



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para
mejorar la productividad en la planta de tratamiento de agua de
la universidad nacional de Piura, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Chiroque Coveñas, Roberto Carlos (ORCID: 0000-0002-4252-5628)

ASESOR:

Mg. Rodríguez Alegre, Lino Rolando (ORCID: 0000-0002-9993-8087)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA-PERÚ

2021

Dedicatoria:

Este trabajo de investigación se lo dedico a toda mi familia, en especial a mis hijos que son mi motivación de lucha.

Agradecimiento:

A Dios por permitir cumplir mis objetivos,
a mi familia y a todas los que
contribuyeron a ser posible este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo y diseño de Investigación.....	15
3.2 variables y Operacionalización	16
3.3. Población y muestra	19
3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Métodos de análisis de datos	46
3.7. Aspectos éticos.....	47
IV. RESULTADOS	48
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	67

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Tabla N° 1: Producción de agua en las PTAR más grandes del mundo</u>	1
<u>Tabla N° 2: Eficacia pre-test</u>	23
<u>Tabla N° 3: Eficiencia pre-test</u>	24
<u>Tabla N° 4: Productividad pre-test</u>	25
<u>Tabla N° 5: Costos de la implementación de la propuesta</u>	29
<u>Tabla N° 6: Lista de equipos/máquinas</u>	31
<u>Tabla N° 7: Descripción de equipos</u>	32
<u>Tabla N° 8: Codificación de los equipos involucrados</u>	33
<u>Tabla N° 9: Eficacia post-test</u>	38
<u>Tabla N° 10: Eficiencia post-test</u>	40
<u>Tabla N° 11: Productividad post-test</u>	41
<u>Tabla N° 12: Costos no planificados</u>	455
<u>Tabla N° 13: Flujo efectivo</u>	46
<u>Tabla N° 14: Análisis descriptivo de eficiencia antes y después</u>	48
<u>Tabla N° 15: Análisis descriptivo de eficacia antes y después</u>	49
<u>Tabla N° 16: Análisis descriptivo de la productividad antes y después</u>	50
<u>Tabla N° 17: Prueba de normalidad de eficacia de pre y post test</u>	51
<u>Tabla N° 18: Contrastación de hipótesis - eficacia</u>	52
<u>Tabla N° 19: Prueba de T de Student de eficacia antes y después</u>	53
<u>Tabla N° 20: Prueba de normalidad de eficiencia de pre y post test</u>	53
<u>Tabla N° 21: Contrastación de hipótesis de eficiencia pre y post test</u>	54
<u>Tabla N° 22: Prueba de T Student de eficiencia antes y después</u>	55
<u>Tabla N° 23: Prueba de normalidad de productividad de pre y post test</u>	56
<u>Tabla N° 24: Contrastación de hipótesis de productividad</u>	56
<u>Tabla N° 25: Prueba de T Student de productividad antes y después</u>	57
<u>Tabla N° 26: Tabla de alternativas de solución</u>	73

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura N° 1: Producción de aguas residuales y su capacidad de tratamiento</u>	2
<u>Figura N° 2: Gráfico de eficacia pre-test</u>	24
<u>Figura N° 3: Gráfico de eficiencia pre-test</u>	25
<u>Figura N° 4 Gráfico de productividad pre-test</u>	26
<u>Figura N° 5: Gráfico de disponibilidad pre-test</u>	27
<u>Figura N° 6: Gráfico de confiabilidad pre-test</u>	28
<u>Figura N° 7: Diagrama de GANTT</u>	29
<u>Figura N° 8: Capacitación al personal</u>	31
<u>Figura N° 9: Activiádades de mantenimiento</u>	34
<u>Figura N° 10: Ajuste de faja de transmisión y bridas de descarga</u>	34
<u>Figura N° 11: Ajuste de compuerta de pie de maniobra</u>	35
<u>Figura N° 12: inspección de equipos durante el proceso</u>	35
<u>Figura N° 13: Control y evaluación del plan de mantenimiento preventivo</u>	36
<u>Figura N° 14: % Confiabilidad post-test</u>	37
<u>Figura N° 15: % Disponibilidad post-test</u>	38
<u>Figura N° 16: Eficacia post-test</u>	39
<u>Figura N° 17: Gráfico de eficiencia post-test</u>	40
<u>Figura N° 18: Gráfico de productividad post-test</u>	41
<u>Figura N° 19: Gráfico de disponibilidad antes y después</u>	42
<u>Figura N° 20: Gráfico de confiabilidad antes y después</u>	43
<u>Figura N° 21: Eficiencia antes y después</u>	43
<u>Figura N° 22: Eficacia antes y después</u>	44
<u>Figura N° 23: Productividad antes y después</u>	45
<u>Figura N° 24: Diagrama de Ishikawa</u>	67
<u>Figura N° 25: Matriz de correlación</u>	68
<u>Figura N° 26: Cuadro de tabulación</u>	69
<u>Figura N° 27: Diagrama de Pareto</u>	70
<u>Figura N° 28: Estratificación de las causas</u>	71
<u>Figura N° 29: Diagrama de estratificación</u>	72
<u>Figura N° 30: Priorización de causas</u>	74

Resumen

El siguiente informe, tiene como objetivo mejorar la productividad con la implementación del mantenimiento preventivo en la planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura. Esta investigación tiene la siguiente metodología: es de tipo aplicada, el diseño de investigación es pre experimental, enfoque cuantitativo y de nivel descriptivo. La población fue la producción en litros por segundo del proceso de tratamiento de agua y la muestra fue la producción de 12 semanas que comprendieron los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre del año 2020 para pre-test y los meses de Abril, Mayo y Junio del 2021 para post-test. Los instrumentos utilizados para la recolección de la data fueron las fichas de producción de eficiencia y eficacia. Después de la implementación del mantenimiento preventivo se recolecto la data post test de la variable dependiente y se analizó en el programa estadístico SPSS-25, donde rechazó la hipótesis nula(H_0) y acepto la hipótesis del investigador (H_1). Como resultado se obtuvo un incremento de la eficacia de 71% a 88%, y eficiencia de 73% a 93%, con estos resultados se demostró que la productividad aumento de 53% a 79%. Se concluye que la implantación del plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad.

Palabras clave: mantenimiento preventivo, productividad.

Abstract

The following report aims to improve productivity with the implementation of preventive maintenance in the water treatment plant at the National University of Piura. This research has the following methodology: it is applied, the research design is pre-experimental, quantitative approach and descriptive level. The population was the production in liters per second of the water treatment process and the sample was the production of 12 weeks that comprised the months of October, November and December of the year 2020 for pre-test and the months of April, May and June from 2021 for post-test. The instruments used to collect the data were the efficiency and effectiveness production files. After the implementation of preventive maintenance, the post-test data of the dependent variable was collected and analyzed in the SPSS-25 statistical program, where the null hypothesis (H0) was rejected and the researcher's hypothesis (H1) was accepted. As a result, an increase in efficiency was obtained from 71% to 88%, and efficiency from 73% to 93%, with these results it was shown that productivity increased from 53% to 79%. It is concluded that the implementation of the preventive maintenance plan improves productivity.

Keywords: preventive maintenance, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

Según Prokopenco (1989, pág. 3). La productividad es el uso eficiente de los recursos en la producción de bienes y servicios, está relacionada con la producción alcanzada y los recursos empleados; asegura también, que la productividad sirve para comparar la producción en diferentes niveles o sistemas económicos con los recursos consumidos. Esto beneficia a toda actividad humana por el incremento económico, progreso social y una mejor calidad de vida.

De acuerdo con la base de datos AQUASTAT 1, la productividad en las plantas de tratamiento de agua a nivel mundial oscila entre 2.6 y 4 millones de m³ /día. La planta de tratamiento de agua más grande en capacidad de producción es la EDAR de Atotonilco, México que produce de 35 hasta 50 m³/s. En la tabla N° 1 se muestra la producción de las 5 plantas de tratamiento de agua más grandes del mundo.

Tabla N° 1: Producción de agua en las PTAR más grandes del mundo

Ítems	PTAR	M3/Día	País
1	La EDAR de Atotonilco	4,000,000	México
2	PTAR de Detroit	3.5,000,000	E.E.U.U
3	PTAR de Deer Island	3,000,000	E.E.U.U
4	PTAR de Bailonggang	2.8,000,000	China
5	PTAR de Stickney	2.6,000,000	E.E.U.U

Fuente: Elaboración propia

Según La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016), la producción de agua tratada en la PTAR Taboada más grande del Perú oscila entre 14 y 20.3 m³/s. Esta entidad también nos muestra la producción de aguas residuales y la capacidad de tratamiento en las 25 regiones del país. Las regiones con los más altos volúmenes de agua tratada son: La Libertad tiene una producción de 1800 L/s, Piura que produce 1300 L/s, Lambayeque con 2200 L/s, Ica con 950 L/s y Arequipa con una producción de 1200 L/s. En la figura N°1, se muestra la producción de agua tratada y capacidad en 25 regiones del Perú.

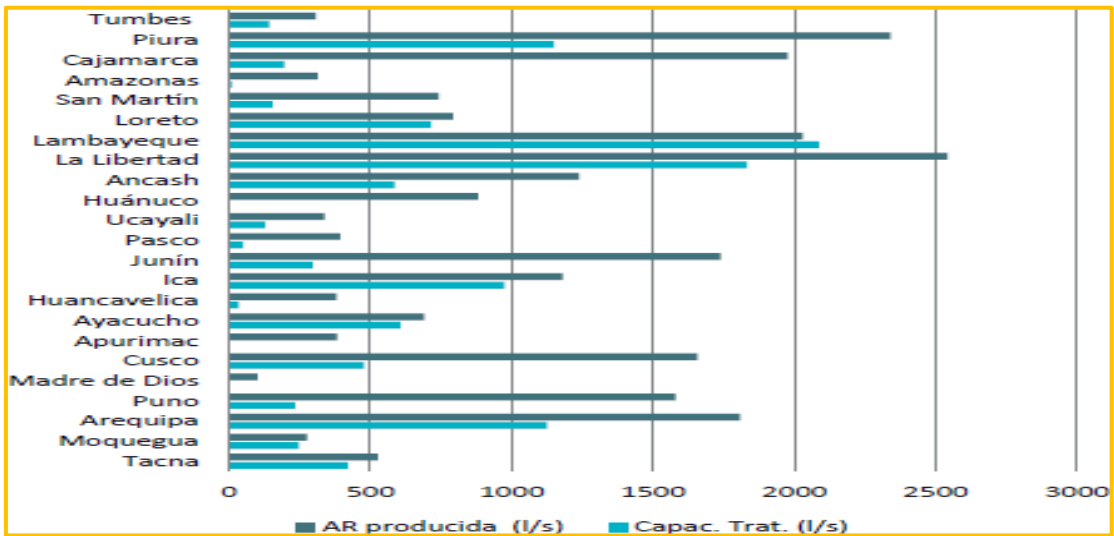


Figura N° 1: Producción de aguas residuales y su capacidad de tratamiento
Fuente: Autoridad Nacional del Agua(ANA).

En su investigación, Lizana (2018), comenta que la baja productividad en las plantas de tratamiento de agua ocasiona pérdidas económicas, vulnerabilidad poblacional y perjudica el medio ambiente. También menciona que para mejorar la productividad se debe contar con herramientas de calidad, empleando como alternativas el mantenimiento preventivo, el TPM y RCM.

La planta de tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura está diseñada para realizar una captación de 30 litros por segundo, con capacidad de producción de 2590 metros cúbicos de agua tratada por día, para abastecer a una población de aproximadamente 17,000 personas. Las productividades de la planta están en el orden del 53,16%; sus causas eran las frecuentes fallas de los equipos que participan en el proceso afectando, de forma negativa a la comunidad universitaria, la salud ocasionando pérdidas económicas en dicha casa de estudios. La planta de tratamiento de agua tiene como objetivo que su productividad esté en un promedio mínimo trimestral de 80%.

Para realizar el análisis de la baja productividad se contó con la información de los operadores de las máquinas, personal de mantenimiento y el encargado del proceso. Mediante la técnica de la tormenta de ideas se logró establecer las causas que derivaron al problema.

Respecto al detalle de identificación de la problemática y su solución se ha seguido la secuencia siguiente que se resume en el anexo nº 1, que muestra el diagrama de Ishikawa. Este sirvió para elaborar la matriz de correlación que se presenta en el anexo nº 2, y con ello se estableció las puntuaciones para elaborar la tabulación de datos mostrada en el anexo nº3. En la mencionada figura se muestra la frecuencia de las causas, el porcentaje relativo y el porcentaje absoluto. Partiendo de esta información se elabora el grafico de Pareto que se muestra en el anexo nº4. Analizando el diagrama 80 – 20, se observa que 20% de las causas representa el 80 % de los problemas de la baja productividad. Las causas mencionadas se representaron en el cuadro de estratificación para determinar en cuál de las áreas se encontró la mayor incidencia de las causas, planteada en el anexo nº5. En la mencionada figura se observa el cuadro de estratificación donde representa el área de mantenimiento con mayor puntaje de incidencias. Estos datos lo graficamos en el diagrama de estratificación que presentamos en el anexo nº6. En el gráfico mencionado anteriormente se observa que las mayores incidencias de causas están asociadas en el departamento de mantenimiento. Con los resultados alcanzados se realizó la tabla de alternativas de solución considerando las propuestas que nos ayuden a disminuir la problemática de la empresa. En el anexo nº7, se observan las alternativas de solución. Para la realización de la tabla de alternativas se contó con el soporte del jefe de mantenimiento y se establecieron los siguientes criterios: para no favorable (0), favorable (1), muy favorable (2), y el valor (3) para excelente. Con el resultado obtenido se eligió el plan de mantenimiento preventivo, con un valor de 11 puntos a favor, esta metodología nos ayudó a reducir el índice de fallas y mejorar la productividad. Estos resultados se contrastan en la tabla de priorización de causas que muestra que la mayor incidencia es en el área de mantenimiento, anexo nº8.

