



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“PLAN DE MEJORA AL PROCESO DE MANTENIMIENTO  
DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS PARA LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE – SEDAPAL  
HUACHIPA”**

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
RAÚL HERNÁN CENTENO MOLINA**

**ASESOR  
MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, AGOSTO 2021**

**DEDICATORIA**

A mi familia esposas e hijos, compañeros de trabajo y amigos que me apoyaron incondicionalmente moral y con sus conocimientos para la realización de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y a todos los miembros de la institución por haber aportado con su apoyo durante todo este tiempo.

A mi tutor de tesis, por haberme guiado, no sólo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento preventivo se refiere al mantenimiento regular y de rutina para ayudar a mantener el equipo en funcionamiento, evitando cualquier tiempo de inactividad no planificada y costos elevados por fallas imprevistas del equipo.

Requiere de planificación y programación del mantenimiento del equipo antes de que haya un problema real, así como mantener registros de fallas, inspecciones y verificación de equipos.

Implica la inspección sistemática de los equipos donde se detectan y corrigen posibles problemas para evitar el fallo del equipo antes de que ocurra. En la práctica, un programa de mantenimiento preventivo puede incluir cosas tales como limpieza, lubricación, cambios de aceite, ajustes, reparaciones, inspección y reemplazo de piezas y revisiones generales parciales o completas que se programan regularmente. Variará según la operación y el tipo de equipo.

En la planta de tratamiento de agua potable de Huachipa se tienen equipos electromecánicos en sus diferentes procesos como bocatoma, captación, pre tratamiento, tratamiento y desinfección; los cuales requieren un mantenimiento preventivo y beneficiarse de:

- a) Vida prolongada del equipo.
- b) Menores reparaciones costosas causadas por fallas inesperadas del equipo que deben corregirse rápidamente.
- c) Menos tiempo de inactividad no planificada causada por falla del equipo.
- d) Menos mantenimiento innecesario e inspecciones.
- e) Menos errores en las operaciones cotidianas.
- f) Mejora de la fiabilidad de los equipos.

Evitará todas las fallas del equipo antes de que ocurra, ahorrará tiempo, reducirán los costos y mantendrán sus operaciones funcionando de manera eficiente y productiva.

## RESUMEN

El objetivo garantizar un funcionamiento eficaz, seguro, fiable y dentro de la normativa legal establecida de los equipos de los procesos de la planta de tratamiento de agua potable de Huachipa, se realizará:

La implementación de hojas técnicas según manuales que provienen de los fabricantes de los equipos electromecánicos para el uso en el proceso de tratamiento de agua potable.

La razón del estudio del Trabajo de Suficiencia Profesional es para mejorar el plan de mantenimiento mecánico, con procedimientos y mantenimientos rutinarios, correctivos y la óptima conservación.

## **ABSTRACT**

The objective of guaranteeing an effective, safe, reliable operation and within the established legal regulations of the process equipment of the Huachipa drinking water treatment plant, will be carried out:

The implementation of technical sheets according to manuals that come from the manufacturers of electromechanical equipment for use in the drinking water treatment process.

The reason for the study of the Professional Sufficiency Work is to improve the mechanical maintenance plan, with routine and corrective maintenance and procedures and optimal conservation.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE LUSTRACIONES.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XI</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>1</b>
<b>Generalidades de la empresa.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de la empresa.....	1
1.2. Perfil de la empresa.....	3
1.2.1. La planta de tratamiento de agua potable de Huachipa.....	4
1.2.2. Captación de la bocatoma.....	4
1.3. Actividades de la empresa.....	6
1.3.1. Misión.....	6
1.3.2. Visión.....	7
1.3.3. Objetivos.....	7
1.4. Organización actual de la empresa.....	7
1.5. Descripción del entorno de la empresa.....	8
<b>Capítulo II.....</b>	<b>9</b>
<b>Realidad problemática.....</b>	<b>9</b>
2.1. Descripción de la realidad problemática.....	9
2.2. Análisis del problema.....	10

2.3. Objetivo del proyecto.....	13
2.3.1. Objetivo general.....	13
2.3.2. Objetivos específicos.....	13
<b>Capítulo III .....</b>	<b>14</b>
<b>Desarrollo del proyecto.....</b>	<b>14</b>
3.1. Descripción y desarrollo del proceso.....	14
3.5. Conclusiones.....	15
3.6. Recomendaciones.....	16
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>17</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo V .....</b>	<b>18</b>
<b>Glosario de términos .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo VI .....</b>	<b>37</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>37</b>



**ÍNDICE DE LUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1</b> Unidades Hidráulicas de Planta de Agua Potable .....	2
<b>Ilustración 2</b> Etapa de Construcción de la Planta Huachipa.....	2
<b>Ilustración 3</b> Estructura Operativa de la Cadena.....	3
<b>Ilustración 4</b> Organigrama de Sedapal.....	8
<b>Ilustración 5</b> Diagrama de Cauda y Efecto "Baja Calidad de Agua Potable".....	12

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 1 .....	19
<b>Tabla 2</b> Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 2 .....	20
<b>Tabla 3</b> Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 3 .....	21
<b>Tabla 4</b> Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 4 .....	22
<b>Tabla 5</b> Setiembre-Registro de incidencia operaciones Planta Huachipa .....	23
<b>Tabla 6</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 1 .....	24
<b>Tabla 7</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 2 .....	25
<b>Tabla 8</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 3 .....	26
<b>Tabla 9</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 4 .....	27
<b>Tabla 10</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 5 .....	28
<b>Tabla 11</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 6 .....	29
<b>Tabla 12</b> Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 7 .....	30
<b>Tabla 13</b> Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 1 .....	31
<b>Tabla 14</b> Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 2 .....	32
<b>Tabla 15</b> Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 3 .....	33
<b>Tabla 16</b> Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 4 .....	34
<b>Tabla 17</b> Cronograma del Plan de Mantenimiento 1 de 1 .....	35
<b>Tabla 18</b> Cronograma del Plan de Mantenimiento 1 de 2 .....	36

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Cantidad de Falla de Equipos junio 2020.....	14
<b>Gráfico 2</b> Cantidad de Fallas en el Mes de Setiembre 2020.....	15

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1</b> Informe del Mantenimiento .....	37
<b>Anexo 2</b> Observaciones y Recomendaciones.....	39
<b>Anexo 3</b> Informe de Mantenimiento Visual.....	40

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### 1.1. Antecedentes de la empresa

En el marco actual la planta Huachipa fue concebida en 2 etapas, la primera para 5m<sup>3</sup>/s de agua tratada actual y la final para un total de 10m<sup>3</sup>/s.

De acuerdo con el plan de pruebas de operación de 5m<sup>3</sup>/s a cargo del Colegio de Ingeniero del Perú en la bocatoma y planta Huachipa, estas pruebas nos va permitir demostrar todos los sistemas de la PTAP estén trabajando en conjunto, dentro de los parámetros.

Para ello se realizaron las pruebas dentro de la capacidad optima de 5m<sup>3</sup>/s, durante 7 días que se inició el día 10/03/2018 a las 12:00 m. y concluyo el día 17/03/2018 a las 12:00 m. Se ha logrado una producción en promedio de 3.50 m<sup>3</sup>/s y con calidad para el consumo humano, dentro de los parámetros previstos en el diseño y con la mayor eficiencia de la PTAP.

Por otra parte, se ha previsto un equipo de profesionales en operación y mantenimiento, a fin de utilizar de forma adecuada los productos químicos e insumos para las diferentes fases del tratamiento, tomando en cuenta la logística de operación, el riesgo y los costos de operación.

Al final de esta operación la planta se identificó ciertas falencias con respecto a los equipos hidráulicos y bombas dosificadoras y no esta apta para captar, producir y entregar agua para el consumo humano.

El equipo gestión integral de plantas, asumió la operación de la Planta Huachipa el 01 de octubre del 2015. Esta planta de tratamiento tiene una capacidad máxima de producción de 5 m<sup>3</sup>/s, siendo los procesos de tratamiento:

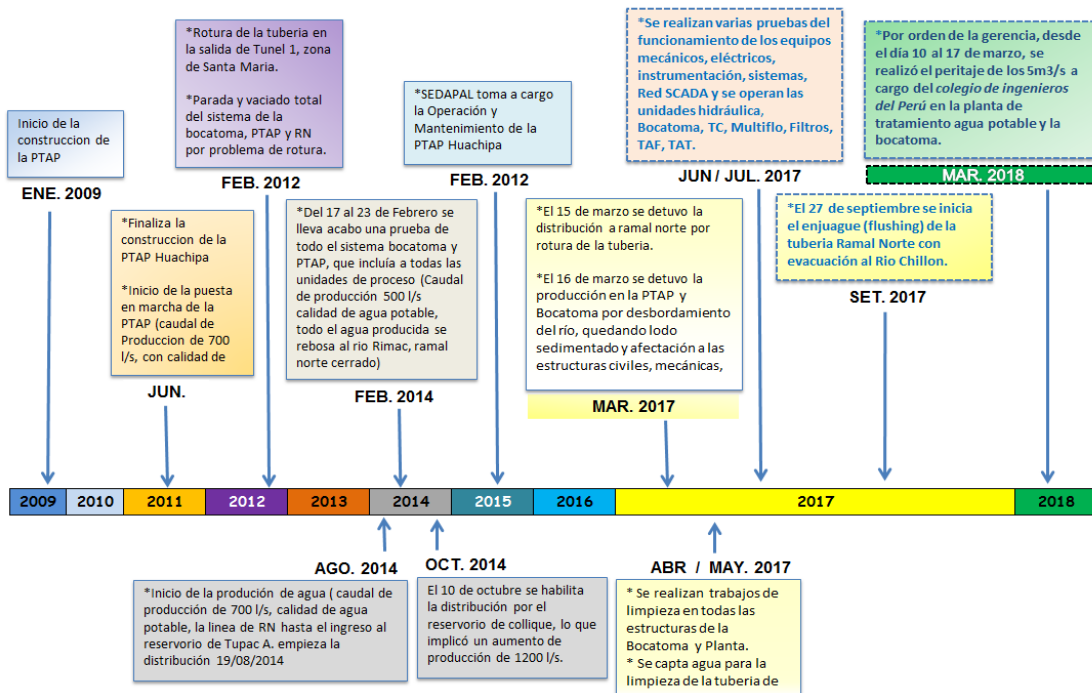
**Ilustración 1**  
 Unidades Hidráulicas de Planta de Agua Potable



