son convenientes la mejoras en la Gestión del Mantenimiento Preventivo y su Relación en el Proceso de Tratamiento de un Sistema por Osmosis Inversa en una Empresa de Servicios Industriales en la ciudad de Lima. Primeramente, la realización de las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo a los equipos del sistema influyo significativamente en la calidad del agua permeada o tratada, los cuales se encuentran en las instalaciones del sistema de tratamiento por Osmosis Inversa. El contar con los equipos apropiados para este sistema, contribuyo en la condición del agua permeada o tratada conforme a una adecuada operación del sistema, así como el monitoreo del mismo, cumpliendo con los rangos normativos permisibles. Otro factor asociado es la disponibilidad continua del presupuesto a fin de conservar el sistema operativo y que funcione en condiciones normales, lo que influyo en un requerimiento de recursos económicos para la manutención y ejecución de las mejoras llevadas a cabo en el presente trabajo. Otro factor vinculante a la mejora de la gestión del mantenimiento preventivo es la adecuada coordinación y planificación de las actividades de mantenimiento entre el fabricante del sistema y el usuario esto con el fin de maximizar la vida útil de los equipos, minimizar tiempos de inactividad no planificados y reducir costos operativos. Además de organizar recursos, herramientas y personal con anticipación, transformando un enfoque reactivo en proactivo, lo que garantizo la continuidad de la producción del agua permeada o tratada.

Respecto a la hipótesis No 2, se indica que, en un eficiente funcionamiento del sistema de tratamiento de agua por Osmosis Inversa, teniendo en cuenta una adecuada gestión para el mantenimiento preventivo del equipamiento, manteniendo un óptimo monitoreo y control a los parámetros hidráulicos como la diferencia de presión y el caudal influyeron significativamente en la calidad del agua producto para consumo humano ya que cumplió con los estándares normativos permisibles. Cumpliendo los parámetros hidráulicos convenientes para el funcionamiento del sistema, se incrementó la eficiencia del equipamiento, así como la producción del agua producto o agua permeada. Por otro lado, el contar con el personal operador calificado para la operación del equipo es muy importante ya que repercute en el correcto funcionamiento de todo el sistema. Además, el aplicar una adecuada gestión para el mantenimiento preventivo, así como una operación y monitoreo del sistema, son prácticas adecuadas ya que con los aportes técnicos idóneos se llegó a los resultados deseados, ya que realizar este tipo de desarrollo necesito de una instrucción propia para el personal técnico operador. Asimismo, el efectuar los cronogramas de mantenimiento preventivo a los equipos del sistema tuvo como finalidad garantizar un adecuado proceso de tratamiento.

Realizar los mantenimientos a los equipos del sistema por Osmosis Inversa dentro de las fechas establecidas según el cronograma correspondiente, garantizo un adecuado desempeño del equipamiento, evitando gastos innecesarios y aumentando la eficiencia y producción del sistema.

V. CONCLUSIONES

- Referente a la mejora en la gestión del mantenimiento preventivo para el equipamiento del sistema por Osmosis Inversa, se dio como respuesta y se concluyó que las actividades de mantenimiento realizadas influyeron significativamente en el proceso de tratamiento del sistema por Osmosis Inversa, ya que se consiguió un rendimiento máximo del proceso después de ejecutar las mejoras en la gestión. La recolección de las muestras del agua que fueron analizadas a la salida del sistema después de que se ejecutaran las actividades de mejora de la gestión, estas conllevaron a un progreso notable en lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos del agua permeada ya que cumplieron con los estándares normativos permisibles del agua.
- Respecto a las características del proceso de tratamiento por Osmosis inversa, se dio como respuesta y se concluyó que las diferentes etapas del proceso mejoraron el rendimiento y eficiencia de la unidad, teniendo en cuenta que los parámetros hidráulicos como la diferencia de presiones y el caudal midieron dentro de los rangos de operación normales que el fabricante del sistema recomendó, lo cual influyó significativamente en la calidad del agua procesada. De igual manera la operación del sistema, así como la retroalimentación técnica, legal y sanitaria para llevar a cabo un óptimo proceso de tratamiento también influyó considerablemente en el desempeño del equipo. Muy importante ha sido tener el soporte técnico constante por parte del fabricante, lo cual mejoro la gestión del mantenimiento preventivo, así como la instrucción a los operadores del sistema a fin de que el equipo trabaje en óptimas condiciones.