Respecto la problemática expuesta se formularon la pregunta general y las específicas, fueron las siguientes:

¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021? Y las específicas son:

¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora

la eficiencia de la planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021?

¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021?

Con relación a la justificación práctica de La investigación, Valderrama (2013, pág. 123). Señala que busca la solución a los problemas. En la investigación propuesta requiere que, a través de la teoría y conceptos básicos en mantenimiento realiza mejoras en los activos para aumentar la productividad.

Con respecto a la Justificación económica, la implementación de la mejora utilizó eficientemente sus recursos, logrando disminuir los costos en la producción, costos de servicio de terceros, ahorro de consumo de energía, ahorro en costo de horas hombres.

En lo que es la justificación social, Ñaupas. Et al (2014, pág. 283). Se refiere a la contribución de la solución de los problemas donde la sociedad o pequeños grupos son afectados. Esta implementación fue viable porque contribuyó con la educación de los alumnos, mejor ambiente de trabajo y la conservación de la salud de dicha casa de estudios.

Como alternativa de solución para contrarrestar esta situación, se implementó la mejora logrando la optimización de los activos, mejoras de la productividad del proceso del tratamiento de agua, logrando los objetivos y metas en dicha casa de estudios.

El objetivo general se planteó de la siguiente manera: Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.

Los objetivos específicos fueron los siguientes: Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de la

planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021, Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia de la planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.

Se formuló la hipótesis general de la siguiente manera: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.

Las Hipótesis específicas propuestas fueron: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.

En el anexo 09 se resume la matriz de consistencia.

II. MARCO TEÓRICO

Con relación a las investigaciones previas tenemos lo siguiente: La investigación de Carrasco (2017) se propuso como objetivo incrementar la productividad, en el proceso de envasado de talcos realizando la implementación del mantenimiento preventivo. Se apoyó en el diseño cuasi experimental, de tipo aplicada, la población y muestra de la producción de talcos se eligió a la máquina Nalbach durante un lapso de 16 semanas iniciales y 16 después de la implementación. La data obtenida se analizó en el programa de SPSS. Los hallazgos alcanzados con esta implementación fue el 97.5% de incremento de las dimensiones de eficacia y eficiencia y en consecuencia se logró incrementar la productividad en un 97%, entonces se concluyó que se obtuvo una ganancia de 8% de horas de productos disponibles para satisfacer a nuestros clientes y cumplir con las metas asignadas. El investigador realizó el aporte práctico porque a través de sus conocimientos ejecuto acciones en la maquina Nalbach para mejorar su funcionamiento garantizando su operatividad continua.

La investigación de Chuquimbalqui (2018). Propuso como objetivo aumentar la productividad en una empresa metal-mecánica. Su estudio fue de enfoque cuantitativo con un diseño pre experimental, aplicó la técnica de la observación y se apoyó en instrumentos como los registros y fichas de la producción. Después de la implementación logró como resultados un aumento en la productividad de 21%, eficiencia 14% y eficacia de 12%. Conclusión: demostrando así que posteriormente de la implementación de mejora aumento la productividad de su empresa. El investigador contribuye con el aporte práctico porque ejecutó acciones en las máquinas electro soldadas utilizando sus conocimientos y experiencia.

En su investigación Calderón, H y Cárdenas, Saúl. (2019). Se planteó mejorar la productividad, en la producción de cables eléctricos. Su diseño fue no experimental, su enfoque fue de tipo aplicada, como población realizó el estudio a 06 máquinas. Como técnica utilizada, la observación directa y como instrumento utilizó el formato de ciclo de vida de los equipos. Como resultado de la implementación en la eficiencia incremento de 0.73 a 0.93 y eficacia incremento de 0.75 a 0.94 lo que

generó un aumento en la productividad de 0.55 a 0.87. con estos resultados se concluyó y certifica que la implementación de mejora logró conseguir sus objetivos. El aporte del investigador se basa en fundamentos teóricos de mantenimiento para analizar las 06 máquinas de extrusión.

En su investigación Rodríguez (2017). Propuso el objetivo de mejorar la productividad utilizando indicadores como mantenibilidad, disponibilidad y seguridad. Utilizó la investigación aplicada, enfoque cuantitativo, se apoyó en el diseño longitudinal/pre-experimental, la muestra fue por conveniencia en un periodo de 28 días y para analizar los datos usó la herramienta de office Excel 2015. Como resultado logrado se determinó que la productividad mejoró en 34% ósea hablamos de un 74% de productividad logrando alcanzar los objetivos deseados. Conclusión: con la aplicación de mejora se logró cumplir sus objetivos. El aporte del investigador fue práctico porque realizó capacitaciones en el personal técnico y ejecutó acciones de mantenimiento en las máquinas de impresión.

El desarrollo de la investigación de Roque Y Bornaz (2019). Se propuso incrementar la productividad, de una empresa de calzado; la investigación fue del diseño cuasi experimental, aplicó la técnica de la observación en campo, se apoyó en los instrumentos que fueron la data de la producción. Después de la implementación. obtuvo como resultados óptimos en la eficiencia de 82.88 a 95.1, eficacia de 96.70 a 98.51 y esto dio como resultado que la productividad aumente de 80.15 a 93.70. Como conclusión confirmó que la aplicación de mejora aumenta satisfactoriamente la productividad de su organización. El investigador contribuye con el aporte práctico porque ejecutó acciones en las 35 máquinas de calzado en base a su experiencia y conocimientos.

En su investigación García (2018) Su objetivo fue acrecentar la productividad en la fabricación de esquineros. Ejecutó el estudio aplicada, su diseño fue pre-experimental, tuvo como muestra la producción de esquineras, empleó la técnica de la observación de campo. Posteriormente a su implementación de mejora obtuvo como resultado que la eficacia aumento de 71% a 82%, la eficiencia de 82% a 91.3% y con ello logro mejorar la productividad de 60.5% a 76%. Concluyendo que

la implementación tuvo gran relevancia en la productividad. El aporte del investigador fue práctico porque a través de la herramienta de ingeniería ejecutó acciones de mantenimiento en las 07 máquinas de fabricación de esquineros de papel.

En su investigación Córdova (2018) Su objetivo fue incrementar la productividad que se evidencian en las dimensiones de eficacia y eficiencia en la producción, la investigación fue aplicada, la población de estudio que se utilizó fue la producción de polos durante 25 días en el área de costura, su diseño fue experimental. Como resultado final fue 85% de incremento de la productividad, anteriormente cuando no se aplicaba dicho plan su productividad era de 62%, con esto concluyó y se demostró que aumentó la productividad de la empresa. El investigador contribuye con el aporte práctico porque realizó acciones en las 10 máquinas de ensamblaje de polos en base a sus conocimientos y experiencia.

En su investigación Tarazona (2017) Tiene como objetivo principal mejorar la productividad, a través de sus dimensiones eficacia y eficiencia, de la segunda variable en sus dimensiones de efectividad, disponibilidad y calidad. Su diseño fue cuasi experimental, de tipo aplicada, la población y la muestra utilizada fueron los fardos de la producción realizada en 30 días. Se aplicó la técnica de la observación y análisis estadístico el SPSS. Como resultado obtuvo un incremento de 0.83 a 0.86 en la productividad, la eficiencia de 0.86 a 0.88 y la eficacia de 0.96 a 0.980.05. Concluyendo que con la implementación el proceso mejora la productividad del proceso de embolsado. El investigador contribuye con el aporte práctico en la realización de instructivos para la ejecución de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso de embolsado.

En su investigación Matillas (2019). Se propuso acrecentar la productividad en la fabricación de ladrillos, la investigación fue cuantitativa, tipo aplicada y su diseño fue cuasi-experimental. Su población fue la producción de ladrillos, los instrumentos empleados fueron las fichas de control de eficacia y eficiencia. Con la implementación desarrollada aumentó de 84% a 96% la eficacia y 86 % a 96.6% la eficiencia. Con estos resultados se incrementó la productividad de 73% a 93%.

Obteniendo un incremento de 19.60% más. Conclusión: la empresa incrementó su producción con la implementación de la mejora. El investigador contribuye con el aporte práctico porque ejecuta acciones en las 18 máquinas del proceso de fabricación de ladrillos aplicando sus conocimientos y experiencia.

En su investigación Bances (2017). Tuvo como meta acrecentar la productividad en la fábrica de carretillas, como población de estudio fue la cantidad del mantenimiento de máquinas, su investigación fue aplicada, su diseño fue cuasi experimental, como técnica aplicada empleo la observación y el instrumento fue las fichas de fallas de las carretillas. Desarrollando el plan de mantenimiento preventivo se observó que el resultado de la productividad incrementó en un 24%. Las máquinas que tenían 0 mantenimiento ahora cuentan con 67% de mantenimiento preventivo, en conclusión, esta implementación mejoró la productividad. El investigador contribuye con el aporte práctico porque utiliza formatos de donde se detallan los mantenimientos realizados a las 20 máquinas que participan en la fabricación de carretillas.

En su investigación Ángeles Y Baldeón (2019) Se planteó mejorar la productividad en una empresa de servicios mineros. Su estudio fue tipo aplicada, apoyándose en el diseño pre-experimental, la muestra fue 60 días de producción, aplico la técnica de la observación y como instrumentos la ficha de control de producción. Los resultados obtenidos después de la mejora fue un incremento considerable de la producción de 70% a 85.8%, debido a que la eficiencia y eficacia aumentaron de 79.7% a 94.8% y 87.8% a 90.4% respectivamente. Se concluyó que la herramienta aplicada consiguió acrecentar la productividad de dicha empresa. El investigador contribuye con el aporte práctico porque realiza y ejecuta acciones de mantenimiento en las 06 máquinas de producción de piezas.

En su investigación Bernaola (2018) Su objetivo fue el aumento de la productividad en el área de cocina. La investigación fue aplicada. se apoyó en el diseño pre-experimental, la técnica utilizada fue la observación y como instrumento utilizó la ficha de producción. Finalmente, los resultados obtenidos posteriormente a la implementación de mejora se observó un aumento considerable de la variable de

dependiente, la eficacia incrementó de 82% a 85%, la eficiencia de 85% a 88.5% y la productividad de 70% a 75%. Conclusión: con lo cual demuestra el impacto favorable después de la implementación. El investigador contribuye con el aporte práctico realizando un muestreo censal para registrar las fallas de los equipos que intervienen en el área de cocina.

Las teorías respecto al mantenimiento que fueron empleadas tomaron como referencia a los siguientes autores.

Para Mora (2009 pág. 56), el mantenimiento, son todas las acciones técnicas y administrativas asociadas y combinadas destinadas a mantener un ítem o reponer a una condición que pueda ejecutar una función requerida. Esta función a la que se da concesión de un control constante de los equipos e instalaciones, también al conjunto de los trabajos de revisión y reparación que se necesita para certificar el funcionamiento y buena forma de conservación de los activos o instalaciones. También se refiere al mantenimiento preventivo es el método más utilizado para programación y planificación.

Según Raouf (2000 pág. 68) define el mantenimiento preventivo como todo tipo de acciones o actividades que se ejecutan antes que suceda una falla evitando que ocurra, minimizar sus defectos, limitar su desarrollo, disminuir o evitar el deterioro. Posee un tema que generalmente está articulado en una pauta, lista de chequeos o lista de trabajos. Normalmente la actividad está programada.

Según Mora (2009 pág. 425) refiere al plan de mantenimiento preventivo, tener ciertos criterios para elaborar, se mencionan los siguientes procedimientos y etapas: fortalecimiento, evolución, experiencias, opiniones de expertos, documentos, evaluación, distribución de acciones y actividades.

Se debe diseñar el documento de los equipos y máquinas de acuerdo a las recomendaciones dadas por el usuario entre ellos está: método, fabricación y mantenimiento. La condición del diseño se debe tener en cuenta: los informes técnicos de la máquina, lo que nos ayudará para utilizar en el mantenimiento de los

activos (máquinas o equipos) que serán estudiados etapa por etapa. El mantenimiento, los métodos, datos técnicos y la fabricación es la información requerida para el mantenimiento del activo a estudiar. Todo el procedimiento se debe realizar secuencialmente.