Fuente: (Sedapal, 2020)

El desarrollo de la planta de tratamiento Huachipa desde su construcción y operación como se muestra a continuación en una línea de vida:

**Ilustración 2**  
 Etapa de Construcción de la Planta Huachipa



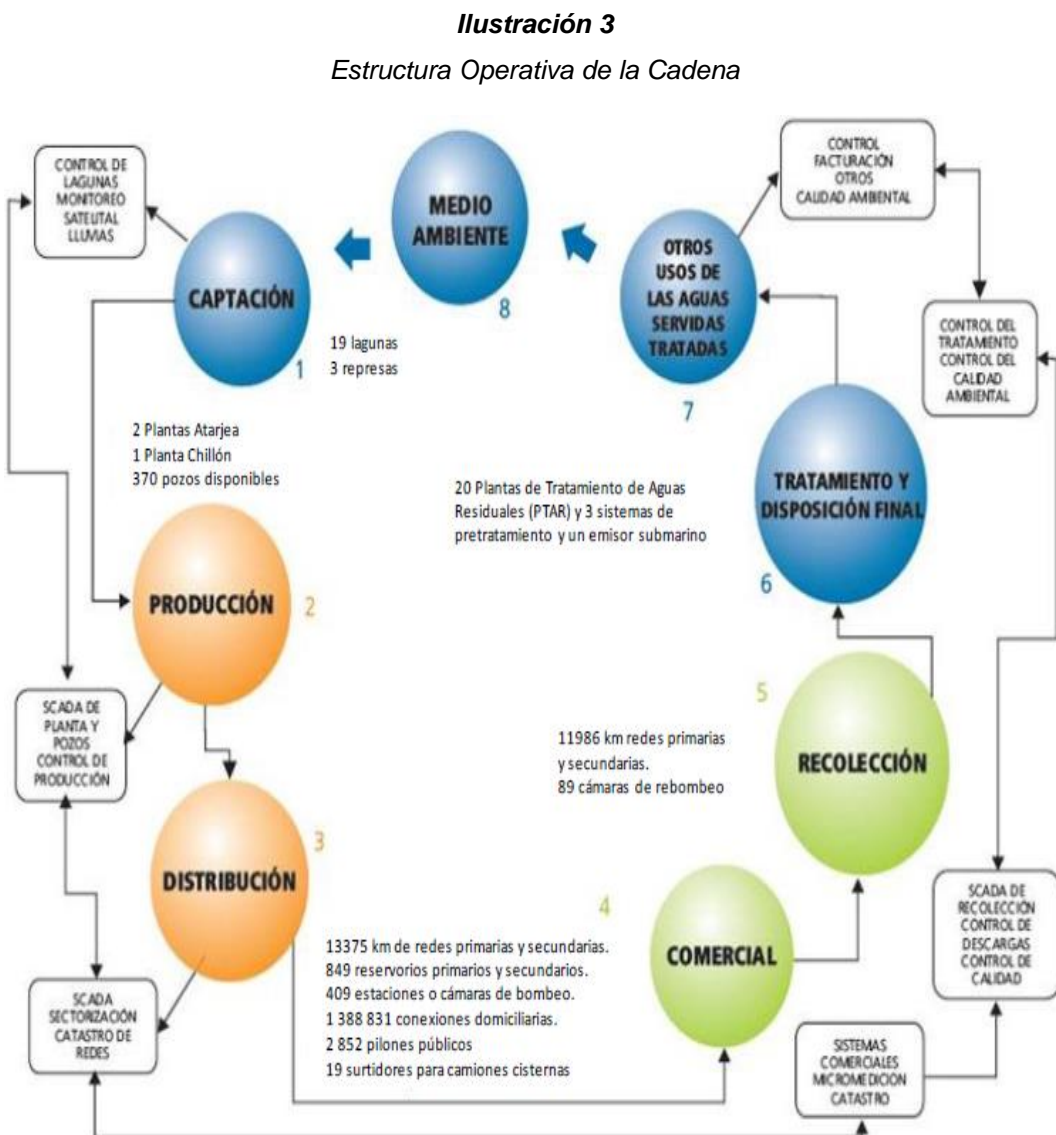
Fuente: (Sedapal, 2020)

## 1.2. Perfil de la empresa

La población estimada de Lima Metropolitana a diciembre 2020 es de 9,39 millones de habitantes asentados en 49 distritos, de los cuales 48 se encuentran administrados por SEDAPAL, siendo el distrito Santa María el que aún se encuentra bajo administración municipal.

La cobertura en los distritos administrados por SEDAPAL a diciembre 2020, se estima en 93,7% para el servicio de agua potable y de 90,3% para el servicio de alcantarillado.

La infraestructura operativa con la que cuenta la empresa para atender a la población de Lima Metropolitana comprende los procesos de captación, producción, distribución, comercialización, recolección, tratamiento y disposición final.



Fuente: (Sedapal, 2020)

### 1.2.1. La planta de tratamiento de agua potable de Huachipa

La planta de Tratamiento de agua potable de Huachipa, es operada por la empresa SEDAPALy abarca desde la captación de agua denominado como la bocatoma, PTAP (Planta de Tratamiento de Agua Potable) y RN (Ramal Norte) como los 4 reservorios de Jicamarca, Canto Grande, Collique, Tupac Amaru, en el cual somos responsables de la calidad del agua hasta la salida de los reservorios, se hace la descripción del sistema de abastecimiento de agua con flujograma.

### 1.2.2. Captación de la bocatoma

La Bocatoma es el lugar donde se capta el agua superficial de Río Rímac para ser tratada en agua potable, en cual se ubica en Carapongo s/n Lurigancho Chosica. La Bocatoma posee tres grupos funcionales:

- a) **Grupo Funcional Aliviadero:** para direccionar el agua cruda del río hacia la PTAP.
- b) **Grupo Funcional Limpiar rejillas:** para eliminar el material acumulado en las rejillas durante la operación.
- c) **Grupo Funcional Captación:** para acumular el agua necesaria para la operación de la PTAP.

Los desarenadores disponen de 8 (Ocho) cajas desarenadoras mecanizadas cuadradas (10,5 x 10,5m) con altura líquida útil de 1,4m ubicadas en la bocatoma después de las rejillas. El desarenador, es una estructura diseñada para remover grava, arena y partículas minerales provenientes del agua cruda para evitar que ingresen a la PTAP y puedan causar erosión en los canales, tuberías, bombas y otros equipos de la Planta de Tratamiento.

El agua de salida de los desarenadores será conducida a planta a través de dos tuberías de aducción las cuales constan con caudalímetro que indican el caudal de ingreso a planta.



Planta de Tratamiento: El sistema de tratamiento incluye procesos de pre oxidación, floculación, coagulación, filtración, y desinfección, y se lleva a cabo en las siguientes etapas:

**a) Canalón Parshall**

La medición del caudal que entra en la planta de tratamiento será hecha en el canalón medidor Parshall moldado y construido en hormigón en el canal de entrada por el transmisor de caudal FIT-10-002.

El agua cruda desarenada llega a la PTAP sube por la estructura de llegada donde recibe una aplicación de solución de cloro y enseguida es conducida por canal hasta la Medición del Caudal, diseñado para un caudal máximo de 6,0 m<sup>3</sup>/s (21.600 m<sup>3</sup>/h).

Esta estructura tiene función de tranquilizar el caudal del agua antes de la entrada en la planta, permitiendo una medición más perfeccionada en el medidor Parshall.

Esta estructura, vertical, dividirá en dos canales de medición, uno construido en esta etapa y otro en la etapa futura, cada uno para 5 m<sup>3</sup>/s y, máximo hidráulico de 6 m<sup>3</sup>/s.

**b) Tanques de Contacto:**

Los Tanques de Contacto son en número de 4 (cuatro) y previstos para tener tiempo de retención para que promueva el contacto del cloro con el agua cruda desarenada y se produzca la reacción de oxidación de los metales pesados, dándose también reacciones indeseables con materia orgánica y nitratos del agua cruda.

**c) Multiflo**

Una unidad MULTIPLO consiste de un sistema eficaz de tratamiento físico-químico de alta tasa con el propósito de insolubilizar las partículas groseras como sólidos suspendidos y algo de los coloides constituyentes del agua bruta. En este proyecto hay 7 unidades y su codificación es TQ-20-01 a 07.