- El resultado de este trabajo de investigación permitió determinar que las condiciones de operación del sistema por Osmosis Inversa, así como los parámetros hidráulicos y propiedades del agua permeada cumple con los estándares normativos Permisibles decretado según la norma para el agua potable.

VI. RECOMENDACIONES

- Aplicar y realizar una adecuada gestión en el mantenimiento preventivo del sistema por osmosis inversa que cumpla con los estándares normativos permisibles. Hoy en día el tener un plan de mantenimiento es muy indispensable ya que sirve para garantizar la continuidad operativa, maximizar la vida útil de los equipos y reducir costes por averías inesperadas. El ejecutar los mantenimientos preventivos y cumplir con los cronogramas de mantenimiento establecidos del sistema influenciará en el rendimiento de este por lo que se obtendrá una óptima producción y una eficiencia continua.
- Capacitar y preparar a los técnicos operadores con las especificaciones técnicas principales del sistema a fin de que realicen una óptima operación y mantenimiento del equipo por osmosis inversa con el propósito de obtener un agua producto que cumpla con la normativa permisible. Es importante reportar al fabricante del sistema los parámetros del agua, así como los parámetros hidráulicos del sistema a fin de monitorear el adecuado funcionamiento del equipamiento.
- Difundir y divulgar el problema en los procesos de mantenimiento a los sistemas de osmosis inversa en toda la industria a nivel nacional, ya que las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo que se desarrollaron y se ejecutaron en el presente trabajo de investigación son las indicadas e idóneas para un funcionamiento óptimo y eficiente. Es indispensable priorizar estos factores con el fin de sugerir y sensibilizar a las industrias a tomar parte activa a la solución de este problema.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Ing. María Orlasco. (2020). *Gestión del mantenimiento en plantas de tratamiento por osmosis inversa*. Universidad de California.
- [2] Angie López, Brayan Jiménez. (2021). *Manual de operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de agua potable por osmosis inversa*. Universidad distrital Francisco José de caldas Bogotá D.C.
- [3] CARE Internacional Avina. (2022). *Operación y Gestión del mantenimiento de sistemas de agua potable a través de la osmosis inversa*. Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 8. - Ecuador.
- [4] Sedapal. (2022). *Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable a través de osmosis inversa de la localidad de Pucusana*. Consorcio Saneamiento Lima Sur.
- [5] Nadia Camacho Pérez. (2021). *Gestión del proceso de tratamiento de agua para consumo humano*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Lima.
- [6] Oficina Sanitaria Panamericana - Lima. (2022). *Operación y Mantenimiento de plantas de tratamiento de agua - Manual de capacitación para operadores*. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud – Lima
- [7] Fundo La Brisa – Ica. (2020). *Plan de Mejoramiento de la planta de tratamiento por Osmosis Inversa*.

[8] Nexa Resources. (2021). *Gestión del Mantenimiento del Sistema de tratamiento de Agua Desalinadora de Agua de Mar - Chincha – Ica*. Unidad Minera Cerro Lindo.