Duffua (2005, pág. 36) En la planeación metodológica del mantenimiento preventivo se debe tener presente el siguiente procedimiento:

- Se debe tener presente el historial de fallas y reparaciones, esto será de gran ayuda para iniciar con tu plan de mantenimiento.
- Realizar una lista de equipos y sistemas que forman parte de tu proceso, luego se clasificaron de acuerdo al tipo o modelo del activo (máquina).
- Se debe diferenciar los equipos críticos y no críticos para priorizar el mantenimiento, todo esto se logra con la identificación de los equipos que sean factibles.
- Designar al personal responsable que llevará a cabo el mantenimiento preventivo, estos deben estar capacitados para realizar dicho mantenimiento.
- Tener acceso a los manuales y fichas técnicas de los equipos, es necesario para saber cuáles son las especificaciones técnicas del fabricante.
- Realizar una lista de requerimientos que sean necesarios para reparar los equipos, se considera el apoyo de los operarios, expertos y la experiencia adquirida.
- Crear las tareas de mantenimiento y ejecutarlas, se debe designar fecha, nombre del responsable, tiempo estimado de reparación, etc.
- Se debe revisar, analizar la información del plan, esto para hacer ajustes si fuera necesario y saber si se está cumpliendo con los objetivos trazados. El plan de mantenimiento preventivo tiene como dimensión a la disponibilidad y confiabilidad.

Según Pistarelli (2010 pág. 21) define a la disponibilidad de operación como la capacidad de un sistema de estar en una fase de realizar una función requerida en condiciones dadas, en el momento requerido; presumiendo que está asegurada la provisión de los medios externos necesarios. La disponibilidad nos dice como punto de vista que lo importante es que el sistema actúe correctamente en el momento en que se necesite. También califica como una medida adimensional que concierne a la proporción del tiempo de buena función y operatividad del sistema sobre el

tiempo total que este necesariamente debería de funcionar.

Según Mora (2009 pág. 104) define a la confiabilidad como la capacidad de un sistema de realizar y efectuar la función para la cual fue creado en condiciones establecidas durante un intervalo de tiempo desde el punto de vista de la confiabilidad. El énfasis está puesto en garantizar la continuidad del funcionamiento del sistema. Utilizando la tasa de fallas esto sería una medida adecuada y precisa para medir el índice de confiabilidad en el sistema. Como soporte a la confiabilidad es la mantenibilidad.

Según Raouf (2000 pág. 123) considera que la mantenibilidad como la capacidad de un sistema de ser restablecido o mantenido en un tiempo establecido a su funcionamiento normal cuando las operaciones de mantenimiento se ejecutan con los medios establecidos y siguiendo un programa predeterminado. La mantenibilidad desde su perspectiva menciona que el énfasis está puesto en el análisis de desarrollo del funcionamiento de un sistema, todo esto con el objetivo de definir los procedimientos de reparación y programas preventivos, restringiendo a los medios físicos disponibles y a las actitudes del personal. Una medida de la mantenibilidad es el MTTR, que es el tiempo medio de reparación. Todos estos factores que intervienen no ayudarán a mejorar la productividad

Según Deming, (1989 pág.145) define que la productividad relaciona productos e insumos, en esta definición sostiene como insumos el trabajo, siendo el total de horas laboradas en el sector privado, midiendo áreas y los niveles salariales. También agrega que la productividad como el cumplimiento y la realización de las actividades en el momento justo, de tal manera que no se perjudique la secuencia del trabajo. También se dice que es reducir tiempos y procesos, estableciendo como capacidad de producción por unidad de trabajo. La productividad se plantea en función de la producción, expresa que una relación que da como resultado la proporción entre la cantidad de recursos usados en un proceso productivo conjuntamente con la cantidad de productos terminados, podemos decir que la productividad no necesariamente se basa en el rendimiento porque consiguientemente se presume como aumento de productividad.

El progreso de la productividad da como resultado el mejoramiento de la producción. Mediante esa manera se logrará aumentar la producción sin utilizar demasiados recursos en la fabricación de los diferentes insumos. Esto llega a determinar como la cantidad de producción de una unidad de servicio o producto por insumo de cada factor usado por unidad de tiempo.

Para Gutiérrez (2010, pág.21). La productividad se obtiene del resultado de eficiencia por la eficacia. Se plantea de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

Donde:

Eficiencia: mide el tiempo

Eficacia: mide la salida del producto

De acuerdo con Pérez (2007). La eficacia está definida como el cumplimiento de objetivos trazados mediante un plan, también tiene la capacidad de conseguir el efecto deseado mediante la ejecución de una acción, midiendo el impacto de resultados en el logro de metas y objetivos de las empresas. También manifiesta que es el logro de las metas con la mínima cantidad de recursos. Se representa por la siguiente fórmula:

$$E1 = \frac{PR}{PP} * 100$$

Donde:

PR: Producción real

PP: Producción planificada

Para López (2008). La eficiencia básicamente se refiere a utilizar los medios disponibles para llegar a cumplir con los objetivos y metas, se refiere a la capacidad de alcanzar el objetivo planteado y establecido en un tiempo mínimo posible

utilizando el menor recurso posible.

Se logra alcanzar la mejor eficiencia obteniendo los máximos resultados con muy pocos recursos, se realiza la medición con el elemento tiempo, esfuerzos, la calidad de producto y el capital. en base a la gestión de procesos, con la utilización de las herramientas que esta proporciona. Es la acción producción o fuerza, capacidad de conseguir algo para lograr el efecto determinado de una empresa. La eficiencia está representada por la siguiente fórmula:

$$E2 = \frac{HHu}{HHp} * 100$$

Donde:

HHu: Horas utilizadas

HHp: Horas programadas

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de Investigación

Por su finalidad: aplicada

Para Quintana (2008), la investigación aplicada propone pautas para obtener mejoras en los productos y procesos, mejorando la productividad y la calidad. Comprende acciones que tiene como objetivo principal aplicar conocimientos nuevos que se ejecutan en los procesos. La investigación que se desarrolló fue aplicada porque con los conocimientos respectivos al mantenimiento preventivo nos encaminamos para solucionar el problema de la baja productividad en la planta de tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura.

Por su enfoque: cuantitativo

Para Hernández (2010, pág. 4). Comenta que con la recolección de la data prueba la hipótesis en base al análisis estadístico y a la medición numérica, estableciendo patrones de comportamientos. Su enfoque fue cuantitativo porque nos apoyamos en la recolección de datos que se midieron y compararon (pre test – post test).

Por su nivel: Explicativo

Monjaras, et al. (2019). Pretende descubrir las causas de los problemas, explicar el porqué del suceso y explicar los efectos de la variable estudiada. La investigación es de nivel explicativo porque se dio respuestas de los hechos que ocasionaron la mala productividad, mostrando las características de las variables y sus dimensiones.

Diseño de la investigación:

Para Valderrama, (2014 pág. 176) define que la investigación pre-experimental realiza acciones en la variable independiente, para posteriormente observar los cambios de la variable dependiente. En este caso se realizarán medidas en pre y post test en la ejecución del plan de mejora.

El diseño pre-experimental no asigna en forma aleatoria a los grupos o sujetos. En trabajo de investigación se aplicará este diseño, entonces se trabajó con la

producción de agua tratada durante 12 semanas. El grupo “o” esquema establecido será representado de la siguiente forma: GE: O₁ X₁ O₂

Términos:

GE= Grupo de experimento, agrupado por las diferentes producciones de agua tratada.

O₁= Medición pre test de la variable dependiente.

O₂= Medición post test de la variable dependiente.

X₁= Manipulación de la variable independiente.

Por su alcance: Longitudinal

Para Gómez (2006). Es un estudio de datos estadísticos que investiga a un grupo de personas o sujetos en un tiempo determinado.

Es longitudinal porque nos permitió observar los cambios en la población en el transcurso del tiempo, realizándose dos mediciones de la variable dependiente.

3.2 variables y Operacionalización

Para la presente investigación se identificaron las siguientes variables: mantenimiento preventivo (variable independiente) y productividad (variable dependiente). La tabla de operacionalización se muestra en el Anexo N°10.

Variable independiente

Tiene influencia en la variable dependiente, porque no depende de otra variable, dentro de la hipótesis. Ñaupas (2015, pág.258).

Mantenimiento preventivo

Para Knezevic, (1996, pág. 53). El Mantenimiento Preventivo es la forma de prever para disminuir las fallas, es reparar con anticipación los activos. Una forma importante es realizar las actividades de inspección de rutina para la conservación de los activos o máquinas. Con esto se previene y detecta las probables fallas que se pudieran presentar en el tiempo.

Dimensiones de la variable independiente

Disponibilidad

Es definida como la probabilidad que un activo esté en un estado óptimo para realizar una determinada función en un tiempo determinado, logrando obtener los recursos necesarios. (ISO 14224,2016, pág.210).

Se mide de la siguiente manera:

$$D = \frac{(T_p - T_r)}{T_p} * 100$$

T_p : tiempo programado de operación

T_r : tiempo de parada por reparación

Confiabilidad

Según Acuña (2003, pág,16). Comenta que un equipo o máquina logre una función específica requerida por un usuario. También se refiere a disminuir al máximo la probabilidad de falla del activo.

Se mide de la siguiente manera:

$$C(t) = e^{-\lambda t}$$

T : Tiempo de operación

λ : Número de fallas

$e= 2.303$

Variable dependiente

Es el fenómeno que se estudia, aquel que en la hipótesis representa el efecto o la consecuencia. Ñaupas (2015, pág. 258).

Productividad

Según Loera, Espinoza, Enríquez y Rodríguez (2013, pág. 948). Es la cantidad de producción de una unidad de producto o servicio por insumos utilizados en una unidad de tiempo. Esto relaciona a la cantidad de recursos empleados con la cantidad de producción lograda. Uno de los factores que atribuyen al aumento de la actividad es la tecnología.

Dimensiones de la variable independiente

Eficacia

Según Fernández (1997, pág.69). Comenta que es la capacidad de lograr la meta que se plantea, alcanzando el resultado planificado. Se busca cumplir con la producción programada en una jornada laboral determinada.

se mide con la siguiente fórmula:

$$E1 = \frac{PR}{PP} * 100$$

PR: Producción real

PP: producción planificada

Eficiencia

Según Chiavenato (2004, pág.24) Detalla cómo la relación entre beneficios y costos, utiliza los recursos tratando de evitar el mal uso, se refiere a realizar los recursos de forma óptima. También evalúa la cantidad de horas empleadas para ejecutar labores.

se mide con la siguiente fórmula:

$$E2 = \frac{HHu}{HHp} * 100$$

HHu: Horas hombre utilizadas

HHp: Horas hombre programadas

3.3. Población y muestra

Behar Daniel (2008, pág.52). Define como población al conjunto finito o infinito de animales, personas y objetos, que particularmente presentan características similares. La población fue la producción (lts/ seg) del proceso de tratamiento de agua.

unidad de análisis

Se refiere a las personas, objetos o fenómenos con características similares situados en el mismo ámbito determinado. Se utilizará para medir las variables. (ÑAUPAS, 2015, p. 326). Para la investigación, la unidad de estudio fue el volumen de agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura.

Criterio de inclusión; se consideró los horarios de producción del proceso de agua tratada en la jornada laboral de lunes a sábado de 06:00 am a 03:00 pm.

Criterio de exclusión: Se excluyeron los días domingos y feriados.

Muestra:

Pórtela (2016), sostiene que es una parte que representa la población y sus resultados pueden generalizarse a todos los elementos de la población. En este caso la muestra será la producción diaria de agua tratada durante 12 semanas entre los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre 2020 (pre test) y el mes de Marzo, Abril y Mayo 2021 (post test).

Muestreo

El muestreo fue no probabilístico – por conveniencia

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos

Según Ramírez, (2008, p. 10) se refiere a los recursos que se utilizan para obtener la información. Estos pueden ser: la entrevista, el cuestionario, las encuestas y la observación. La técnica utilizada fue la observación, que recolectó la data de la producción considerando la eficacia y eficiencia. Con respecto a la técnica que se

utilizó para medir el mantenimiento preventivo fue la observación que recolecto la data del funcionamiento de las máquinas, fichas de registro de fallas de los equipos, el análisis documental.

Para esta investigación se utilizó como instrumento la observación, estas son: la ficha de registro de productividad, eficiencia y eficacia obtenidas de los reportes que se muestra a diario en el proceso de tratamiento de agua.

Validez

“De forma genérica, la validez del instrumento indica al grado que un instrumento mide la variable que desea medir” (Hernández Sampieri, y otros, 2010 pág. 201). En el anexo 4 se adjunta La constancia de validación de instrumentos.

Para realizar la validez de los instrumentos anteriormente mencionados se hizo por juicio de expertos contando con el apoyo de 03 profesionales de la carrera de ingeniería industrial. Estos señores que a través de sus observaciones y opiniones permitirán la validez de los instrumentos.

Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento se basa cuando las mediciones realizadas no presentan un grado de variación. La confiabilidad del instrumento merece confianza y fe porque al aplicarse en condiciones similares los hallazgos siempre serán los mismos. (Ñaupas,2015. pág.277).

3.5. Procedimientos

Refiere a la planificación que se procederá de cómo emplear los instrumentos para identificar, procesar, recolectar y analizar la data obtenida en la investigación. (RIOS, 2017, p. 106). Para esta investigación, el procedimiento se ejecutó en 3 etapas y fue el siguiente.

Primera etapa: Identificación del problema

En esta etapa se inició empleando diferentes herramientas de calidad, lo cual nos ayudó a determinar las prioridades del proyecto. Con la tormenta de ideas se realizó el Diagrama de Ishikawa teniendo por objetivo determinar las principales causas

relacionadas a la baja productividad, que después se tabularon en el orden de mayor a menor frecuencia y finalmente se graficó en el Diagrama de Pareto. Se elaboró la matriz de priorización, que determinó como mejor alternativa de solución: El plan de mantenimiento preventivo.