El múltiplo está constituido por un tanque de concreto armado, con reparticiones diseñadas para lograr el adecuado cumplimiento de tres fases, como es el tanque de coagulación, tanque de floculación o maduración y el clarificador.

#### **d) Filtración**

El objetivo principal de los filtros es la separación de manera más completa posible las fases continua y dispersas, que se efectúa dentro de la masa granular; donde la fase continua está constituida por el agua y los materiales disueltos y la fase dispersa compuesta por las partículas en suspensión.

#### **e) Sistema de desinfección en el TAF**

Los procesos de desinfección tienen como objetivo la destrucción o inactivación de organismos patógenos, capaces de producir enfermedades, u otros organismos indeseables, que sobreviven a temperaturas cercanas a 21°C durante muchas semanas en el agua, dependiendo de factores tales como el pH, la turbiedad el oxígeno, los nutrientes, etc.

#### **f) Sistema de almacenamiento en el TAT**

El agua proveniente del TAF luego de ser desinfectada llega al reservorio TAT mediante las compuertas CM-31-01A/B para su almacenamiento y existe la posibilidad que según sea necesario, en casos de contingencia se realice una desinfección final cuando el residual de cloro esté fuera del rango recomendado entre 1.5 y 2.5 mg/.

### **1.3. Actividades de la empresa**

#### **1.3.1. Misión**

“Lograr al 2021 la cobertura al 100% y 24 horas de servicio de agua potable y alcantarillado en el ámbito jurisdiccional de Lurigancho Huachipa, con el compromiso de todo el personal”

### **1.3.2. Visión**

“Brindar servicio de agua potable, alcantarillado, tratamiento y reusó de aguas residuales con altos estándares de calidad para satisfacer las necesidades de la población atendida por Lurigancho Huachipa”.

### **1.3.3. Objetivos**

El objetivo de Sedapal, es la prestación de los servicios de saneamiento como agua potable y alcantarillado sanitario.

Ejecuta la política del sector en la operación, mantenimiento, control y desarrollo de los servicios básicos, con funciones específicas en aspectos de normatividad, planeamiento, programación,

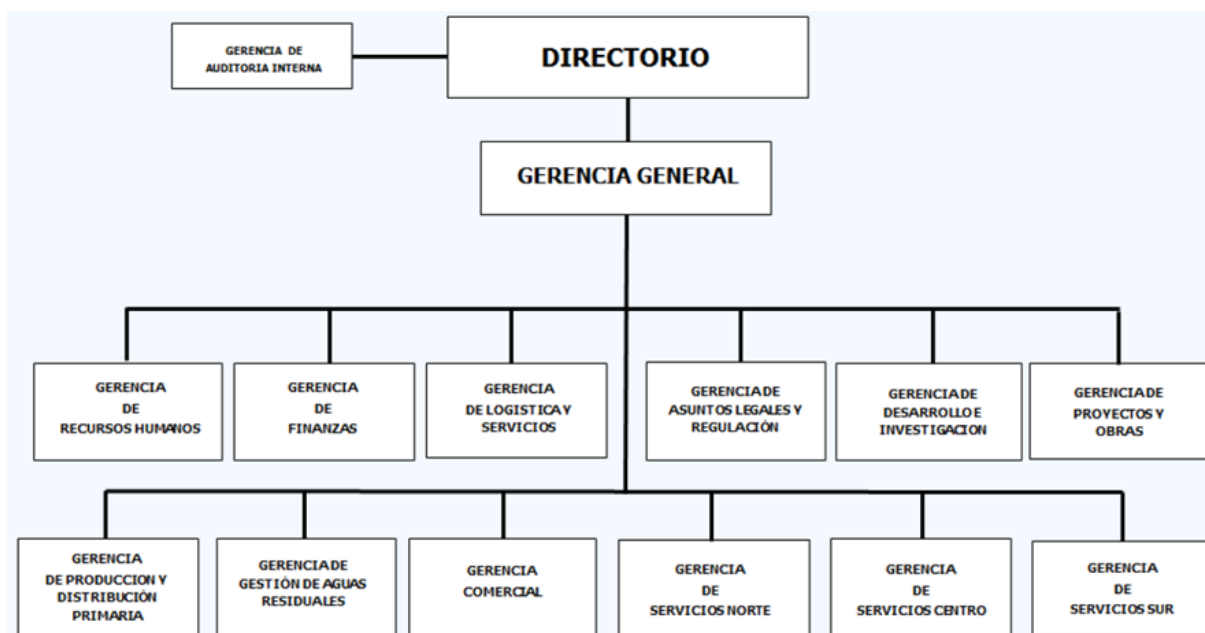
Elaboración de proyectos, financiación, ejecución de obras, asesoría y asistencia técnica.

Además, puede dedicarse a otras actividades afines, vinculadas, conexas y/o complementarias a su objeto social

## **1.4. Organización actual de la empresa**

La empresa Sedapal es una empresa estatal de derecho privado, íntegramente de propiedad del estado peruano, constituida como Sociedad Anónima. Y el sistema de organización se basa en relación a un directorio y en consecuencia tiene una jerarquía con la gerencia general.

**Ilustración 4**  
Organigrama de Sedapal



Fuente: (Sedapal, 2020)

### 1.5. Descripción del entorno de la empresa

Sedapal, fue creada mediante Decreto Legislativo N° 150 de fecha 12.06.1981, encontrándose inscrita en la partida electrónica N° 02005409 del registro de personas jurídicas de la superintendencia nacional de los registros públicos.

Mediante Ley N° 28696 se precisó que el ámbito de responsabilidad de Sedapal, comprende la provincia de Lima, la provincia constitucional del Callao y aquellas otras provincias, distritos o zonas del departamento de Lima que se adscriban mediante resolución ministerial del sector vivienda, cuando haya continuidad territorial y la cobertura del servicio pueda ser efectuada en forma directa por nuestra empresa.

Razón Social: Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima Sedapal

RUC: 20100152356

Tipo de Empresa: Empresa Estatal de Derecho Privado

Giro de Empresa: Captación, Depuración y Distribución de Agua

Dirección: Vía de Evitamiento, Ramiro Priale Nro. 210 la Atarjea

Email: [atencion@sedapal.com.pe](mailto:atencion@sedapal.com.pe)

Representante Legal: Vega Baltodano Neil Michael

## CAPÍTULO II

### REALIDAD PROBLEMÁTICA

#### 2.1. Descripción de la realidad problemática

Los equipos electromecánicos de la planta de tratamiento de agua potable están expuestos a una serie de desgaste por trabajo continuo y daño estructural por exposición al medio ambiente, golpes en compuertas por alto caudal con palizadas del río Rímac.

El mantenimiento actual consiste en lubricación, limpieza y ajuste de equipos electromecánicos, el cual no es suficiente para mantener la disponibilidad operativa de los equipos y asegurar el proceso de tratamiento de la planta.

A través de la investigación se ha identificado que no se cuenta un plan de mantenimiento preventivo ya que no se tiene el control de los motores mecánicos e hidráulicos es por eso la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento preventivo enfocados a los estándares y políticas de la planta de tratamiento de agua potable y la necesidad inmediata son:

- Falta de contratación de personal calificado para un mantenimiento planificado.
- La ubicación de los equipos mecánicos e hidráulicos no se tiene registrado en una matriz para su control y su programación en el mantenimiento.
- Existen constante fallas de los equipos mecánicos e hidráulicos, por lo que no se tiene programado su mantenimiento preventivo.
- La disponibilidad del sistema SCADA tiene retraso porque existe una demora en el tiempo de la atención de la incidencia y/o daño a los equipos mecánicos e hidráulicos por parte del área de mantenimiento muy al margen de la diferencia de horario que pueda existir, carece de un soporte inmediato y una comunicación lineal con el usuario del sistema SCADA, el impacto conlleva a paradas de planta.

- El Inventario de los equipos mecánicos e hidráulicos actualmente no se realiza la verificación de la documentación y existe una demora en el tiempo para realizar las compras de repuestos o accesorios que se requieren para restablecer la operatividad.

A la fecha se han venido identificando una serie de problemas de gestión direccional por el área de mantenimiento, múltiples procesos inconclusos en los sistemas propios de la organización, los cuales dificultan el flujo de proceso productivo, un alta de cantidad soporte mecánico y por consecuencia el presupuesto anual conlleva a un alto costo operativo.