VIII. ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA</p> <p>1.1 Problema General</p> <p>¿En qué medida la gestión del mantenimiento preventivo influye en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024?</p> <p>1.2 Problemas específicos</p> <p>¿En qué medida la planificación y programación para la gestión del mantenimiento preventivo se</p>	<p>2. OBJETIVOS</p> <p>2.1 Objetivo general.</p> <p>Determinar la influencia que existe en la gestión del mantenimiento preventivo en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.</p> <p>2.2 Objetivos específicos.</p> <p>Determinar la importancia de la planificación y programación de la gestión del</p>	<p>3. HIPÓTESIS.</p> <p>3.1 Hipótesis General</p> <p>La gestión del mantenimiento preventivo está relacionada significativamente en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.</p> <p>3.2 Hipótesis Específicas</p> <p>Es significativamente aceptable la planificación y programación de la gestión del mantenimiento</p>	<p>4. VARIABLES E INDICADORES</p> <p>VI: Gestión del mantenimiento preventivo.</p> <p>Indicadores:</p> <p>-Parámetros de Operación, Aplicación de un adecuado plan de gestión mantenimiento de equipos para el procesamiento del agua por Osmosis Inversa.</p> <p>-Capacitación permanente a los operadores.</p> <p>VD: Proceso de tratamiento de un sistema por osmosis</p>	<p>5. DIMENSIONES</p> <p>Gestión de mantenimiento preventivo: es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos. Entre las dimensiones incluye la planificación, programación, ejecución, control y evaluación del mantenimiento preventivo.</p> <p>Proceso de Tratamiento de un sistema por Osmosis</p>	<p>6. Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada.</p> <p>7. Nivel de estudio:</p> <p>Descriptivo.</p> <p>8. Diseño:</p> <p>Descriptivo Explicativo.</p> <p>9. Población:</p> <p>La población para fines de estudio estuvo conformada por los registros históricos de los parámetros de Operación del Equipo por Osmosis Inversa.</p> <p>10. Muestra:</p> <p>La muestra estuvo conformada por los parámetros hidráulicos (Caudal y presión) del sistema de Osmosis Inversa donde se verifico el estado en que se</p>

<p>relaciona en el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024?</p> <p>¿Cómo se determina las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima - 2024?</p>	<p>mantenimiento preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.</p> <p>Determinar las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.</p>	<p>preventivo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024</p> <p>Es significativamente eficiente las etapas para el control y monitoreo para el proceso de tratamiento de un sistema por osmosis inversa en una empresa de servicios industriales en Lima – Lima – Lima 2024.</p>	<p>inversa.</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Presencia mínima de Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$). -Presencia de PH neutro -Porcentaje de Recuperación seteado según análisis de fuente de agua. -Diferencia de Presión en las membranas dentro del Rango recomendado por el fabricante. -Caudal de diseño con producción de agua permeada constante. 	<p>Inversa: es un proceso de tratamiento que elimina los contaminantes del agua mediante el uso de presión para forzar las moléculas de agua a través de un conjunto de membranas semipermeables. Durante este proceso, los contaminantes se filtran y se eliminan. Esto permite dejar un agua potable, limpia y libre de impurezas. Entre las dimensiones incluye el pretratamiento, proceso de osmosis inversa, postratamiento, así como el monitoreo y control del proceso.</p>	<p>encontraba el equipo. Por otro lado, la muestra también estuvo conformada por los parámetros físico-químicos del agua (Conductividad eléctrica y pH). Para ambos casos se midieron las muestras antes y después de efectuar las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo del sistema para los análisis respectivos.</p> <p>11. Instrumentos:</p> <p>Instrumentos de Medición hidráulicos, programas de actualización de mantenimiento, muestras analizadas en el laboratorio. Instrumentos para Medición de Conductividad Eléctrica, PH o medidores multiparámetros.</p>
---	--	--	--	--	--

REGISTRO FOTOGRAFICO

Imágenes del Estado del Equipo de Tratamiento por Osmosis Inversa al no contar con una adecuada gestión para el mantenimiento preventivo, los componentes se encuentran en mal estado, saturados y la calidad del agua producto y los parámetros hidráulicos no son los adecuados.