Segunda etapa: Recolección y procesamiento de datos

En esta etapa se recolectó la data pre test, se implementó el plan de mejora, en este caso el mantenimiento preventivo y se levantó la data post test para mostrar los resultados de mejora en la productividad.

Con ayuda del software SPSS V24, se logró comprobar la hipótesis planteada en resultados de escala de razón o proporción.

Tercera etapa: Discusión y conclusiones

Se culminó con la discusión de los hallazgos, que fueron contrastados con los resultados previos a la investigación, por último, se elaboraron las conclusiones y recomendaciones respectivas de la investigación.

Desarrollo de la propuesta

Situación actual

La Universidad Nacional de Piura, está localizada en Piura-Urb. Miraflores s/n, Castilla – Piura A.P. 295, teniendo como referencia la tienda comercial Open Plaza. Fue fundada el 03 de marzo de 1961, con el nombre de Universidad Técnica de Piura. Actualmente cuenta con 14 facultades, fue licenciada en el año 2019.

Aspectos Estratégicos

MISIÓN

La misión de la Universidad de Piura es brindar una educación de calidad, impulsando a la investigación científica y tecnológica para formar profesionales capaces de transformar y llegar a mejorar la sociedad con responsabilidad social, humanística y favoreciendo a la formación integral de sus alumnos y al desarrollo de la región y del país.

VISIÓN

La visión de la Universidad Nacional de Piura es llegar hacer en el año 2021 una institución educativa acreditada nacional e internacional, poseerá fuertes vínculos con empresas, alta responsabilidad social, tener importantes conexiones con la cooperación técnica internacional, con referente desarrollo humanístico, tecnológico y científico. También consolidarse como la institución educativa que fortalece el desarrollo de la región Piura.

Valores

La Universidad Nacional de Piura resalta los valores de Justicia, honestidad, responsabilidad, compromiso y perseverancia.

Estructura Orgánica

La universidad nacional de Piura es organizada teniendo como ejes principales la asamblea universitaria y el consejo universitario, se muestra en el Anexo N° 11.

Descripción del área de mantenimiento

El área de mantenimiento de acuerdo con el organigrama se encuentra en la oficina central de ingeniería y desarrollo de infraestructura. El área está conformada por el jefe de mantenimiento, 01 supervisor, 02 técnico mecánico, 01 soldador, 03 electricistas, 02 gasfiteros, 02 pintores y 01 albañil.

Descripción de proceso de tratamiento de agua

El proceso de tratamiento de agua consta de 8 etapas, el proceso inicia con la captación de agua, luego es almacenado en un reservorio de 1150 m³, donde se dosifica el sulfato de cobre para la eliminación de algas, continúa con la etapa de floculación donde se dosifica el sulfato de aluminio para la formación de flóculos, que es la concentración de microorganismos. Luego en la decantación que está conformado por mantas de vinilonas extrayendo las partículas de flóculos más pequeños, luego continúa la etapa de filtrado que está conformado por arena, piedras y grava, en la etapa de pre almacenamiento se dosifica el hipoclorito de sodio para que finalmente se almacene en la cúpula y pueda distribuirse en toda la Universidad. En el Anexo N° 12 se indica el diagrama de operaciones del proceso.

DATA PRE TEST

variable dependiente

En este apartado, se muestra la data de productividad pre test de la variable dependiente que encontramos sin contar con la ejecución del plan. Esta data está comprendida a un lapso de 12 semanas antes de la propuesta de implementación. Se efectuó el cálculo de la productividad mediante los resultados de eficiencia y eficacia.

Cálculo de la eficacia – pre test

Se efectuó la recolección de datos en el periodo de Octubre del 2020 a Diciembre del 2021. En el cálculo de la eficacia se consolidó de acuerdo a la meta de producción (L/S programadas) y la producción real (L/S producidas) del proceso de tratamiento. En la tabla N°2. se muestra la data pre- test de eficacia.

Tabla N° 2: Eficacia pre-test

Semana	Octubre-20 Eficacia%	Semana	Noviembre-20 Eficacia%	Semana	Diciembre-20 Eficacia%
1	71.00	5	74.00	9	71.00
2	76.00	6	75.00	10	64.00
3	73.00	7	77.00	11	67.00
4	68.00	8	76.00	12	68.00

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mencionado se muestran los resultados de las 12 semanas trabajadas, obteniendo como más baja la semana 10 con 64% y la más alta fue la semana 07 con 77%. siendo un índice menor en comparación con la meta establecida. Estos resultados se reflejan en la figura N°2.

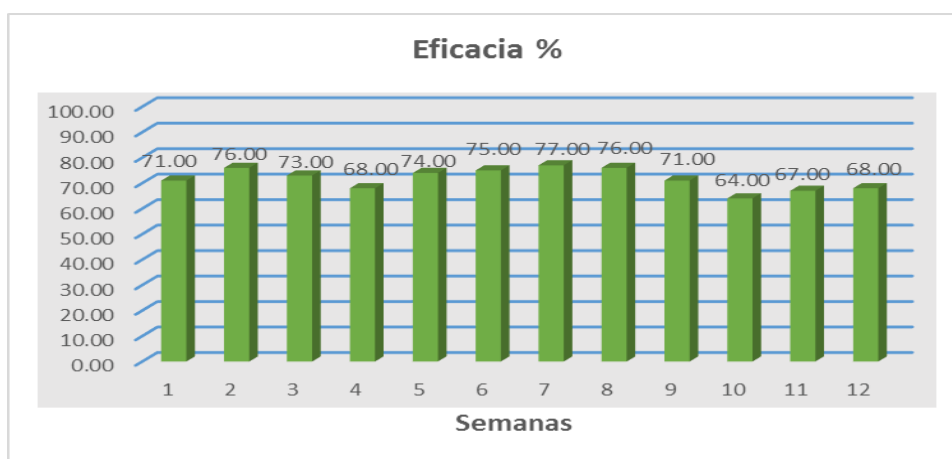


Figura N° 2: Gráfico de eficacia pre-test

Fuente: Elaboración propia.

La figura mostrada se observa el comportamiento de la eficacia durante las 12 semanas de los meses que comprenden de Octubre a Diciembre. En el Anexo N° 13, se muestran los datos recolectados de eficacia.

Cálculo de la eficiencia – pre test

Se realizó la toma de datos de los meses de Octubre del 2020 a Diciembre del 2021. En el cálculo de la eficiencia se consolidó las horas máquinas programadas y las horas máquina operativas del proceso de tratamiento. En la tabla N° 3. se muestra la data pre- test de eficiencia.

Tabla N° 3: Eficiencia pre-test

Semana	Octubre-20 Eficiencia%	Semana	Noviembre-20 Eficiencia%	Semana	Diciembre-20 Eficiencia%
1	73.06	5	77.00	9	73.00
2	81.13	6	76.00	10	66.00
3	75.27	7	79.00	11	68.00
4	70.85	8	78.00	12	70.00

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mencionado se muestran los valores de las 12 semanas trabajadas,

obteniendo como más baja la semana 10 con 66% y la más alta fue la semana 07 con 79%. siendo un índice menor en comparación con la meta establecida. Estos resultados se reflejan en la figura N°3.



Figura N° 3: Grafico de eficiencia pre-test
Fuente: Elaboración propia.

La figura mostrada se observa los valores de la eficiencia durante las 12 semanas de los meses que comprenden de Octubre, Noviembre y Diciembre. En el Anexo N° 14 se muestran los datos recolectados de eficiencia.

Con la información recolectada y la data mostrada de la eficiencia y eficacia se realiza la tabla de productividad sin plan de mantenimiento – pre test.

Tabla N° 4: Productividad pre-test

Semana	Octubre-20 Productividad%	Semana	Noviembre-20 Productividad%	Semana	Diciembre-20 Productividad%
1	51.87	5	56.98	9	51.83
2	61.66	6	57.00	10	42.24
3	54.95	7	60.83	11	45.56
4	48.18	8	59.28	12	47.60

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mencionado refleja los resultados en la productividad de las 12 semanas trabajadas, obteniendo como más baja la semana 10 con 42.24% y la más alta fue la semana 07 con 60.83%. siendo un índice menor en comparación con la meta establecida. Estos resultados se reflejan en la figura N° 4.

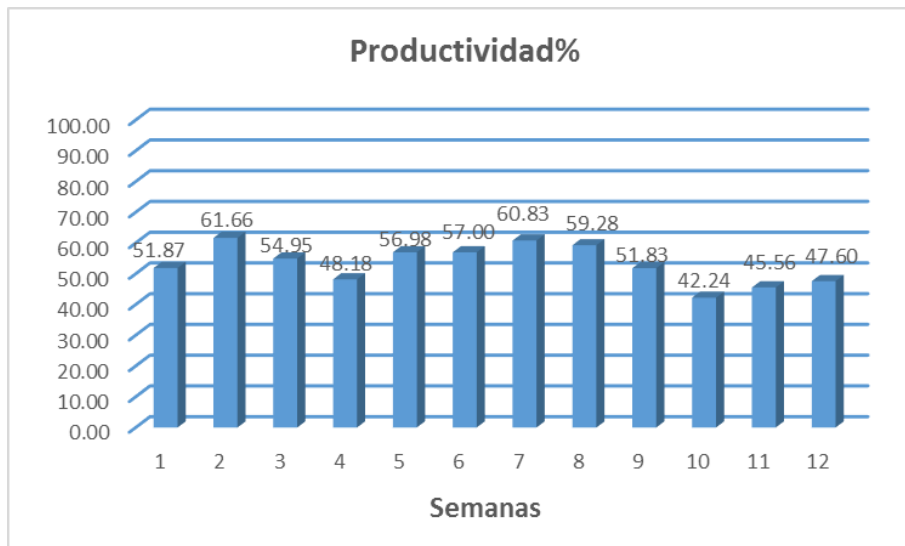


Figura N° 4 Grafico de productividad pre-test

Fuente: Elaboración propia.

La figura mostrada se observa los resultados de la productividad durante las 12 semanas de los meses que comprenden de Octubre a Diciembre.

Data pre test de la variable independiente.

Disponibilidad

Se recolectó la data del tiempo programado y el tiempo de reparación de los equipos, luego se reemplazó en la fórmula y se encontró la disponibilidad en las 12 semanas trabajadas que comprende los meses de Octubre hasta Diciembre del 2020. etapa de pre-test.

Fórmula de Disponibilidad

$$D = \frac{(Tp - Tr)}{Tp} * 100$$

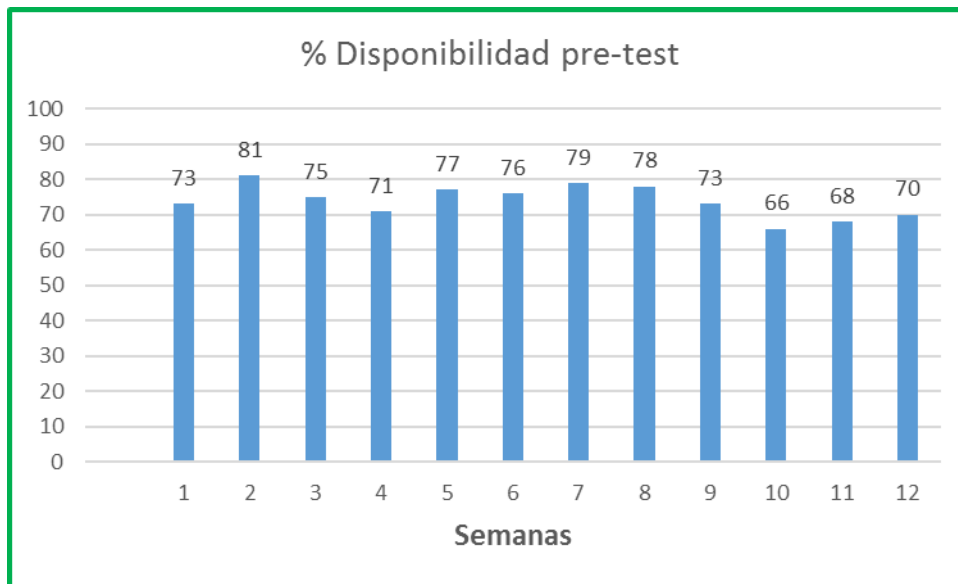


Figura N° 5: Grafico de disponibilidad pre-test
Fuente: Elaboración propia.

En la figura mostrada se observa los valores de la disponibilidad durante las 12 semanas de los meses que comprenden de Octubre a Diciembre.

Confiabilidad

Pre test de confiabilidad, se evaluaron de acuerdo al tiempo de operación de los activos y el número total de fallas. Estos datos se reemplazaron en la fórmula y se encontró la confiabilidad en los meses de Octubre hasta Diciembre del 2020. Etapa de pre-test.