Evaluated en comité gerencial de producción el resultado de los estudios antes expuestos, se decide la necesidad de llevar a cabo un plan de mejora al proceso de mantenimiento de equipos electromecánicos para la planta de tratamiento agua potable Huachipa

## 2.2. Análisis del problema

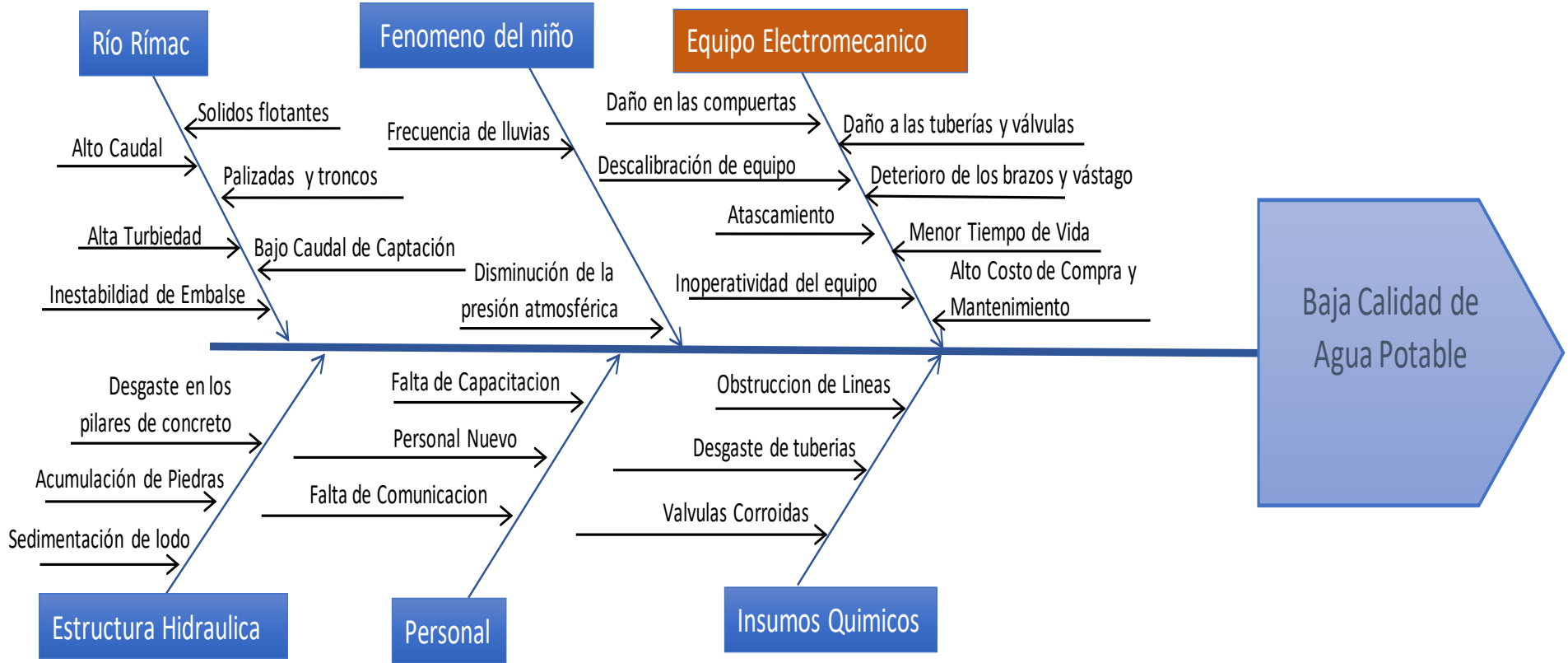
Se elaborado un diagrama de causa efecto que permita identificar los problemas y analizar la baja calidad del agua potable, uno de los factores importantes que contribuyen a la calidad de agua potable es el sistema electromecánico.

- **Daño de las compuertas:** Al no ser reparado o atendido por el área de mantenimiento, con lleva a una deficiencia en las maniobras de las compuertas que ejecuta el área de operaciones.
- Des calibración de los equipos: Al no ser reparado o atendido por el área de mantenimiento, con lleva vibraciones sobre la estructura hidráulica y dificulta el accionamiento de las compuertas.
- Atascamiento: El atascamiento se presenta cuando no se ha realizado la lubricación de forma periódica sobre los puntos de articulaciones de las compuertas.
- Inoperatividad del Equipo: La inoperatividad del equipo conlleva a corrosión de las piezas de los equipos electromecánicos.

- Daño a las tuberías y válvulas: El daño a las tuberías y válvulas dificulta el recorrido de los fluidos de los insumos químicos y fluido hidráulico del proceso de tratamiento de agua potable.
- Deterioro de los brazos y vástagos: El deterioro ocasiona la fuga de aceite hidráulico en los cilindros hidráulicos.
- Menor tiempo de vida: La falta de un plan y ejecución del mantenimiento permitirá el remplazo de los equipos dañados.
- Alto costo compra y mantenimiento: Los mantenimientos improvisados por la urgencia generan gastos, tiempo y pérdidas para la empresa.

**Ilustración 5**

*Diagrama de Causa y Efecto "Baja Calidad de Agua Potable"*



Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)



## **2.3. Objetivo del proyecto**

### **2.3.1. Objetivo general**

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos electro mecánicos de la planta de tratamiento potable en Lurigancho Chosica.

### **2.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar los equipos prioritarios (críticos) para el diverso actividades del proceso productivo analizado.
- Conocer el estado actual de las tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan en la empresa.
- Recopilar la información de las rutinas de mantenimiento preventivo según los fabricantes de los equipos y/o de las recomendaciones por los técnicos, tanto internos como externos a la planta, así como de las mejoras practicas desarrolladas en el mercado y las recomendaciones de expertos en este tipo de equipamiento.

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. Descripción y desarrollo del proceso

Se ha elaborado un plan de mantenimiento que permita planificar y controlar los equipos electromecánicos de la bocatoma y planta Huachipa, este plan permite asignar recursos humanos, fecha de su intervención y fecha de su posterior intervención.

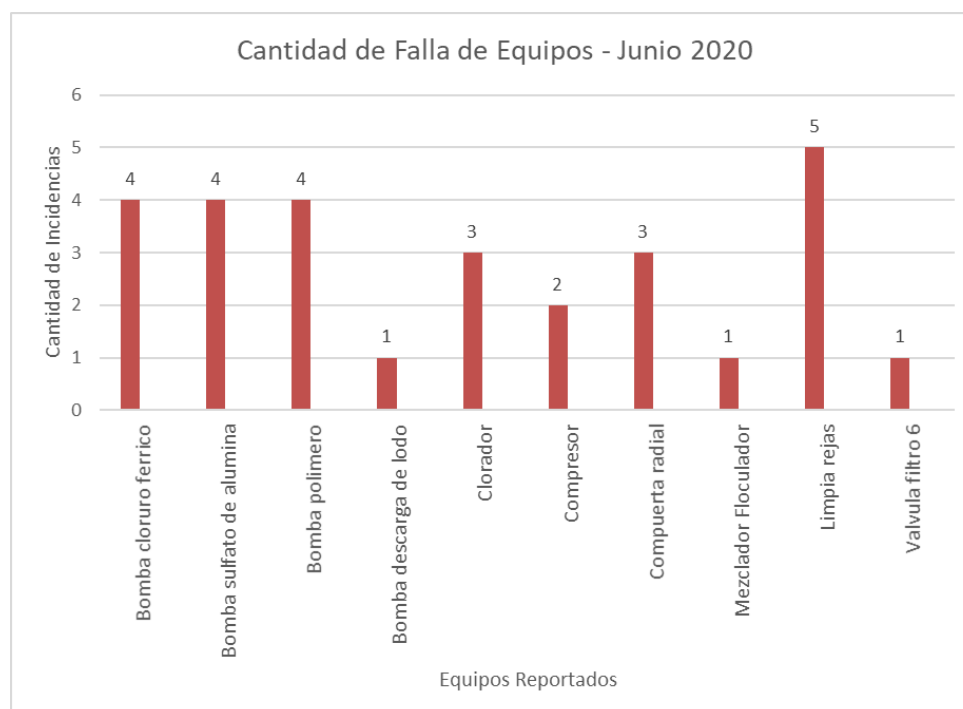
A continuación, se va demostrar indicadores de los equipos con fallas más recurrentes por falta de un plan de mantenimiento y sus constantes reparaciones en el mes de junio.

##### a) Sin plan de mantenimiento

En el mes de junio se registró 28 incidencias que permitió suspender e incluso realizar parada de planta, para realizar trabajos correctivos de reparación los equipos electromecánicos.

**Gráfico 1**

*Cantidad de Falla de Equipos junio 2020*



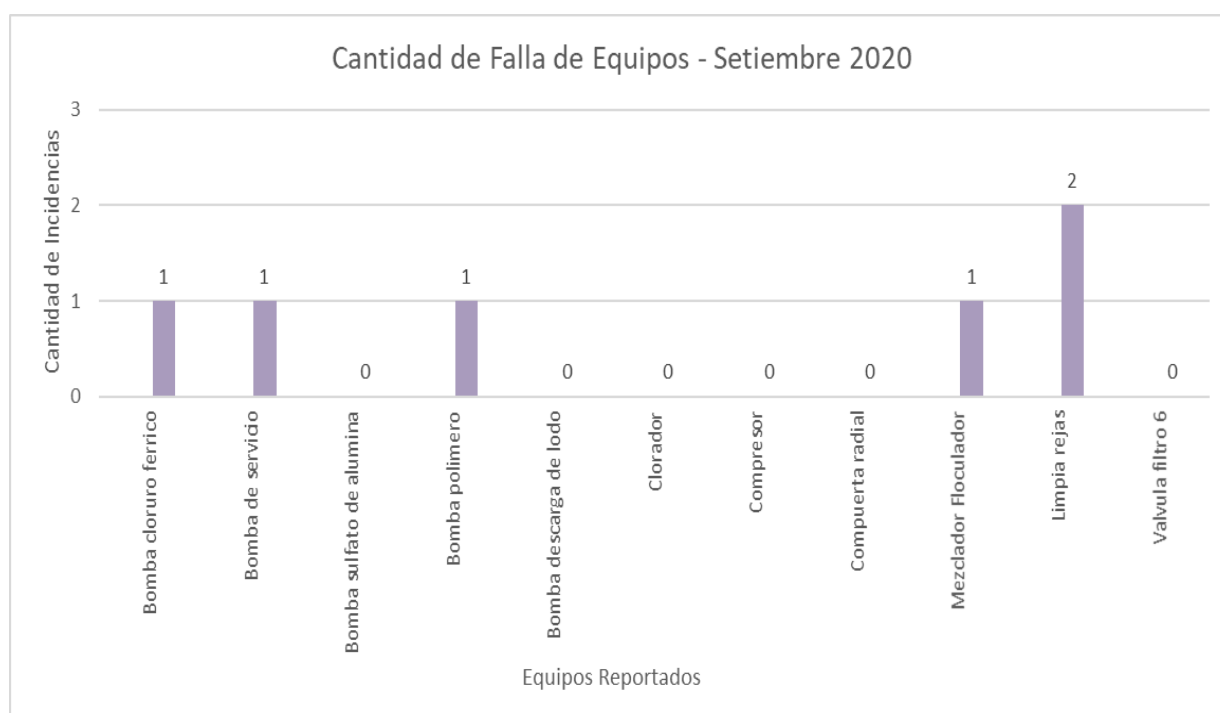
Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

## b) Con el plan de mantenimiento

En el mes de septiembre se demostró una mejora, ya que se redujo de 28 a 6, la cantidad incidencias que permitió continuidad del funcionamiento del equipo electromecánico evitando realizar parada de planta y manteniendo la calidad del agua potable, para ellos se elaboró y se ejecutó el plan de mantenimiento de los equipos electromecánicos.