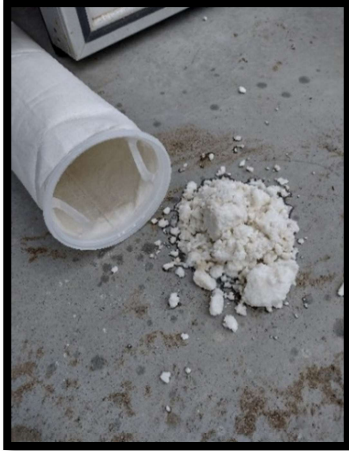


Figura No 3: Filtros de Bolsa saturados

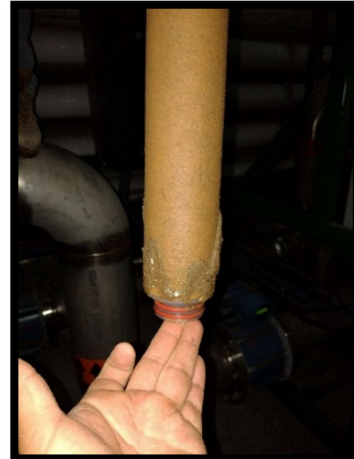


Figura No 4: Filtros de Cartucho saturados



Figura No 5: Membranas saturadas de Caliche



Figura No 6: Residuos de partículas en los filtros



Figura No 7: Costras de Caliche alojados en los tubos de presión



Figura No 8: Membranas saturadas de Caliche



Figura No 9: Costras de Caliche alojados en los tubos de presión



Figura No 10: Filtros de Cartucho saturados con arena



Figura No 11: medición de la conductividad del agua tratada, el cual es un valor no adecuado que estuvo fuera de rango normativo.



Figura No 12: medición del pH del agua tratada, el cual es un valor no adecuado que estuvo fuera de rango normativo.



Figura No 13: medición de la diferencia de presión en las membranas de Osmosis Inversa, el cual es un valor muy elevado debido a la saturación de las membranas del sistema.



Figura No 14: medición del caudal del agua permeada, el cual ha disminuido debido a la saturación de las membranas del sistema.

Imágenes de las actividades durante la ejecución de las mejoras de la Gestión del Mantenimiento preventivo del Sistema de Tratamiento por Osmosis Inversa.



Figura No 15: Se inspecciono diariamente si existen fugas de la tubería.



Figura No 16: Se lleno el tanque de químicos con el antiescalante, siempre verificando que el nivel no llegue al mínimo, además se verifico el cebado de la bomba dosificadora.



Figura No 16: Se realizo el cambio de los filtros de Bolsa



Figura No 17: Se realizo el cambio de los filtros de Cartucho



Figura No 18: Se realizo la limpieza de los filtros usados y/o saturados ya sean de bolsa o cartucho para volver a reutilizarse a fin de poder generar ahorro en los consumibles del sistema.



Figura No 19: Se realizo la calibración de los sensores de medición de PH y se contrasto con el medidor portátil y el HMI del sistema.