Fórmula de Confiabilidad.

$$C(t) = e^{-\lambda t}$$

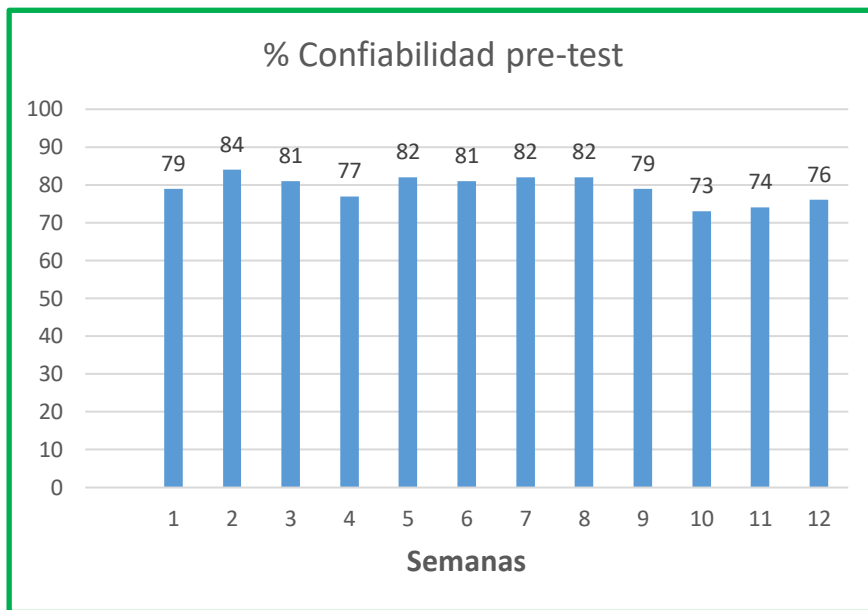


Figura N° 6: Grafico de confiabilidad pre-test
Fuente: Elaboración propia.

La figura mostrada se observa el comportamiento de la confiabilidad durante las 12 semanas de los meses que comprenden de Octubre a Diciembre.

La propuesta de mejora

En este estudio ejecutó la implementación del plan de mantenimiento preventivo, esta solución se identificó con ayuda de varias herramientas de calidad, empleando la tormenta de ideas para realizar el Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz de correlación y tabla de alternativas de solución. El diagrama de GANTT (figura 7), donde se observa el tiempo de la implementación de la propuesta.

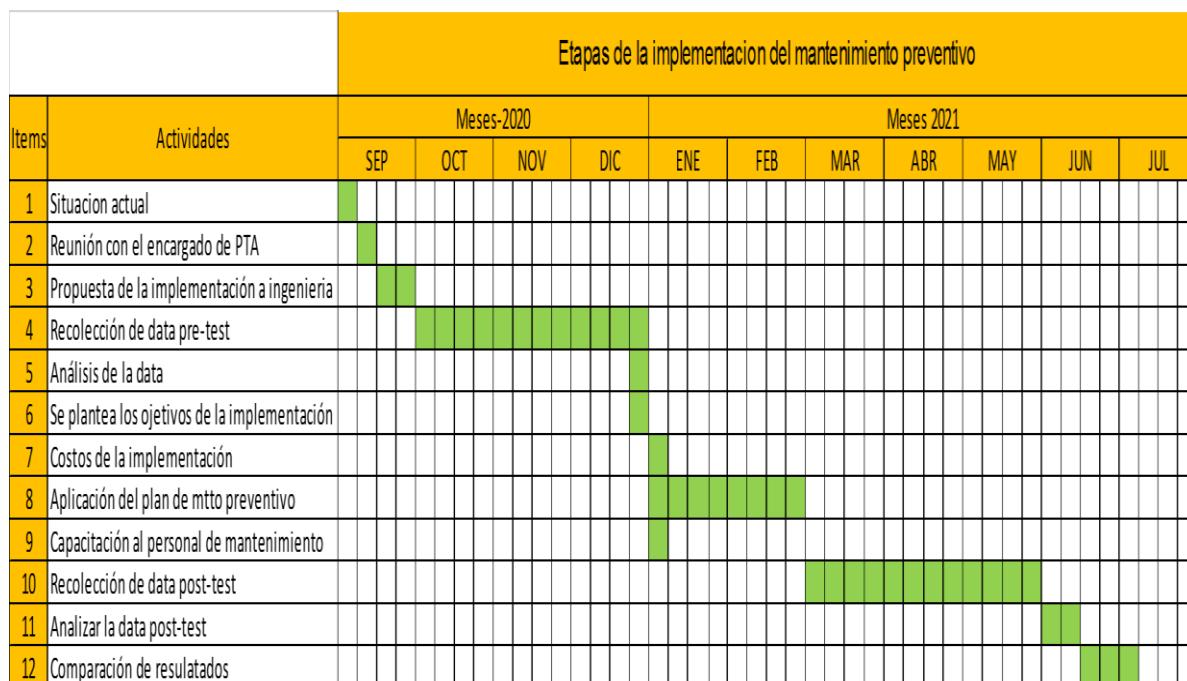


Figura N° 7: Diagrama de GANTT
Fuente: Elaboración Propia.

Costo de implementación de la propuesta

Para establecer el costo de la implementación se ha considerado 4 ítems que se muestran en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5: Costos de la implementación de la propuesta

ítems	Descripción	Costo S/.
1	Consultoría por la aplicación	5,000.00
2	Formatos de mantenimiento	750.00
3	Computadora de escritorio	2,000.00
4	Herramientas del taller	1,000.00
5	Costo de mantto de propuesta (Mes 10%)	875.00
TOTAL		9,625.00

Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo de la propuesta de mejora

La ejecución del plan es elaborado en la planta de tratamiento de agua de la universidad de Piura, es ejecutado por actividades y protocolos para cada equipo que intervienen en el proceso.

Objetivo:

- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos.
- controlar, evaluar y monitorear las actividades de mantenimiento.

Alcance

El desarrollo del plan de mantenimiento preventivo 2021, alcanza al departamento de producción de la planta de tratamiento de agua de la U.N.P, con la intervención del supervisor, personal de mantenimiento y operarios. Esta implementación es aplicada a todos los activos o máquinas de la línea de producción.

Proceso de la gestión del mantenimiento preventivo

En este proceso se consideró distintas fases que tienen como objetivo la ejecución eficiente de todas las articulaciones que abarca el plan de mantenimiento.

Entre ellas tenemos:

- programación y planificación del mantenimiento preventivo.
- Desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo.
- Controlar y evaluar los resultados.

Pasos del desarrollo del plan de mantenimiento preventivo

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se realizaron los siguientes pasos.

1. Capacitación del personal.
2. Empadronamiento de equipos.
3. Codificar los equipos/máquinas.
4. Implementación de formatos de mantenimiento.
5. Programación de las actividades de mantenimiento.
6. Realización de las tareas de mantenimiento.

7. Control, evaluación del mantenimiento preventivo.

1. Capacitación del personal

En este apartado se inicia capacitando al personal involucrado en el proceso de tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura, para poder dar inicio al desarrollo del plan de mantenimiento. En la figura 8, se visualiza la capacitación al personal.



Figura N° 8: Capacitación al personal

Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

La figura mostrada refleja la capacitación del personal involucrado en el proceso de tratamiento de agua, donde se trataron los siguientes temas:

- ✓ Procedimientos de la implementación de mejora.
- ✓ Certeza de funcionamiento de los equipos (anexo n°15)

En el anexo n°16, se muestra la lista de asistencia del personal involucrado.

2. Empadronamiento de máquinas/equipos

En el cuadro N°6, mostramos la lista de los activos que participan en el proceso de tratamiento de agua.

Tabla N° 6: Lista de equipos/máquinas

Ítems	Máquina/Equipos
-------	-----------------

1	Bomba autocebante
2	Mezcladora de químicos
3	Electrobomba de dosificación
4	Sedimentador
5	Floculadores
6	Tren de válvulas de maniobra
7	Filtro de arena 1
8	Filtro de arena 2
9	Filtro de arena 3
10	Filtro de arena 4
11	Filtro de arena 5
12	Reservorio de captación
13	Cúpula de almacenamiento
14	Electrobomba de alimentación

Fuente: Elaboración propia.

3. Codificación de equipos y máquinas

En esta etapa fue necesario codificar a los equipos para identificarlos, para poder tener una documentación técnica y en base a ello crear las órdenes de trabajos y mantenimiento.

Esta codificación debe tener letras o valores que identifiquen el nombre del equipo, ubicación la cantidad de existentes y nombre de la empresa de donde pertenecen.

En la tabla nº7. se muestra a continuación se describen los códigos.

Tabla Nº 7: Descripción de equipos

Código	Descripción	
UNP	Universidad Nacional de Piura	Empresa
PTA	planta de tratamiento de agua	
01	Área de captación	Áreas
02	Área de dosificación	
03	Área de desinfección	
04	Área de alimentación	
1 Y 2	Cantidad de existentes	Número existentes
3 Y 4	Cantidad de existentes	

Fuente: Elaboración propia.

Con el cuadro de descripción de códigos, después se realiza la codificación de los equipos de la planta de tratamiento de agua, mostrándose en la tabla nº8.

Tabla N° 8: Codificación de los equipos involucrados

Ítems	Máquina/Equipos	Códigos
1	Bomba autocebante	PTA01BA1UNP
2	Mezcladora de químicos	PTA02MQ1UNP
3	Electrobomba de dosificación	PTA02ED1UNP
4	Sedimentador	PTA03S1UNP
5	Floculadores	PTA03F1UNP
6	Tren de válvulas de maniobra	PTA03TV2UNP
7	Filtro de arena 1	PTA03FA1-4UNP
8	Filtro de arena 2	PTA03FA2-4UNP
9	Filtro de arena 3	PTA03FA3-4UNP
10	Filtro de arena 4	PTA03FA4-4UNP
11	Filtro de arena 5	PTA03FA5-4UNP
12	Reservorio de captación	PTA01RC1UNP
13	Cúpula de almacenamiento	PTA04CA1UNP
14	Electrobomba de alimentación	PTA04EA1-2UNP

Fuente: Elaboración propia.

4. Elaboración de formatos para el plan de mantenimiento preventivo

Se elaboraron los formatos que nos ayudaron en la planificación y ejecución del mantenimiento de los activos. Esta información que en primera instancia está documentada físicamente pasa a archivarse en forma virtual. Estos formatos son los siguientes:

- Hoja de vida.
- Ficha técnica.
- Ficha de mantenimiento preventivo.
- Ficha orden de trabajo
- Ficha para inspección diaria.

Estos formatos se pueden observar en el Anexo N° 17.

5. Programación de las tareas de mantenimiento.

En esta etapa con la ayuda del programa Excel se colocan las actividades que se realizarán en el mantenimiento preventivo de todos los equipos, respetando la fechas y tiempo de ejecución programadas. En el Anexo N° 18, se muestra la programación del mantenimiento de los equipos.

6. Ejecución de las actividades de mantenimiento

El personal técnico se encarga de ejecutar las acciones de mantenimiento de todos los activos en el tiempo programado, estas actividades son plasmadas en las fichas de las hojas de vida de las máquinas que se adjunta en el anexo nº19. A continuación, se muestran las evidencias de este apartado.



Figura Nº 9: Actividades de mantenimiento
Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

La figura mostrada anteriormente se constata el mantenimiento preventivo que se realiza a la electrobomba de dosificadora de químico y al motor agitador de la planta de tratamiento de agua.



Figura Nº 10: Ajuste de faja de transmisión y bridas de descarga
Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

En la figura anteriormente mostrada se observa el ajuste en el sistema de transmisión de la bomba de captación y al lado derecho se observa el ajuste a las bridas de las tuberías de descarga que envían el agua tratada al campus universitario.

Los trabajos son realizados a través de un O.T que se muestra en el anexo nº 20



Figura Nº 11: Ajuste de compuerta de pie de maniobra

Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

En la figura anteriormente mostrada se observa la realización del ajuste de la brida de la compuerta de pie de maniobra en la parte de los filtros de arena.



Figura Nº 12: inspección de equipos durante el proceso

Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

Como se muestra en las anteriores figuras, se puede observar las inspecciones realizadas en algunas partes del proceso de tratamiento de agua. Se observa la regulación de la descarga de agua hacia la segunda parte de proceso, también se observa el funcionamiento de las electrobombas de agua en el tablero eléctrico y el ingreso de agua en la cúpula de almacenamiento de agua tratada. En el anexo nº 21 se observa las hojas de inspección diaria.

7.Control, evaluación y mejora del mantenimiento preventivo.

La organización dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento del mantenimiento preventivo, por ejemplo, los indicadores de mantenimiento o KPIs permiten medir el rendimiento de los equipos, en este caso sería: la confiabilidad y disponibilidad. En la figura N°13, muestra el registro de las mejoras del mantenimiento preventivo.

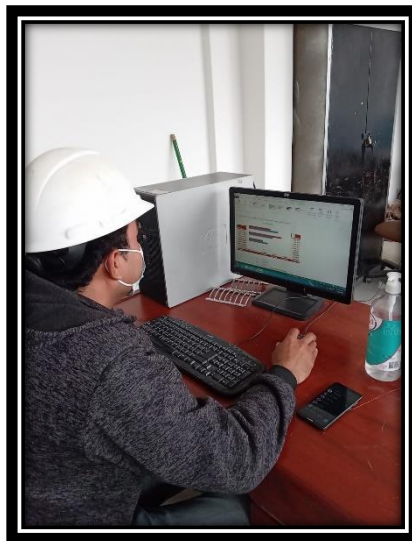


Figura N° 13: Control del mantenimiento preventivo

Fuente: Planta de tratamiento de agua – UNP.

En la figura mostrada se observa el registro de la información de los hallazgos después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Con el propósito de llevar el control y poder evaluar dicha implementación.

Resultados post test de la variable independiente

Confiabilidad pos-test.