**Gráfico 2**

*Cantidad de Fallas en el Mes de Setiembre 2020*



Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

### 3.5. Conclusiones

- Se registraron las incidencias electromecánicas a cargo del área de producción.
- Se realizó el inventario de todos los equipos electromecánicos operativos, malogrados para desarrollar un plan de mantenimiento.
- Se Identifico y se clasifco los equipos críticos de operación.
- Se elaboro un plan de mantenimiento y de adquisición de repuestos.

- Se mejoro las atenciones de incidencias reportadas por el área de operaciones.
- Se logro tener mayor continuidad de equipos electromecánicos operando 24x7.
- Se redujo el desgaste de los equipos mecánicos, hidráulicos y se evite la pérdida de tiempo que le dedican los técnicos e ingenieros para una reparación temporal.

### **3.6. Recomendaciones**

- Elaborar la gestión de conocimiento como procedimientos, instructivos, matriz de riesgos y registrar las lecciones aprendidas, al momento de realizar la reparación electromecánica.
- Independizar el área de mantenimiento con la adquisición de un equipo humano con ética profesional (mecánico, eléctrico y automatización) para optimizar y mejorar el cuidado de los activos propios de la organización.
- Asignar un presupuesto anual que permita adquisición de repuestos de forma planifica para su cambio en el tiempo adecuado, brinde el soporte y la atención inmediata frente a las incidencias que se podrían presentar durante el proceso productivo.
- Continuar con el mantenimiento preventivo a los equipos electromecánicos, entre otros a fin de registrar datos correctos y permita controlar el proceso productivo.
- El período comprendido entre los meses de abril a noviembre, resulta el más apropiado realizar los trabajos de reparación y mantenimiento sobre los equipos electromecánicos.
- Se recomienda continuar con los procesos de mejora continua en la Planta de Tratamiento de agua potable a fin de mejorar los procesos de producción, identificando oportunidades de mejora que aumenten la eficiencia de los procesos para la alta gerencia, jefaturas, analistas a fin de tomar una buena decisión.

## CAPÍTULO IV

### BIBLIOGRAFÍA

Centeno Molina, R. (2021). Trabajo de Suficiencia Profesional de la EPII - Para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima, Perú.

Lopez Rodas, R. (2019). *Gestión de la calidad total y las herramientas de mejora la continua*. Lima: Digital Electrónico.

Sedapal - Scada. (2020). *Registro de Incidencias en la Operación Planta Huachipa*. Lima Metropolitana: Electrónico de propiedad de Sedapal.

Sedapal. (2020). *Sedapal - PTAT EGIP*. Obtenido de <https://www.sedapal.com.pe/>

Shotis. (2021). *Shotis*. Obtenido de Qué significa SCADA: <https://www.sothis.tech/scada-que-es-y-que-permite-hacer/>

## CAPÍTULO V

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Sedapal:** Empresa del estado peruano, que se encarga de la distribución general del agua y alcantarillado de Lima Metropolitana.

**Cronograma:** Concepto que se utiliza en varios países latinoamericanos para mencionar a un calendario de trabajo o de actividades.

**Mantenimiento preventivo:** Acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo (mecánicos, eléctricos, informáticos, etc.) para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo.

**Scada:** El acrónimo SCADA viene del inglés “Supervisory Control And Data Acquisition”. Esto se traduce en que un sistema de este tipo tiene como finalidad supervisar y controlar remotamente una instalación, pudiendo integrar datos recogidos desde diferentes sensores, autómatas (PLCs) y equipos mediante diferentes protocolos en un solo lugar. Estas lecturas se realizan en tiempo real y tienen la posibilidad de historizarse. Además, los SCADAs aportan otras funcionalidades como se verá más adelante. (Shotis, 2021)

**Diagrama causa efecto:** Representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. - Que, a su vez, da un impacto visual con la capacidad de de comunicación que se realiza en base a una lluvia de ideas, que parte del trabo en equipo para analizar cualquier proceso de mejora continua. (Lopez Rodas, 2019)

**Tabla 1***Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 1*

<b>JUNIO - REGISTRO DE INCIDENCIAS EN LA OPERACIÓN PLANTA HUACHIPA</b>											
<b>Área</b>		Producción									
<b>Especialidad</b>		SCADA									
								<b>Tiempo Incidente</b>			
<b>Ítem</b>	<b>N° de Requerimiento</b>	<b>Prioridad</b>	<b>TAG - Name</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Zona</b>	<b>Equipo</b>	<b>Usuario</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora en Reporta</b>	<b>Descripción del Incidente</b>	<b>Especialidad</b>
							<b>Reportante</b>	<b>en Reportar</b>			
1	REQ-00034	Baja	MTH-90-01A	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Harold Cárdenas	05/06/2020	08:09	Falla en equipo no funciona	mecánico
2	REQ-00035	Media	CR-90-01C	BOCATOMA	BOC.	Compuerta radial	Operador scada	07/06/2020	15:30	Fuga de Aceite hidráulico	mecánico
3	REQ-00036	Alta	CL-60-01	PTAP	CL	Clorador	Operador scada	09/06/2020	16:00	Clorador no dosifica	mecánico
4	REQ-00037	Media	MC-20-01D	PTAP	MF	Mezclador de floculador	Operador scada	12/06/2020	17:30	Fuga de Aceite por reten superior	mecánico

Fuente: (Sedapal - Scada, 2020)

**Tabla 2***Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 2*

5	REQ-00038	Media	BC-20-02B	PTAP	DL	Bomba descarga lodo	Operador scada	13/06/2020	12:00	Fuja de lodo por sello mecánico	mecánico
6	REQ-00039	Baja	MTH-90-01F	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	13/06/2020	15:40	Falla en equipo no funciona	mecánico
7	REQ-00040	Media	BT-50-01D	PTAP	SQ	Bomba de polímero	Operador scada	16/06/2020	13:15	Equipo parado por perdida de caudal	mecánico
8	REQ-00041	Alta	BD-50-02A	PTAP	DR	Bomba de cloruro férrico	Operador scada	16/06/2020	15:00	Fuga de químico por brida	mecánico
9	REQ-00042	Media	BD-50-03A	PTAP	DR	Bomba de sulfato de alúmina	Operador scada	17/06/2020	10:20	Válvula de descarga no apertura	mecánico
10	REQ-00043	Baja	MTH-90-01D	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	17/06/2020	10:50	Amortiguador vencido	mecánico
11	REQ-00044	Alta	BD-50-02B	PTAP	DR	Bomba de cloruro férrico	Operador scada	17/06/2020	16:40	Línea de conducción obstruido	mecánico
12	REQ-00045	Media	BT-50-01F	PTAP	SQ	Bomba de polímero	Operador scada	19/06/2020	12:36	Alta temperatura	mecánico
13	REQ-00046	Media	CR-90-01B	BOCATOMA	BOC.	Compuerta radial	Operador scada	19/06/2020	15:45	Compuerta radial con ruido anormal	mecánico
14	REQ-00047	Media	BD-50-03B	PTAP	DR	Bomba de sulfato de alúmina	Operador scada	20/06/2020	08:30	Diafragma roto	mecánico

Fuente: (Sedapal - Scada, 2020)



**Tabla 3***Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 3*

15	REQ-00048	Media	BD-50-02B	PTAP	DR	Bomba de cloruro férrico	Operador scada	20/06/2020	09:30	se activo la válvula de alivio	mecánico
16	REQ-00049	Baja	MTH-90-01A	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	20/06/2020	13:10	Cadena de transporte suelta	mecánico
17	REQ-00050	Alta	CL-60-03	PTAP	CL	Clorador	Operador scada	20/06/2020	14:10	Cloro liquido en el sistema	mecánico
18	REQ-00051	Media	BT-50-01D	PTAP	SQ	Bomba de polímero	Operador scada	21/06/2020	07:30	Alta temperatura	mecánico
19	REQ-00052	Alta	CO 70-01A	PTAP	SM	Compresor de aire	Operador scada	22/06/2020	08:30	Fuga de aceite radiador	mecánico
20	REQ-00053	Media	CR-90-01A	BOCATOMA	BOC.	Compuerta radial	Operador scada	24/06/2020	09:30	Fuga de aceite por cilindro hidráulico	mecánico
21	REQ-00054	Media	BD-50-03A	PTAP	DR	Bomba de sulfato de alúmina	Operador scada	24/06/2020	10:30	Vibración excesiva en el sistema	mecánico
22	REQ-00055	Media	CL-60-02	PTAP	CL	Clorador	Operador scada	24/06/2020	11:30	Válvula motorizada no apertura	mecánico
23	REQ-00056	Baja	MTH-90-01E	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	26/06/2020	12:30	Cadena suelta en reductor	mecánico