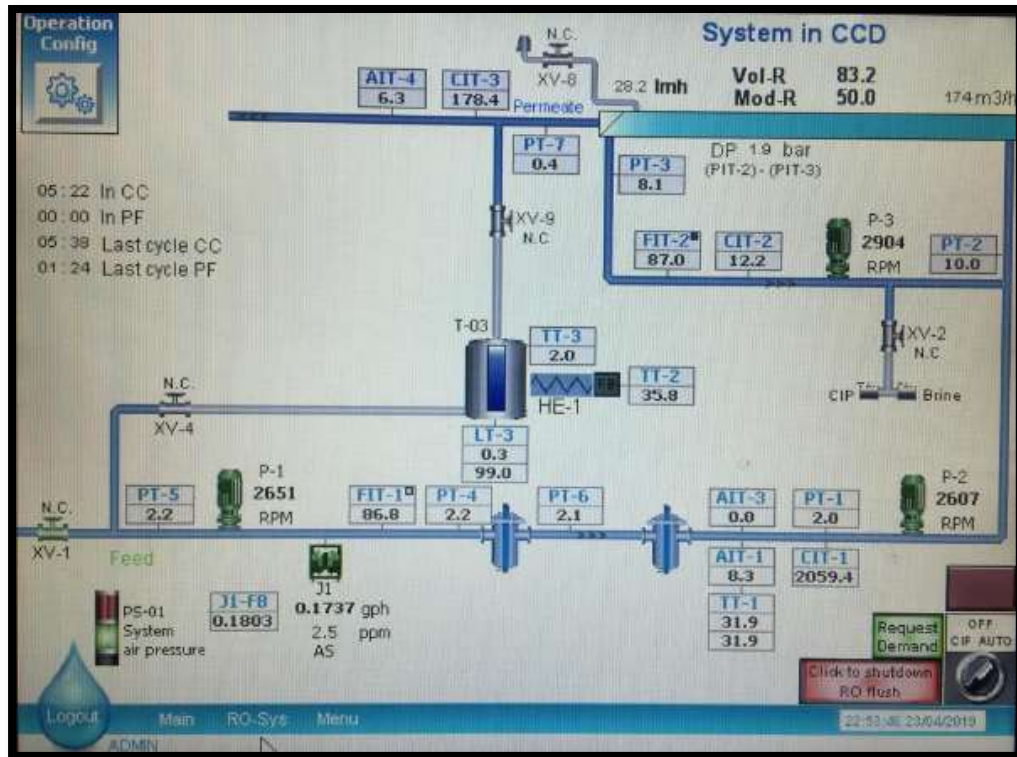


Figura No 20: Se realizo la calibración de los sensores de medición de conductividad y se contrasto con el medidor portátil y el HMI del sistema.



Figura No 21: Se realizo el engrase o lubricación a los rodamientos superior e inferior de los motores de las 03 bombas del sistema por Osmosis Inversa.



Figura No 22: Se realizo el cambio de aceite y filtros al compresor de aire.



Figura No 23: Se realizo la limpieza química a las membranas de los equipos.

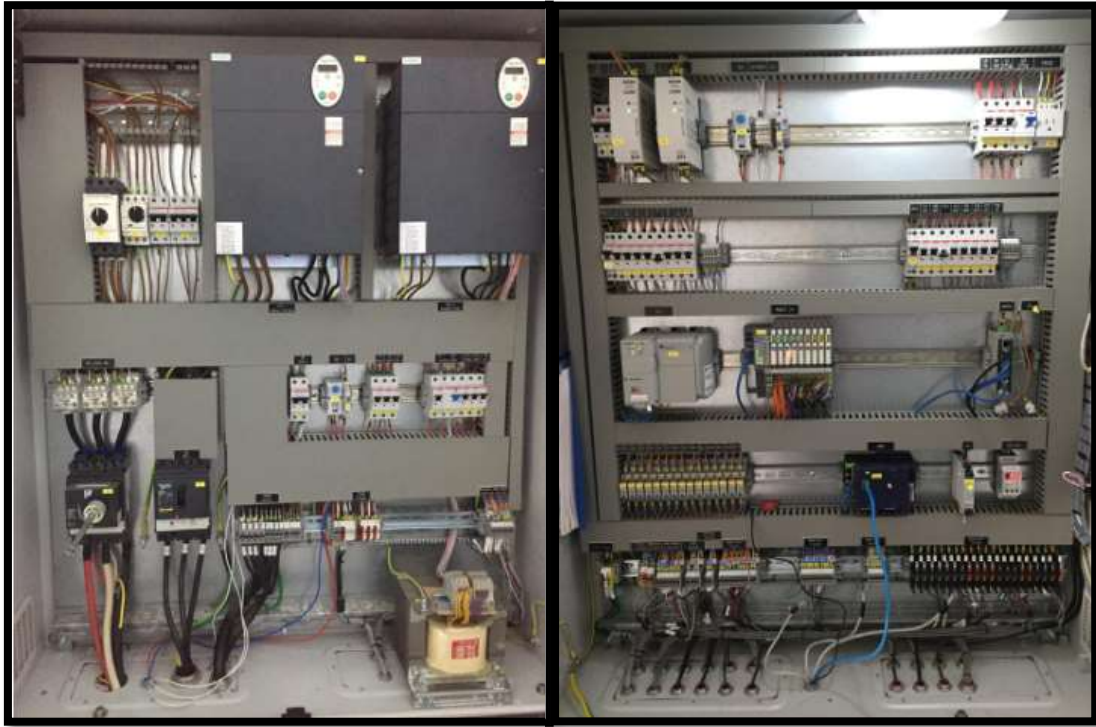


Figura No 24: Se efectuó el mantenimiento al tablero de fuerza y control, además se realizó el reajuste a las borneras de conexión de ambos tableros y se verificaron la activación de los contactos.