Se recolectó la data de confiabilidad después de la implementación del mantenimiento preventivo en las 12 semanas trabajadas que corresponden a los meses de Marzo, Abril y Mayo del 2021. etapa de post-test. Esta data se logró insertar en la fórmula siguiente:

$$C(t) = e^{-\lambda t}$$

Los resultados se muestran en la Figura N° 14.

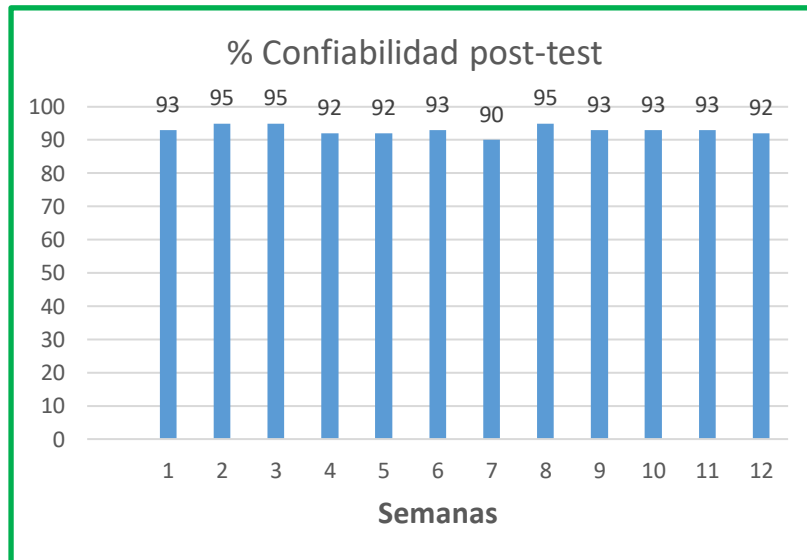


Figura N° 14: % Confiabilidad post-test
Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se muestra la mejora de la confiabilidad de los equipos durante la etapa post test comprendidos en los meses de Marzo, Abril y Mayo de 2021.

Disponibilidad post-test

Se recolectó la data de disponibilidad luego de la implementación del mantenimiento preventivo en las 12 semanas trabajadas que corresponden a los meses de Marzo, Abril y Mayo del 2021. etapa de post-test. Esta data se logró insertar en la fórmula siguiente:

$$D = \frac{(T_p - T_r)}{T_p} * 100$$

Los resultados se muestran en el Figura N° 15.

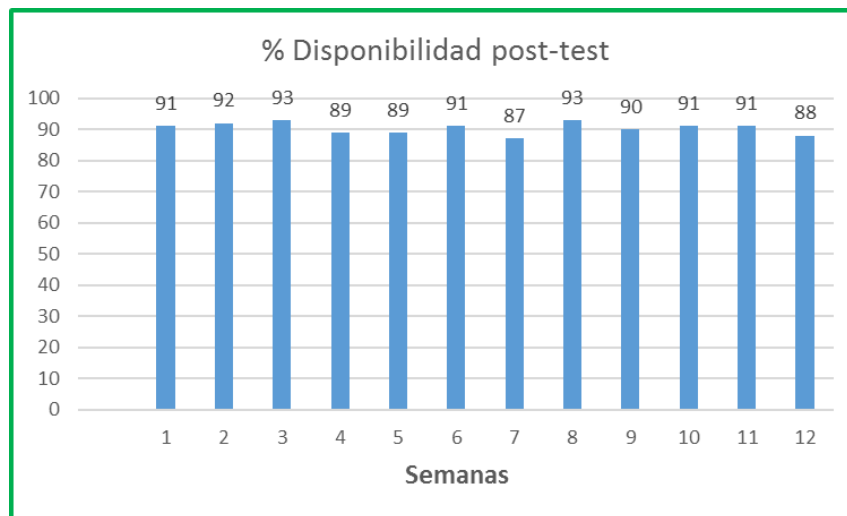


Figura N° 15: % Disponibilidad post-test
Fuente: Elaboración propia.

En esta figura se muestra la mejora de la disponibilidad de los equipos durante la etapa post-test comprendiendo los meses de Marzo, Abril y Mayo del 2021.

Resultados Post – test de la variable dependiente

Eficacia después

En este apartado se muestra la recolección de la data posterior a la implementación de las 12 semanas que comprenden los meses de Marzo, Abril y Mayo. En la tabla N° 9. Se muestra la eficacia.

Tabla N° 9: Eficacia post-test

Semana	Marzo-21	Semana	Abril-21	Semana	Mayo-21
	Eficacia%		Eficacia%		Eficacia%

1	88.00	5	86.00	9	88.00
2	89.00	6	89.00	10	88.00
3	91.00	7	85.00	11	89.00
4	86.00	8	91.00	12	86.00

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mencionado se refleja el aumento de la eficacia durante la etapa post-test comprendiendo los meses de Marzo, Abril y Mayo. Estos resultados se representan en la figura N° 16.

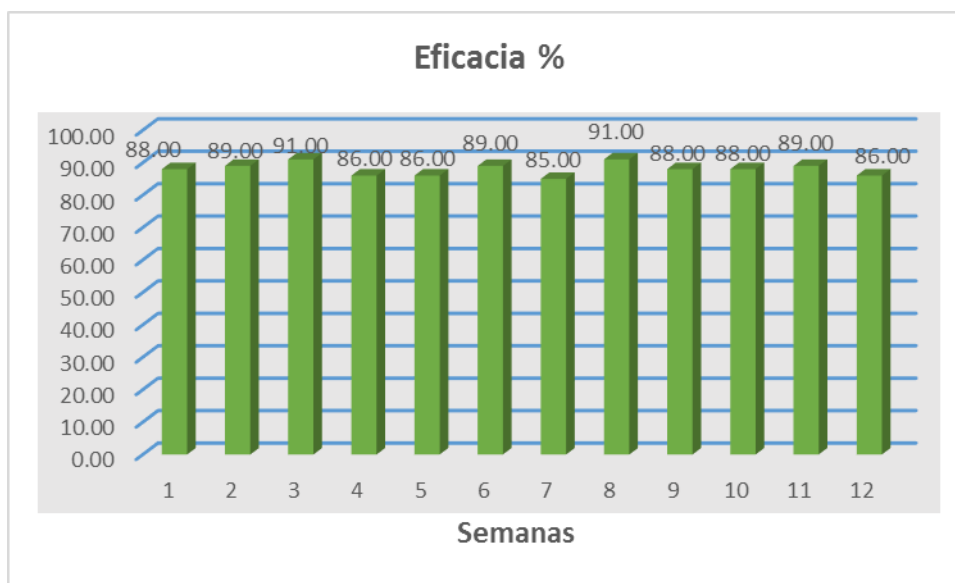


Figura N° 16: Eficacia post-test
Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica mostrada se observa la mejora de la eficacia posterior a la implementación del mantenimiento preventivo. Esta data fue recolectada de las 12 semanas trabajadas entre los meses comprendidos de Marzo a Mayo del 2021.

Eficiencia post-test

En este apartado se muestra la recolección de la data post-test de las 12 semanas que comprenden los meses de Marzo, Abril y Mayo. En la tabla N° 10. Se muestra la eficiencia.

Tabla N° 10: Eficiencia post-test

Semana	Marzo-21 Eficiencia%	Semana	Abril-21 Eficiencia%	Semana	Mayo-21 Eficiencia%
1	91.00	5	89.00	9	90.00
2	92.00	6	91.00	10	91.00
3	93.00	7	87.00	11	91.00
4	89.00	8	93.00	12	88.00

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mostrado anteriormente se muestra el aumento de la eficiencia durante la etapa post-test de los meses de Marzo, Abril y Mayo. Estos resultados se representan en la figura N° 17.

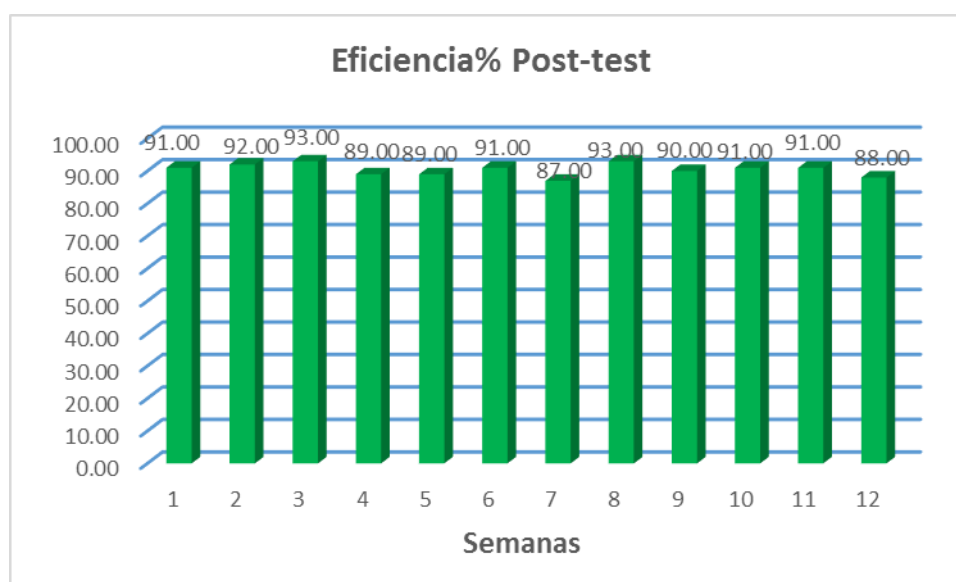


Figura N° 17: Gráfico de eficiencia post-test
Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica mostrada se observa el aumento de la eficiencia posterior a la implementación del mantenimiento preventivo. Esta data es recolectada de las 12 semanas trabajadas entre los meses de Marzo a Mayo del 2021.

Productividad post – test

Con los valores obtenidos de la data post-test de eficiencia y eficacia de las 12 semanas que comprenden los meses de Marzo a Mayo. Se procede a mostrar la productividad en la tabla nº11.

Tabla N° 11: Productividad post-test

Semana	Octubre-20 Productividad%	Semana	Noviembre-20 Productividad%	Semana	Diciembre-20 Productividad%
1	80.08	5	76.54	9	79.20
2	81.88	6	80.99	10	80.08
3	84.63	7	73.95	11	80.99
4	76.54	8	84.63	12	75.68

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mostrado anteriormente se muestra el aumento de la productividad durante la etapa post-test de los meses de Marzo, Abril y Mayo. Estos resultados se representan en la figura N° 18.

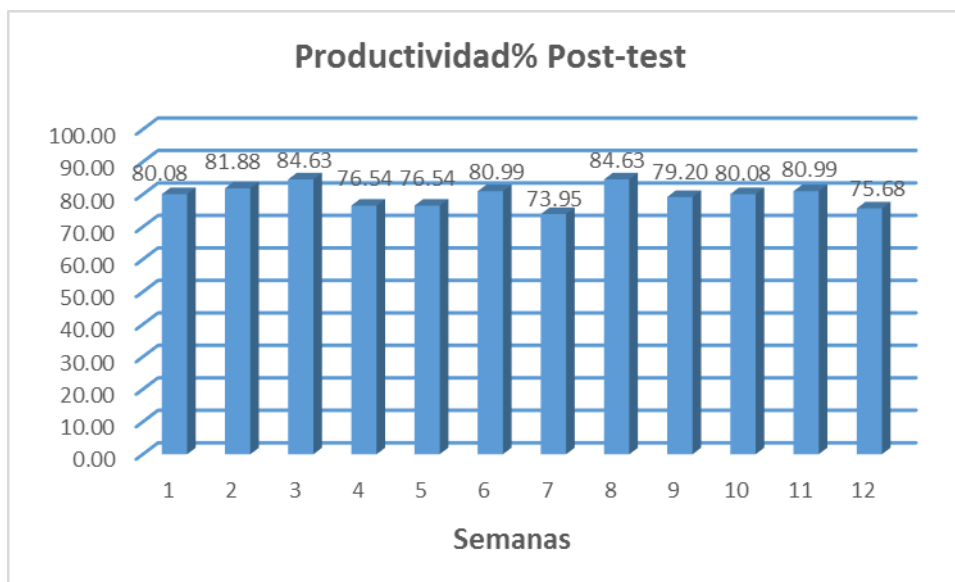


Figura N° 18: Gráfico de productividad post-test

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica mostrada se observa el aumento de la productividad posterior a la implementación del mantenimiento preventivo. Esta data es recolectada de las 12 semanas trabajadas entre los meses de Marzo a Mayo del 2021.

Comparación de la variable independiente

Disponibilidad

Con los resultados encontrados de la disponibilidad en la recolección de data pre test y post-test se realiza la comparación en el gráfico de líneas. En la figura N° 19 se muestra el porcentaje de disponibilidad antes y después.