Fuente: (Sedapal - Scada, 2020)

**Tabla 4***Incidencias en la Operación Planta Huachipa 1 de 4*

24	REQ-00057	Media	BD-50-02B	PTAP	DR	Bomba de cloruro férrico	Operador scada	26/06/2020	13:30	Ruido anormal en motor eléctrico	mecánico								
25	REQ-00058	Media	BT-50-01F	PTAP	SQ	Bomba de polímero	Operador scada	28/06/2020	14:30	Alta temperatura y bajo caudal de dosificación	mecánico								
26	REQ-00059	Media	BD-50-03A	PTAP	DR	Bomba de sulfato de alúmina	Operador scada	28/06/2020	15:30	Filtro obstruido de insumo químico	mecánico								
27	REQ-00060	Baja	VX-30 06A	BOCATOMA	BOC.	Válvula de filtro 06	Operador scada	30/06/2020	16:30	Atascamiento de válvula	mecánico								
28	REQ-00061	Alta	CO 70-01A	PTAP	SM	Compresor de aire	Operador scada	30/06/2020	17:30	No funciona secador, aire húmedo	mecánico								
29	REQ-00062	Alta	CO 70-01A	PTAP	SM	Compresor de aire	Operador scada	30/06/2020	22:00	No funciona secador, aire húmedo	mecánico								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Prioridad</th> <th>Nivel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alta</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Baja</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>												Prioridad	Nivel	Alta	1	Media	2	Baja	3
Prioridad	Nivel																		
Alta	1																		
Media	2																		
Baja	3																		

Fuente: (Sedapal - Scada, 2020)

Tabla 5

Setiembre-Registro de incidencia operaciones Planta Huachipa

OTROS DE DATOS DEL CUADRO DE ANÁLISIS								Tiempo Incidente			
Ítem	N° de Requerimiento	Prioridad	TAG - Mame	Ubicación	Zona	Equipo	Usuario Deportante	Fecha en Reportar	Hora en Reporta	Descripción del Incidente	Especialidad
1	REQ-00060	Baja	BC 30 04A	PTAP	SM	Bomba de servicio	Operador scada	03/09/2020	09:09	Fuga de agua por sello mecánico	mecánico
2	REQ-00061	Media	MTH-90-01D	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	09/09/2020	15:30	Atascamiento de peine limpiador	mecánico
3	REQ-00062	Alta	CL-60-01	PTAP	CL	Clorador	Operador scada	15/09/2020	16:00	Rotámetro sucio	mecánico
4	REQ-00063	Media	MC-20-01E	PTAP	MF	Mezclador de floculador	Operador scada	16/09/2020	11:10	Ruido anormal en reductor	mecánico
5	REQ-00064	Media	BC-20-02D	PTAP	DL	Bomba descarga lodo	Operador scada	19/09/2020	12:00	Ingreso de lodo en caja de rodamientos	mecánico
6	REQ-00065	Baja	MTH-90-01E	BOCATOMA	BOC.	Limpia rejas	Operador scada	24/09/2020	15:00	Falla en equipo no funciona	mecánico
7	REQ-00066	Alta	BT-50-01H	PTAP	SQ	Bomba de polímero	Operador scada	25/09/2020	13:15	Alta temperatura en bomba	mecánico
8	REQ-00067	Media	BD-50-01A	PTAP	DR	Bomba de cloruro férrico	Operador scada	26/09/2020	09:00	Filtro de línea de conducción saturado	mecánico

Fuente: (Sedapal - Scada, 2020)

**Tabla 6**  
Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 1

			TIPO Y FRECUENCIA DE PLAN DE TRABAJO				
			PRIORIDAD	LIMPIEZA	LUBRICACIÓN	CONSERVACIÓN	INSPECCIÓN
<b>Represamiento</b>	-	Represamiento				-	
<a href="#">CR-90-01</a>	<a href="#">Compuertas de Aliviadero Móvil</a>	CR-90-01 - Compuertas de Aliviadero móvil	2	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">CR-90-02</a>	<a href="#">Compuerta de Limpia</a>	CR-90-02 - Compuerta de Limpia	2	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">IM-90-01</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	IM-90-01 - Instrumentos de medición en línea	2	-	-	-	1 día
<a href="#">CR-90-03</a>	<a href="#">Compuerta de Des rípiado</a>	CR-90-03 - Compuerta de Des rípiado	2	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">M-TH-90-01</a>	<a href="#">Limpia Rejas</a>	M-TH-90-01 - Limpia Rejas	3	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">M-FT-90-01</a>	<a href="#">Faja Transportadora</a>	M-FT-90-01 - Faja Transportadora	3	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">CL-90-001</a>	<a href="#">Compuertas de drenaje</a>	CL-90-001 - Compuertas de drenaje	3	7 días	180 días	-	1 día
<a href="#">CR-90-04</a>	<a href="#">Compuertas de Captación</a>	CR-90-04 - Compuertas de Captación	2	7 días	180 días	-	1 día

**Tabla 7**  
Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 2

<b>Edificio Hidráulico, Control y CCM</b>		Edificio Hidráulico, Control y CCM					
<a href="#">MBH-90</a>	<a href="#">Sala de bombas hidráulicas</a>	<a href="#">MBH-90 - Sala de bombas hidráulicas</a>	1	7 días	-	90 días	1 día
<b>Pre Tratamiento</b>							
<a href="#">TQ-10-01</a>	<a href="#">Desarenadores</a>	<a href="#">TQ-10-01 - Desarenadores</a>	3	7 días	-	180 días	-
			<b>TIPO Y FRECUENCIA DE PLAN DE TRABAJO</b>				
<b>Programa de mantenimiento preventivo</b>			<b>PRIORIDAD</b>	<b>LIMPIEZA</b>	<b>LUBRICACIÓN</b>	<b>PREVENTIVO</b>	<b>INSPECCIÓN</b>
<b>Tanques de contacto</b>							
<b>Sala de cloración</b>							
<a href="#">CL-60</a>	<a href="#">Cloradores</a>	<a href="#">CL-60 - Cloradores</a>	1	7 días	-	100 días	1 día
<a href="#">EV-60</a>	<a href="#">Evaporadores</a>	<a href="#">EV-60 - Evaporadores</a>	1	7 días	-	360 días	1 día

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 8**  
**Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 3**

<a href="#">BL-60</a>	<a href="#">Balanzas de Cilindros de Cloro</a>	BL-60 - Balanzas de Cilindros de Cloro	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">LA-60-01</a>	<a href="#">SCRUBBER</a>	LA-60-01 - SCRUBBER	1	7 días	-	90 días	1 día
<a href="#">XV-20-001</a>	<a href="#">Multiflo N°01</a>	XV-20-001 - Multiflo N°01	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-002</a>	<a href="#">Multiflo N°02</a>	XV-20-002 - Multiflo N°02	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-003</a>	<a href="#">Multiflo N°03</a>	XV-20-003 - Multiflo N°03	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-004</a>	<a href="#">Multiflo N°04</a>	XV-20-004 - Multiflo N°04	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-005</a>	<a href="#">Multiflo N°05</a>	XV-20-005 - Multiflo N°05	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-006</a>	<a href="#">Multiflo N°06</a>	XV-20-006 - Multiflo N°06	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">XV-20-007</a>	<a href="#">Multiflo N°07</a>	XV-20-007 - Multiflo N°07	3	7 días	180 días	360 días	1 día
<a href="#">IM-20-02</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	IM-20-02 - Instrumentos de medición en línea	2	-	-	-	-

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 9**  
*Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 4*

<b>Edificio químico y laboratorio</b>							
<a href="#">UP-50</a>	<a href="#">Tanques de preparación de polímero</a>	UP-50 - Tanques de preparación de polímero	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">TQ-50-03</a>	<a href="#">Tanques de preparación de Sulfato de Aluminio</a>	TQ-50-03 - Tanques de preparación de Sulfato de Aluminio	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">BT-50-01</a>	<a href="#">Bombas de dosificación de polímero</a>	BT-50-01 - Bombas de dosificación de polímero	2	7 días	-	360 días	1 día
<a href="#">BD-50-04</a>	<a href="#">Bombas de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	BD-50-04 - Bombas de dosificación de Sulfato de Aluminio	2	7 días	-	360 días	1 día
<b>Tanque de insumos</b>							
<a href="#">TQ-50-01</a>	<a href="#">Tanque de dosificación de Cloruro Férrico</a>	TQ-50-01 - Tanque de dosificación de Cloruro Férrico	1	7 días	-	-	1 día
<a href="#">TQ-50-02</a>	<a href="#">Tanque de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	TQ-50-02 - Tanque de dosificación de Sulfato de Aluminio	1	7 días	-	-	1 día
<a href="#">BD-50</a>	<a href="#">Bomba de dosificación de Cloruro Férrico</a>	BD-50 - Bomba de dosificación de Cloruro Férrico	1	7 días	-	360 días	1 día
<a href="#">BD-50-03</a>	<a href="#">Bomba de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	BD-50-03 - Bomba de dosificación de Sulfato de Aluminio	1	7 días	-	360 días	1 día