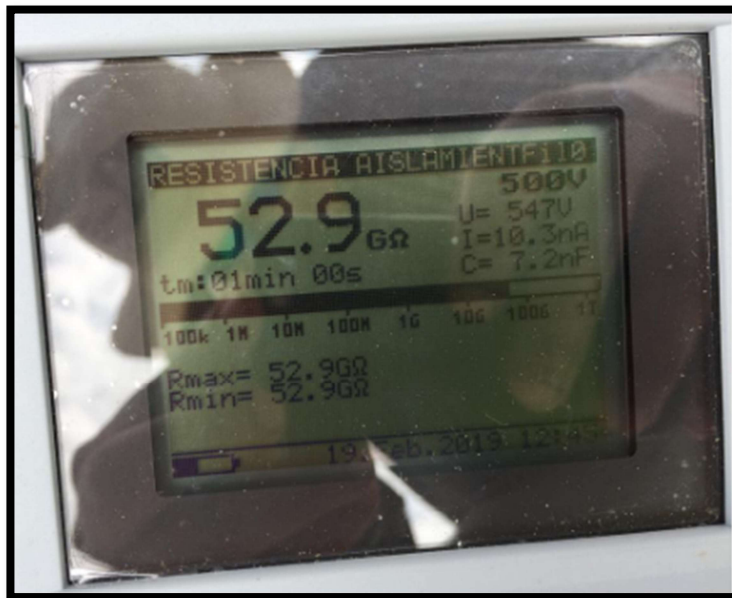


Figura No 25: Se realizo el megado de las 03 bombas del sistema de Osmosis Inversa.

Imágenes de los parámetros hidráulicos del sistema, así como de los parámetros fisicoquímicos del agua tratada, después de ejecutar las mejoras en la Gestión del Mantenimiento preventivo del sistema de tratamiento por Osmosis Inversa.



Figura No 26: medición de la conductividad del agua tratada, el cual es un valor adecuado y que cumple con el rango normativo.



Figura No 27: medición del pH del agua tratada, el cual es un valor adecuado y que cumple con el rango normativo.



Figura No 28: medición de la diferencia de presión en las membranas de Osmosis Inversa, el cual es un valor óptimo para el funcionamiento del sistema.



Figura No 29: medición del caudal del agua permeada, el cual es un valor óptimo de producción y de una buena eficiencia del sistema.

CONSENTIMIENTO INFORMADO



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo **Juan Francisco Barrios Egoavil**,
(Nombre del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
identificado con DNI **09087694**, en mi calidad de **Sub Gerente**,
(Nombre del puesto del representante legal o persona facultada en permitir el uso de datos)
..... del área de **OPERACIONES**,
(Nombre del área de la empresa)
..... de la empresa/institución **BARRCORP S.A.C.**,
(Nombre de la empresa)
con R.U.C N° **20603956533**, ubicada en la ciudad de **LIMA**

OTORGAMIENTO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor **Barrios Quintanilla Juan Eduardo**,
(Nombre completo del Egresado)
identificado con DNI N° **45399236**, egresado **de la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica en la Maestría en Administración, Mención Gestión Empresarial**,
(Nombre de la carrera o programa)

para que utilice la siguiente información de la empresa para su trabajo de investigación titulado:
Gestión del Mantenimiento Preventivo y su Relación en el Proceso de Tratamiento de un Sistema por Osmosis Inversa en una Empresa de Servicios Industriales en Lima – Lima – Lima – 2024.
.....
(Detallar la información a entregar)

con la finalidad de que pueda desarrollar su () Trabajo de Investigación, (X) Tesis o () Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de () Bachiller, (X) Maestro, () Doctor o () Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.
(X) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
(X) Mencionar el nombre de la empresa.

Firma y sello del Representante Legal o
Representante del área
DNI: 09087694

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

Firma del Egresado
DNI: 45399236

Lima, 19 de junio de 2025.