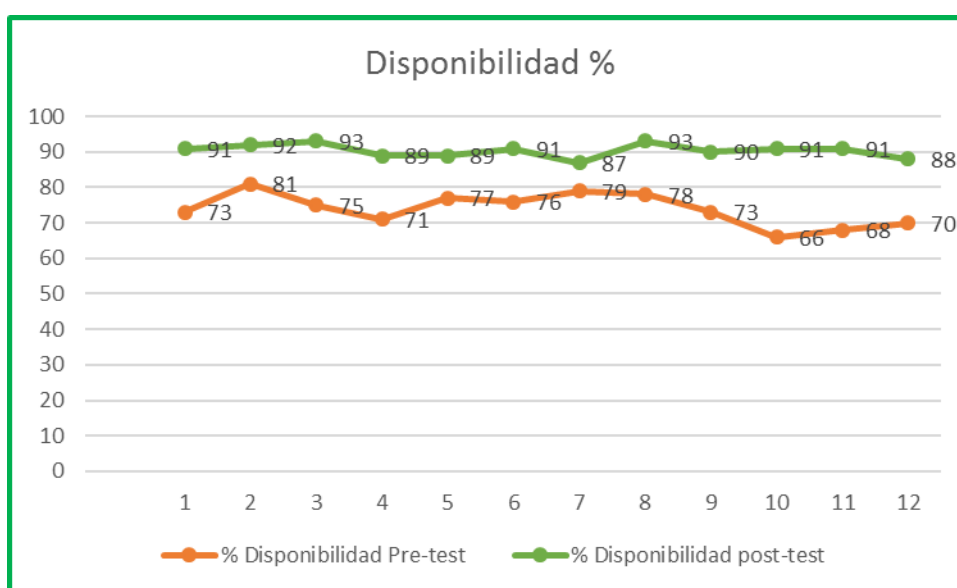


Figura N° 19: Gráfico de disponibilidad antes y después
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico mostrado anteriormente se refleja el aumento considerable de la disponibilidad de los activos después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Confiabilidad

Con los resultados encontrados de la confiabilidad en la recolección de la data pre test y post-test se realiza la comparación en el gráfico de líneas. En la figura N°20 se muestra el porcentaje de confiabilidad antes y después.

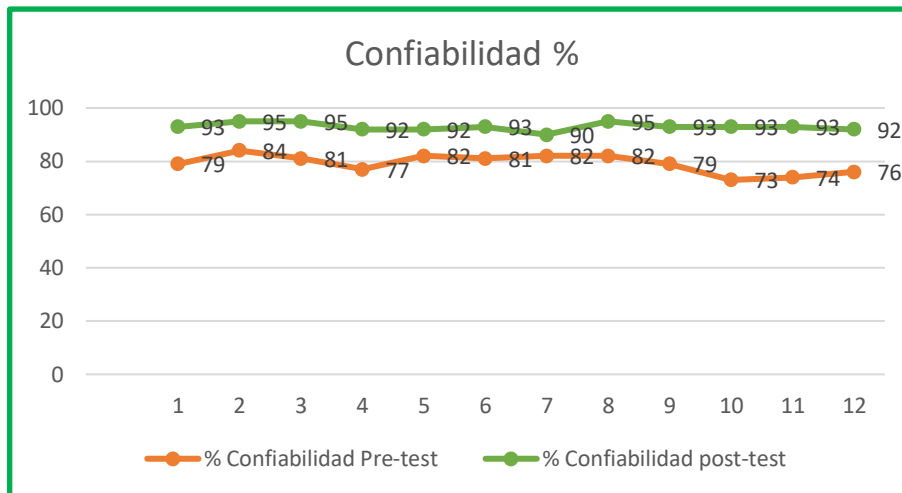


Figura N° 20: grafico de confiabilidad antes y después
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico mostrado anteriormente refleja la mejora considerable de la confiabilidad de los equipos después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Comparación de la variable dependiente.

Comparación de eficiencia

Con los resultados encontrados de la eficiencia en la recolección de la data inicial y posterior se realiza la comparación en el gráfico de líneas. En la figura N°21 se muestra el porcentaje de eficiencia pre y post-test.

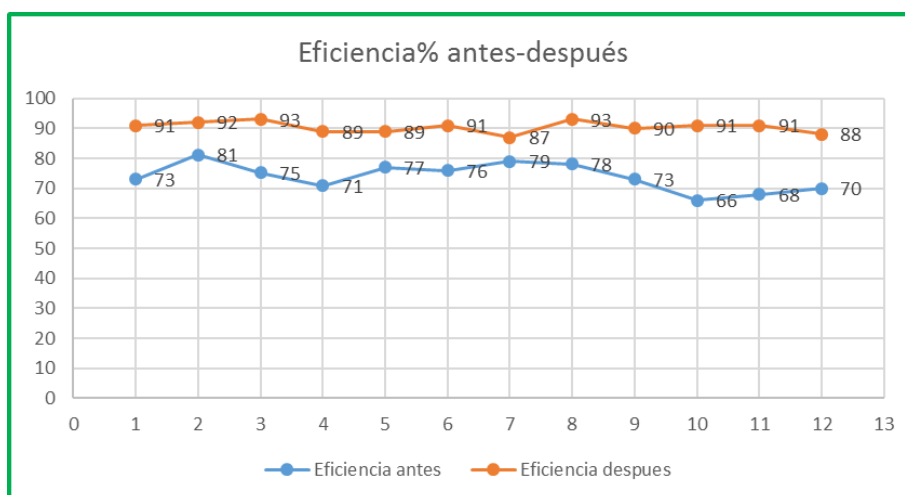


Figura N° 21: Eficiencia antes y después

Fuente: Elaboración propia.

La comparación del gráfico mostrado anteriormente se refleja el aumento considerable de la eficiencia en el proceso de tratamiento de agua posterior a la implementación del mantenimiento preventivo.

Comparación de eficacia

Los resultados encontrados de eficacia obtenida de la recolección de data inicial y posterior se realiza la comparación en el gráfico de líneas. En la figura N°22, se muestra el porcentaje de eficacia inicial y final.

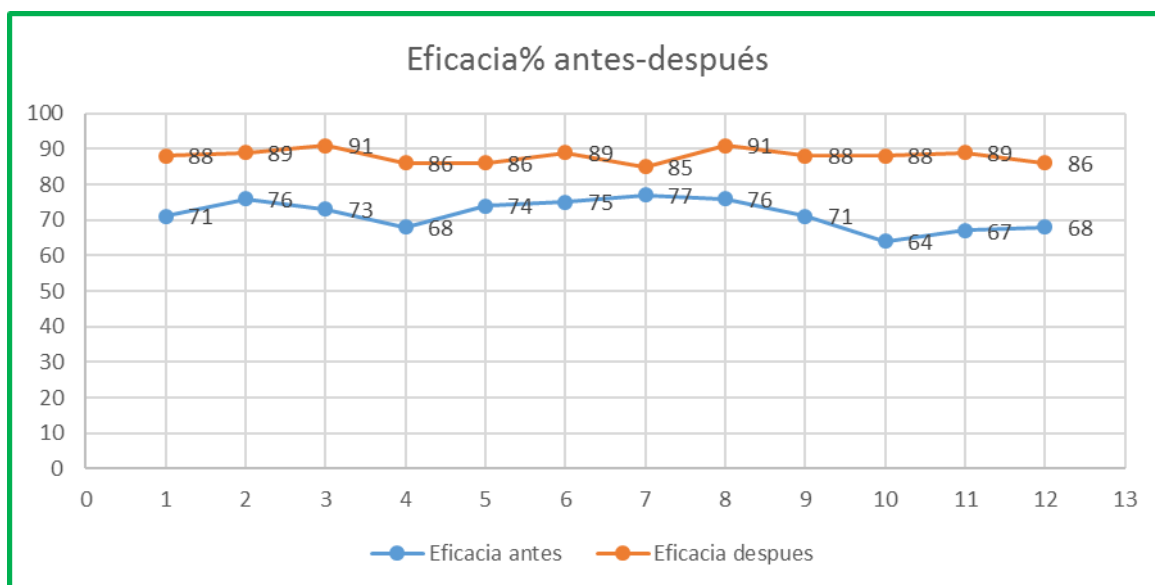


Figura N° 22: Eficacia antes y después
Fuente: elaboración propia.

En comparación del gráfico mostrado anteriormente se refleja el aumento considerable de la eficacia en el proceso de tratamiento de agua posterior a la implementación del mantenimiento preventivo.

Comparación de la productividad

Los resultados encontrados de la productividad en la recolección de data inicial y final, se realiza la comparación en el gráfico de líneas. En la figura N°23 se muestra el porcentaje de productividad antes y después.

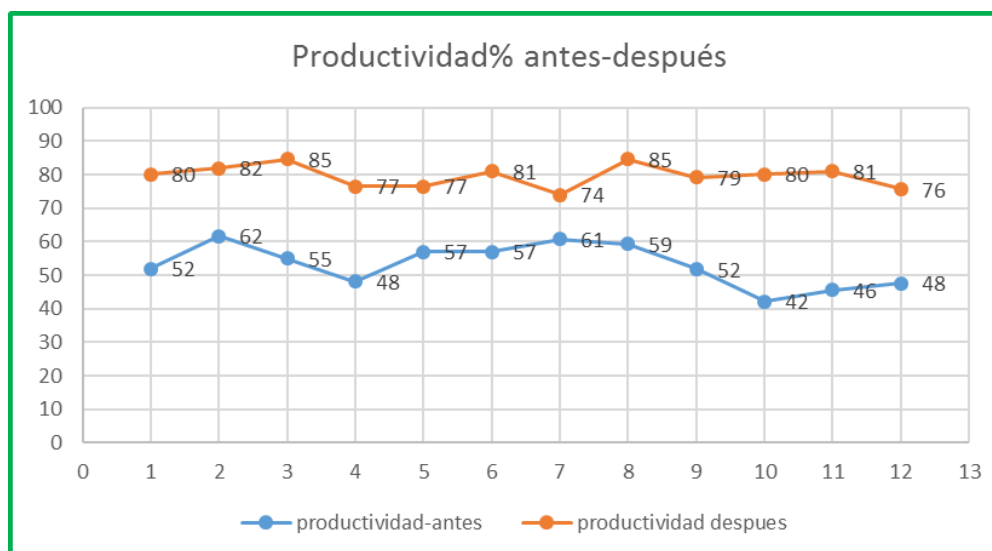


Figura N° 23: Productividad antes y después

Fuente: Elaboración propia.

La comparación del gráfico mostrado anteriormente refleja el aumento considerable de la productividad en el proceso de tratamiento de agua después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Análisis económico financiero (VAN TIR)

En este apartado se detalla el tiempo de recuperación de la inversión que se utilizó para la implementación del plan de mejora, para esto se consideró los costos no planificados durante el proceso de tratamiento de agua, los cuales se detalla en la tabla n° 12.

Tabla N° 12: Costos no planificados

Meses	Costo de mtto	Costo de químicos	Costo de H-Hombre	Total S/.
1	S/ 6,888.51	S/ 900.00	S/ 300.00	S/ 8,088.51
2	S/ 9,300.24	S/ 1,150.00	S/ 500.00	S/ 10,950.24
3	S/ 7,491.44	S/ 1,000.00	S/ 400.00	S/ 8,891.44
Total promedio				S/ 9,310.07

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro mostrado refleja el costo promedio no planificado durante el proceso de tratamiento de agua, que asciende a S/. 9,310.07. Este resultado nos ayudó a

calcular el VAR y el TIR y el costo beneficio, que se muestra en la tabla n° 13.

Tabla N° 13: Flujo efectivo

Meses	Inversión	Ingreso	Mov- Fondos	F. Actualizado
0	9,625.00		-9,625.00	-9,625.00
1		9,310.07	9,310.07	9,193.695
2		9,310.07	9,310.07	9,077.320
3		9,310.07	9,310.07	8,960.945
4		9,310.07	9,310.07	8,844.570
5		9,310.07	9,310.07	8,728.195
6		9,310.07	9,310.07	8,611.820
7		9,310.07	9,310.07	8,495.445
8		9,310.07	9,310.07	8,379.070
9		9,310.07	9,310.07	8,262.695
10		9,310.07	9,310.07	8,146.320
11		9,310.07	9,310.07	8,029.945
12		9,310.07	9,310.07	7,913.570
		111,720.84	102,095.84	93,017.75
Tasa de interés anual		15%		
Tasa de interés mensual		1.25%		
VAN		S/ 93,033.59		
TIR		94%		
B/C		1.1		

Fuente: Elaboracion propia.

El cuadro mostrado se observa los flujos efectivos de la propuesta de mejora, el cual nos muestra la viabilidad del proyecto.

El análisis muestra una validación actual neto de S/. 93,033.59, la tasa interna de retorno mayor a 1.25%, el costo beneficio es mayor a 1, confirmando el beneficio del proyecto ejecutado. La inversión del proyecto se recuperará en menos de 2 meses, generando un 10% de ganancia por cada sol invertido.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para el presente estudio, se hizo uso de tablas que muestran datos de la eficacia con eficiencia, antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Para el análisis de los datos estadísticos se utilizó el software SPSS-25. De acuerdo con los datos recolectados de la eficiencia y eficacia, que fueron la

cantidad de tiempo utilizada entre la cantidad de tiempo programada y producción de agua real sobre producción de agua planificada. Esta información se insertó en el software para formular y saber la productividad inicial, esto también se representó el porcentaje en una gráfica, histogramas, etc. Posteriormente a la implementación del plan de mantenimiento preventivo se realizó el mismo procedimiento para obtener el resultado final de la productividad. Con la ayuda del programa estadístico, se logró visualizar y comparar los resultados del inicio y el final de la implementación de mejora, logrando conocer el resultado de la hipótesis, donde se contrastó si se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

3.7. Aspectos éticos

Se respetó y cumplió con los principios morales individuales de acuerdo con la institución que fue formado el investigador del proyecto. Este reflejó y cumplió con su ética profesional, respetando las leyes y normas en el contexto de la investigación, no se divulgará la información porque es confidencial de la empresa y respetar el profesionalismo de los autores e investigadores. El autor mostró a flote la transparencia, la pasión y la ética en el presente informe de investigación.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo e inferencial (SPSS 25)

A) El análisis descriptivo

En este apartado se refleja el comportamiento de los datos mediante media de tendencia central. En la tabla nº14. Se observa el análisis descriptivo de eficiencia antes y después.