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 10**  
Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 5

<b>Sala eléctrica</b>							
<a href="#">CCM-00</a>	<a href="#">Sala de Centro de control de motores</a>	CCM-00 - Sala de Centro de control de motores	1	6 días	-	90 días	
<a href="#">SUB-00</a>	<a href="#">Subestación Eléctrica</a>	SUB-00 - Subestación Eléctrica	1	6 días	-	180 días	1 día
<a href="#">GE-00-01</a>	<a href="#">Grupo electrógeno</a>	GE-00-01 - Grupo electrógeno	1	6 días	-	180 días	
<a href="#">TQ-00-01</a>	<a href="#">Tanque de combustible</a>	TQ-00-01 - Tanque de combustible	1	6 días	-	-	1 día
<b>Filtración</b>							
<a href="#">TQ-30-01</a>	<a href="#">Filtro N°01</a>	TQ-30-01 - Filtro N°01	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-02</a>	<a href="#">Filtro N°02</a>	TQ-30-02 - Filtro N°02	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-03</a>	<a href="#">Filtro N°03</a>	TQ-30-03 - Filtro N°03	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-04</a>	<a href="#">Filtro N°04</a>	TQ-30-04 - Filtro N°04	3	6 días	-	30 días	1 día

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)



**Tabla 11**  
*Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 6*

<a href="#">TQ-30-05</a>	<a href="#">Filtro N°05</a>	TQ-30-05 - Filtro N°05	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-06</a>	<a href="#">Filtro N°06</a>	TQ-30-06 - Filtro N°06	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-07</a>	<a href="#">Filtro N°07</a>	TQ-30-07 - Filtro N°07	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-08</a>	<a href="#">Filtro N°08</a>	TQ-30-08 - Filtro N°08	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-09</a>	<a href="#">Filtro N°09</a>	TQ-30-09 - Filtro N°09	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-10</a>	<a href="#">Filtro N°10</a>	TQ-30-10 - Filtro N°10	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-11</a>	<a href="#">Filtro N°11</a>	TQ-30-11 - Filtro N°11	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-12</a>	<a href="#">Filtro N°12</a>	TQ-30-12 - Filtro N°12	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-13</a>	<a href="#">Filtro N°13</a>	TQ-30-13 - Filtro N°13	3	6 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-14</a>	<a href="#">Filtro N°14</a>	TQ-30-14 - Filtro N°14	3	7 días	-	30 días	1 día

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 12**  
**Plan de Mantenimiento Preventivo 1 de 7**

<a href="#">TQ-30-15</a>	<a href="#">Filtro N°15</a>	TQ-30-15 - Filtro N°15	3	7 días	-	30 días	1 día
<a href="#">TQ-30-16</a>	<a href="#">Filtro N°16</a>	TQ-30-16 - Filtro N°16	3	7 días	-	30 días	1 día
<a href="#">IM-30-01</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	IM-30-01 - Instrumentos de medición en línea	2	-	-	-	-
<b>Zona de Máquinas A</b>							
<a href="#">BC-30-02</a>	<a href="#">Bombas de Recirculación</a>	BC-30-02 - Bombas de Recirculación	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">SO-30-01</a>	<a href="#">Sopladores de Lavado</a>	SO-30-01 - Sopladores de Lavado	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">SO-70-01</a>	<a href="#">Compresores de servicio</a>	SO-70-01 - Compresores de servicio	2	7 días	-	180 días	1 día
<b>Zona de máquinas B</b>							
<a href="#">BC-30-01</a>	<a href="#">Bombas de Contra lavado</a>	BC-30-01 - Bombas de Contra lavado	2	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">BC-30-03</a>	<a href="#">Bombas de Cloración</a>	BC-30-03 - Bombas de Cloración	1	7 días	-	180 días	1 día
<a href="#">BC-30-04</a>	<a href="#">Bombas de Servicio</a>	BC-30-04 - Bombas de Servicio	1	7 días	-	180 días	1 día

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 13**  
Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 1

PLANES DE TRABAJO DE LIMPIEZA					
BOC	BOCATOMA	PRIORIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LIMPIEZA (FRECUENCIA)
	<b>Represamiento</b>				-
	<a href="#">CR-90-01</a> <a href="#">Compuertas de Aliviadero móvil</a>	2	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">CR-90-02</a> <a href="#">Compuerta de Limpia</a>	2	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">IM-90-01</a> <a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI001	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 1	7 días
	<a href="#">CR-90-03</a> <a href="#">Compuerta de Des rpiado</a>	2	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">M-TH-90-01</a> <a href="#">Limpia Rejas</a>	3	LI1ME002	Limpieza de limpia rejas	7 días
	<a href="#">M-FT-90-01</a> <a href="#">Faja Transportadora</a>	3	LI1ME003	Limpieza de faja transportadora	7 días
	<a href="#">CL-90001</a> <a href="#">Compuertas de drenaje</a>	3	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">CR-90-04</a> <a href="#">Compuertas de Captación</a>	2	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
<b>ED-9</b>	<b>Edificio Hidráulico, Control y CCM</b>				
	<a href="#">MBH-90</a> <a href="#">Sala de bombas hidráulicas</a>	1	LI1ME004	Limpieza de las bombas hidráulicas	7 días
	<a href="#">PLC-10</a> <a href="#">Sala de Control</a>	2	LI1EL001	Limpieza de los tableros de control	7 días
	<a href="#">CCM-10</a> <a href="#">Sala de Centro de control de motores</a>	1	LI1EL002	Limpieza de los CCM	7 días
	<a href="#">SUB-10</a> <a href="#">Subestación eléctrica</a>	1	LI1EL003	Limpieza de SSEE Aérea	30 días
<b>TQ-10</b>	<b>PRE - TRATAMIENTO</b>				
	<a href="#">TQ-10-01</a> <a href="#">Desarenadores</a>	3	LI1ME006	Limpieza de Desarenadores	7 días
	<a href="#">IM-10-01</a> <a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI002	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 2	7 días

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

**Tabla 14**  
Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 2

PLANES DE TRABAJO DE LIMPIEZA						
PLANTA DE TRATAMIENTO		PRIORIDAD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	LIMPIEZA (FRECUENCIA)	
<b>TQ 20</b>	<b>Tanques de contacto</b>					
	<a href="#">TQ-20-01-A</a>	<a href="#">Tanque de contacto A</a>	3	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">TQ-20-01-B</a>	<a href="#">Tanque de contacto B</a>	3	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">TQ-20-01-C</a>	<a href="#">Tanque de contacto C</a>	3	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">TQ-20-01-D</a>	<a href="#">Tanque de contacto D</a>	3	LI1ME001	Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">IM-20-03</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI003	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 3	7 días
<b>DE-60</b>	<b>Sala de cloración</b>					
	<a href="#">CL-60</a>	<a href="#">Cloradores</a>	1	LI1IT011	Limpieza de Cloradores	7 días
	<a href="#">EV-60</a>	<a href="#">Evaporadores</a>	1	LI1IT001	Limpieza de Evaporadores	7 días
	<a href="#">BL-60</a>	<a href="#">Balanzas de Cilindros de Cloro</a>	2	LI1IT002	Limpieza de Balanza de Cilindros de Cloro	7 días
	<a href="#">LA-60-01</a>	<a href="#">SCRUBBER</a>	1	LI1IT003	Limpieza de SCRUBBER	7 días
<b>XV-20</b>	<b>Coagulación, Floculación y Decantación</b>					
	<a href="#">XV-20-001</a>	<a href="#">Multiflo N°01</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">IM-20-01</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI007	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 7	7 días
	<a href="#">XV-20-002</a>	<a href="#">Multiflo N°02</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">XV-20-003</a>	<a href="#">Multiflo N°03</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">XV-20-004</a>	<a href="#">Multiflo N°04</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">XV-20-005</a>	<a href="#">Multiflo N°05</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">XV-20-006</a>	<a href="#">Multiflo N°06</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">XV-20-007</a>	<a href="#">Multiflo N°07</a>	3	LI1IT004	Limpieza de Multiflo	7 días
	<a href="#">IM-20-02</a>	<a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI004	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 4	7 días

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

Tabla 15

## Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 3

<b>EQ-50</b>	<b>Edificio químico y laboratorio</b>				
	<a href="#">UP-50</a> <a href="#">Tanques de preparación de polímero</a>	2	LI1IT005	Limpieza del Sistema de dosificación de polímero	7 días
	<a href="#">TQ-50-03</a> <a href="#">Tanques de preparación de Sulfato de Aluminio</a>	2	LI1IT006	Limpieza del Sistema de dosificación de sulfato de aluminio en solución	7 días
	<a href="#">BT-50-01</a> <a href="#">Bombas de dosificación de polímero</a>	2	LI1IT005	Limpieza del Sistema de dosificación de polímero	7 días
	<a href="#">BD-50-04</a> <a href="#">Bombas de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	2	LI1IT006	Limpieza del Sistema de dosificación de sulfato de aluminio en solución	7 días
<b>TQ-50</b>	<b>Tanque de insumos</b>				
	<a href="#">TQ-50-01</a> <a href="#">Tanque de dosificación de Cloruro Férrico</a>	1	LI1IT010	Limpieza de Tanques y bombas de dosificación de insumos	7 días
	<a href="#">TQ-50-02</a> <a href="#">Tanque de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	1	LI1IT010	Limpieza de Tanques y bombas de dosificación de insumos	7 días
	<a href="#">BD-50</a> <a href="#">Bomba de dosificación de Cloruro Férrico</a>	1	LI1IT010	Limpieza de Tanques y bombas de dosificación de insumos	7 días
	<a href="#">BD-50-03</a> <a href="#">Bomba de dosificación de Sulfato de Aluminio</a>	1	LI1IT010	Limpieza de Tanques y bombas de dosificación de insumos	7 días
<b>SE-00</b>	<b>Sala eléctrica</b>				
	<a href="#">CCM-00</a> <a href="#">Sala de Centro de control de motores</a>	1	LI1EL002	Limpieza de los CCM	7 días
	<a href="#">SUB-00</a> <a href="#">Subestación Eléctrica</a>	1	LI1EL004	Limpieza de SSEE	7 días
	<a href="#">GE-00-01</a> <a href="#">Grupo electrógeno</a>	1	LI1EL005	Limpieza de G.E.	7 días
	<a href="#">TQ-00-01</a> <a href="#">Tanque de combustible</a>	1	LI1ME005	Limpieza de Tanque de combustible	7 días
<b>TQ-30</b>	<b>Filtración</b>				
	<a href="#">TQ-30-01</a> <a href="#">Filtro N°01</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-02</a> <a href="#">Filtro N°02</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-03</a> <a href="#">Filtro N°03</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-04</a> <a href="#">Filtro N°04</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-05</a> <a href="#">Filtro N°05</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-06</a> <a href="#">Filtro N°06</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-07</a> <a href="#">Filtro N°07</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-08</a> <a href="#">Filtro N°08</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-09</a> <a href="#">Filtro N°09</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-10</a> <a href="#">Filtro N°10</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-11</a> <a href="#">Filtro N°11</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-12</a> <a href="#">Filtro N°12</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-13</a> <a href="#">Filtro N°13</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-14</a> <a href="#">Filtro N°14</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-15</a> <a href="#">Filtro N°15</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">TQ-30-16</a> <a href="#">Filtro N°16</a>	3	LI1IT007	Limpieza del equipamiento de los filtros	7 días
	<a href="#">IM-30-01</a> <a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2	LI1EI005	Limpieza de Instrumentos de medición en línea 5	7 días

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

Tabla 16

## Plan de Limpieza por Mantenimiento 1 de 4

<b>ZA-30</b>	<b>Zona de Máquinas A</b>				
	<a href="#">BC-30-02</a> <a href="#">Bombas de Recirculación</a>	2	LI1IT008	Limpieza de Bombas	7 días
	<a href="#">SO-30-01</a> <a href="#">Sopladores de Lavado</a>	2	LI1IT009	Limpieza de Sopladores y compresores	7 días
	<a href="#">SO-70-01</a> <a href="#">Compresores de servicio</a>	2	LI1IT009	Limpieza de Sopladores y compresores	7 días
<b>ZB-30</b>	<b>Zona de máquinas B</b>				
	<a href="#">BC-30-01</a> <a href="#">Bombas de Contra lavado</a>	2	LI1IT008	Limpieza de Bombas	7 días
	<a href="#">BC-30-03</a> <a href="#">Bombas de Cloración</a>	1	LI1IT008	Limpieza de Bombas	7 días
	<a href="#">BC-30-04</a> <a href="#">Bombas de Servicio</a>	1	LI1IT008	Limpieza de Bombas	7 días
<b>PLANES DE TRABAJO DE LIMPIEZA</b>					
<b>ALMACENAMIENTO</b>		<b>PRIORIDAD</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LIMPIEZA (FRECUENCIA)</b>
<b>CM-31</b>	<b>Reservorio</b>				
	<a href="#">CM-31-01</a> <a href="#">Cámara de Ingreso</a>	2		Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">CM-31-02</a> <a href="#">Cámara de Salida</a>	2		Limpieza de compuertas	7 días
	<a href="#">IM-31-01</a> <a href="#">Instrumentos de medición en línea</a>	2		Limpieza de Instrumentos de medición en línea 6	7 días

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)







## CAPÍTULO VI

### ANEXOS

#### Anexo 1

#### Informe del Mantenimiento

Avance: 100 %	Actividad: Reparación bombas de transvase sulfato aluminio (1 de 2 Unidades)				
<b>DATOS GENERALES</b>					
Área:	TANQUES DE INSUMOS				
Equipos:	BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO BD-50-03A				
Lugar:	PTAP HUACHIPA-SEDAPAL				
Fecha de ejecución	30 de agosto				
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>					
Equipo	BOMBA DOSIFICADORA DE SULFATO DE ALUMINIO "A"	Tag	BD-50-03A	N/Inventario	1319536
Motor eléctrico	WEG/2HP/440V/3.8A/1750RPM	Modelo	FRAME 905	N/Serie	1005783463
Reductor	SEW EURODRIVE	Modelo	RF57 AM90	N/Serie	70.0172719101.0001.9
	NETZSCH/SERÁ SUCCIÓN 0.3				SB 5191
Bomba	KGF/CM2 DESCARGA 2	Modelo	RA.102-900e	N/Serie	
<b>APLICACIÓN DEL EQUIPO DE TRABAJO</b>					
Las Bombas Dosificadoras BD-50-03 A/B es previsto para aplicar Sulfato de Aluminio para fase de Coagulación, en el canal de entrada de los Multiflo. De 200 a 2000 L/H					
<b>ANTECEDENTE</b>					
Al momento del desmontaje se encontró:					
Motor eléctrico con rodamientos oxidados					
Fuga mínima por válvula tipo globo					
No tiene diafragma intermedio					
Equipo desarmado faltan piezas					
<b>DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO</b>					

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

Conforme al desarrollo de las tablas sobre el plan de mantenimiento, se desglosa las actividades, de las cuales se estaría aplicando de la siguiente manera:

- a) Limpieza de tuberías internas por tramos.
- b) Limpieza de filtro de succión y válvulas de alivio.
- c) Cambio de bridas de acople de succión y presión.
- d) Cambio de pernos en bridas de acero inoxidable.
- e) Cambio de válvula PVC.
- f) Ajuste mecánico de pernos, tuercas y abrazaderas de sujeción de las tuberías.

Desmontaje de motor eléctrico:

- a) Limpieza de rotor y estator con desengrasante dieléctrico.
- b) Barnizado de rotor para evitar aumento de corrosión por oxido.
- c) Recambio kit de rodamientos.
- d) Medición de aislamiento del motor eléctrico.
- e) Test de temperatura.
- f) Test de corriente.
- g) Limpieza de ventilador.

Bomba dosificadora:

- a) Cambio de aceite en bomba.
- b) Cambio de diafragma intermedio.
- c) Equipo y zona de trabajo.
- d) Reductor.

Y los sistemas inspeccionados son: Motor eléctrico las estructuras y guardas, sistema de lubricación, reductor y el sistema eléctrico; equipo mecánico y las válvulas.

## Anexo 2

### Observaciones y Recomendaciones

1.1.1.	Cambio de aceite bomba	Próximo cambio agosto 2021 (Cada año)			
1.1.2.	Cambio de aceite en reductor	Próximo cambio agosto 2021 (Cada seis meses)			
<b>6.2 CONCLUSIÓN</b>					
SE REPARA PRÁCTICAMENTE TODA LA BOMBA QUEDANDO OPERATIVO.					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	A	B	C	OBSERVACIONES
1	Placa motora, bomba y reductor	x			
2	Ventilador de motor eléctrico	x			
3	Rodamientos de motor eléctrico	x			Se realizó recambio
4	Medición de aislamiento en motor eléctrico	x			Se adjunta protocolo
5	Piñón en rotor de motor eléctrico	x			
6	Rodamientos en reductor		x		
7	Reten en reductor	x			
8	Empaque de reductor		x		
9	Aceite de reductor	x			Se cambió aceite
10	Válvula de alivio		x		
11	Válvula de succión		x		
12	Válvula de presión		x		
13	Diafragma	x			Se cambió nuevo
14	Válvulas PVC de bola en el sistema		x		
15	Corriente de trabajo	x			
16	Voltaje 440v	x			
17	Bridas de acople en bomba	x			<b>Se cambió por nuevos</b>
18	Pernos y tuercas	x			<b>Se cambió por nuevos</b>
19	Limpieza zona de trabajo	x			
Ponderación:					
A: en buenas condiciones    B: En condiciones aceptables    C: En malas condiciones					
<b>7.1 Registro de imágenes</b>					
Cambio de válvula nueva	cambio de rodamientos	Cambio de aceite			
Limpieza de bombas	Instalación de diafragma	Limpieza de cabezal de bomba			
Cambio de bridas y pernos	Diafragmas para cambio	Equipo Limpio y operativo			

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)

### Anexo 3

#### Informe de Mantenimiento Visual

CAMBIO DE VÁLVULA NUEVA	CAMBIO DE RODAMIENTOS	CAMBIO DE ACEITE
		
LIMPIEZA DE BOMBAS	INSTALACIÓN DE DIAFRAGMA	LIMPIEZA DE CABEZAL DE BOMBA
		
CAMBIO DE BRIDAS Y PERNOS	DIAFRAGMAS PARA CAMBIO	EQUIPO LIMPIO Y OPERATIVO
		

Fuente elaboración propia: (Centeno Molina, 2021)