Tabla Nº 14: Análisis descriptivo de eficiencia antes y después

Descriptivos				
		Estadístico	Desv. Error	
Eficiencia pre-test	Media		73,84	1,342
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,89	
		Límite superior	76,79	
	Media recortada al 5%		73,88	
	Mediana		74,03	
	Varianza		21,597	
	Desv. Desviación		4,647	
	Mínimo		66	
	Máximo		81	
	Rango		15	
	Rango intercuartil		8	
	Asimetría		-,190	,637
	Curtosis		-,947	1,232
Eficiencia post-test	Media		90,42	,543
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	89,22	
		Límite superior	91,61	
	Media recortada al 5%		90,46	
	Mediana		91,00	
	Varianza		3,538	
	Desv. Desviación		1,881	
	Mínimo		87	
	Máximo		93	
	Rango		6	
	Rango intercuartil		3	
	Asimetría		-,336	,637
	Curtosis		-,580	1,232

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En la tabla mostrada se observa la variación de la eficiencia obteniendo un aumento de la media de post test en comparación del pre test. Estos valores son 73,84 y 90,42, observando un aumento de 17 puntos. Con respecto a la desviación se redujo de 4,64 a 1,88, los rangos mínimos aumentaron de 66 a 87 y el rango máximo de 81 a 93 y la varianza disminuyó de 21,59 a 3,53. Para continuar el análisis descriptivo de eficacia lo observamos en la tabla nº15.

Tabla N° 15: Análisis descriptivo de eficacia antes y después

Descriptivos				
		Estadístico	Desv. Error	
Eficacia pre-test	Media		71,67	1,208
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	69,01	
		Límite superior	74,33	
	Media recortada al 5%		71,80	
	Mediana		72,00	
	Varianza		17,515	
	Desv. Desviación		4,185	
	Mínimo		64	
	Máximo		77	
	Rango		13	
	Rango intercuartil		8	
	Asimetría		-,424	,637
	Curtosis		-,971	1,232
	Eficacia post-test	Media		88,00
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	86,76	
		Límite superior	89,24	
Media recortada al 5%		88,00		
Mediana		88,00		
Varianza		3,818		
Desv. Desviación		1,954		
Mínimo		85		
Máximo		91		
Rango		6		
Rango intercuartil		3		
Asimetría		,088	,637	
Curtosis		-,856	1,232	

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En la tabla mostrada se observa la variación de la eficiencia obteniendo un aumento de la media de post test en comparación del pre test. Estos valores son 71,67 y 88,00, observando un aumento de 16 puntos. Con respecto a la desviación se redujo de 4,18 a 1,95, los rangos mínimos aumentaron de 64 a 85 y el rango máximo de 77 a 91 y la varianza disminuyó de 17,51 a 3,81. Por último se realiza el análisis de productividad que se observa en la tabla n°16.

Tabla N° 16: Análisis descriptivo de la productividad antes y después

Descriptivos				
		Estadístico	Desv. Error	
Productividad pre-test	Media		53,17	1,820
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	49,16	
		Límite superior	57,17	
	Media recortada al 5%		53,30	
	Mediana		53,41	
	Varianza		39,748	
	Desv. Desviación		6,305	
	Mínimo		42	
	Máximo		62	
	Rango		19	
	Rango intercuartil		11	
	Asimetría		-,276	,637
	Curtosis		-1,074	1,232
	productividad post-test	Media		79,60
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	77,45	
		Límite superior	81,75	
Media recortada al 5%		79,63		
Mediana		80,08		
Varianza		11,482		
Desv. Desviación		3,389		
Mínimo		74		
Máximo		85		
Rango		11		
Rango intercuartil		5		
Asimetría		-,072	,637	
Curtosis		-,752	1,232	

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En la tabla mostrada se observa la variación de la productividad obteniendo un aumento de la media de post test en comparación del pre test. Estos valores son

53,17 y 79,60, observando un aumento de 26 puntos. Con respecto a la desviación se reduce de 6,30 a 3,38, los rangos mínimos aumentaron de 42 a 74 y el rango máximo de 62 a 85 y la varianza disminuyó de 39,64 a 11,48.

B) Análisis inferencial

El análisis inferencial nos ayudó para probar las hipótesis planteadas. Se asignó la prueba de normalidad para identificar si los datos son paramétricos o no paramétricos, se dice si la muestra es menor o igual a 30 se realizará la prueba de Shapiro Wilk y si son mayores a 30 se realizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Hipótesis específica de eficacia

Para realizar la prueba de normalidad de eficacia se tendrá la siguiente condición.

Norma o condición:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos tienen un comportamiento paramétrico.

En la tabla N°17, se muestra la prueba de normalidad de la eficacia inicial y final.

Tabla N° 17: Prueba de normalidad de eficacia de pre y post test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pre-test	,143	12	,200 [*]	,937	12	,460
Eficacia post-test	,180	12	,200 [*]	,921	12	,296
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Programa estadístico SPSS-25

En el cuadro mostrado se observa que las significancias de la eficacia inicial y final son mayores a 0.05. con estos resultados nos permiten saber que poseen comportamientos paramétricos, entonces se procederá a realizar el análisis con la prueba de T de Student para analizar la contrastación de hipótesis.

Constatación de hipótesis específica – eficacia

Hipótesis nula Ho: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficacia en la planta de tratamiento de agua.

Hipótesis alternativa: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la planta de tratamiento de agua.

Nos apoyamos en la siguiente condición:

Norma o condición:

Ho: $Ea \geq Ed$

Ha: $Ea < Ed$

En la tabla nº18. se muestra la contrastación de hipótesis de eficacia.

Tabla Nº 18: Contrastación de hipótesis - eficacia

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficacia pre-test	71,67	12	4,185	1,208
	Eficacia post-test	88,00	12	1,954	,564

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En el cuadro anterior quedó demostrado que la media de la eficacia aumentó de 71,67 a 88,00, entonces declaramos que la hipótesis alternativa rechaza la hipótesis nula.

Para certificar que el análisis fue correcto, se procedió a la evaluación mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación en la prueba de T de Student de la eficacia antes y después, para esto nos apoyaremos en la siguiente condición.

Norma o condición:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Esta información se muestra en la tabla nº19.

Tabla N° 19: Prueba de T de Student de eficacia inicial y final

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desvia ción	Desv. Error promedi o	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia pre-test - Eficacia post- test	-16,333	4,334	1,251	-19,087	-13,579	-13,053	11	,000

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

El cuadro mostrado verificó que la significancia de la prueba de T de Student, aplicada a la eficacia fue de ,000, con este resultado se declara que la hipótesis nula es rechazada aceptando la hipótesis alterna, refiriéndose que la implementación del plan de mantenimiento mejora la eficacia en la planta de tratamiento de agua.

Hipótesis específica de eficiencia

Para realizar la prueba de normalidad de eficiencia se tendrá la siguiente condición.

Norma o condición:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos tienen un comportamiento paramétrico.

En la tabla N°20, se muestra la prueba de normalidad de la eficiencia inicial y final.

Tabla N° 20: Prueba de normalidad de eficiencia inicial y final

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pre-test	,129	12	,200*	,972	12	,929
Eficiencia post-test	,205	12	,174	,944	12	,552

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En el cuadro mostrado se observa que las significancias de la eficiencia en pre y post test son mayores a 0.05. con estos resultados nos permiten saber que poseen comportamientos paramétricos, entonces se efectuara el análisis con la prueba de T de Student para realizar la contrastación de hipótesis.

Constatación de hipótesis específica – eficiencia

Hipótesis nula H_0 : la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia en la planta de tratamiento de agua.

Hipótesis alternativa: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la planta de tratamiento de agua.

Nos apoyamos en la siguiente condición:

Regla de decisión:

H_0 : $E1a \geq E1d$

H_a : $E1a < E1d$

En la tabla nº 21. se plantea la contrastación de hipótesis de eficiencia.

Tabla N° 21: Contrastación de hipótesis de eficiencia pre y post test

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Eficiencia pre-test	73,84	12	4,647	1,342
	Eficiencia post-test	90,42	12	1,881	,543

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En el cuadro anterior quedó demostrado que la media de la eficiencia aumentó de 73,84 a 90,42. entonces declaramos que la hipótesis alternativa rechaza la hipótesis nula.

Para confirmar que la evaluación fue correcta, se procedió al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación en la prueba de T de Student de la eficiencia antes y después, para esto nos apoyaremos en la siguiente condición.

Norma o condición:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Estos datos se muestran en la tabla nº22.

Tabla Nº 22: Prueba de T Student de eficiencia inicial y final

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia pre-test - Eficiencia post-test	-16,578	4,812	1,389	-19,636	-13,521	-11,934	11	,000

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

El cuadro mostrado se verificó que la significancia de la prueba de T de Student, aplicada a la eficiencia fue de ,000, con este resultado se declara que la hipótesis nula es rechazada reconociendo la hipótesis alterna, refiriéndose que la implementación del plan de mantenimiento mejora la eficiencia en la planta de tratamiento de agua.

Hipótesis general – Productividad

Para realizar la prueba de normalidad de productividad se tendrá la siguiente condición.

Norma o condición:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos tienen un comportamiento paramétrico.

En la tabla Nº23, se muestra la prueba de normalidad de la productividad inicial y final.

Tabla N° 23: Prueba de normalidad de productividad inicial y final

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pre-test	,144	12	,200*	,954	12	,691
productividad post-test	,150	12	,200*	,949	12	,622

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

En el cuadro mostrado se observa que las significancias de la productividad inicial y final son mayores a 0.05. con estos resultados nos permiten saber que poseen comportamientos paramétricos, entonces se procederá a realizar la evaluación con la prueba de T de Student para analizar la contrastación de hipótesis.

Constatación de hipótesis general de la Productividad

Hipótesis nula Ho: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo no mejora la productividad en la planta de tratamiento de agua.

Hipótesis alternativa: la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad en la planta de tratamiento de agua.

Nos apoyamos en la siguiente condición:

Norma o condición:

Ho: $P_a \geq P_d$

Ha: $P_a < P_d$

En la tabla n°24. se muestra la contrastación de hipótesis de productividad.

Tabla N° 24: Contrastación de hipótesis de productividad

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Productividad pre-test	53,16	12	6,305	1,820
	productividad post-test	79,60	12	3,389	,978

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

El cuadro anterior quedó comprobado que la media de la productividad aumentó de 53,16 a 79,60. entonces declaramos que la hipótesis alternativa rechaza la hipótesis nula.

Para certificar que el análisis fue evidente, se procedió a evaluar mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación en la prueba de T de Student de la productividad antes y después, para esto nos apoyaremos en la condición siguiente:

Norma o condición:

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $pvalor > 0.05$, se acepta la hipótesis nula.

Esta informacion se muestran en la tabla nº25.

Tabla Nº 25: Prueba de T Student de productividad antes y después

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desvia ción	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad pre-test - productividad post-test	-26,434	6,757	1,951	-30,728	-22,141	-13,551	11	,000

Fuente: Programa estadístico SPSS-25.

El cuadro mostrado se verificó que la significancia de la prueba de T de Student, aplicada a la productividad fue de ,000, con este resultado se declara que la hipótesis nula es rechazada reconociendo la hipótesis alterna, refiriéndose que la implementación del plan de mantenimiento mejora la productividad en la planta de tratamiento de agua.

V. DISCUSIÓN

El desarrollo del informe de investigación tuvo como finalidad demostrar que la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejoró la productividad. La variable dependiente, tuvo como dimensiones la eficiencia y eficacia. Con ayuda del programa SPSS-25, se logró demostrar el rechazo de la hipótesis nula y aceptó la hipótesis alternativa del autor.

Se demostró que, mediante la implementación del plan de mantenimiento preventivo, mejoró la productividad de 53% a 79%, logrando un incremento muy favorable de 26%. Se logró contrastar los resultados obtenidos con los estudios realizados por Matillas (2019). En su estudio, aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la producción de ladrillos en la empresa Cerámicos Piura S.A.C. Donde utilizó los mismos pilares logrando un incremento de 73% a 93%. Teniendo una diferencia favorable de 19.6% en la productividad.

También logramos demostrar que con la implementación de mejora se obtuvo resultados favorables de la primera dimensión “eficiencia”, mejorando de 73% a 90%, logrando un incremento muy favorable de 27%. Este ponderado se contrastó con los resultados obtenidos de los investigadores Calderón y Cárdenas (2019). En su estudio denominado Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la empresa Indeco. Donde a través de la herramienta de ingeniería logro un incremento de 0.73 a 0.93. teniendo una diferencia favorable de 20% en la eficiencia.

Finalmente logramos demostrar que la implementación de mejora se obtuvo resultados óptimos de la segunda dimensión “eficacia”, mejorando de 71% a 88%, logrando un resultado favorable de 17%. Este ponderado se contrastó con los resultados obtenidos de García (2018). En su estudio denominado Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la fabricación de esquineros de papel. Donde a través de la herramienta de ingeniería logro incrementar de 71% a 825. Teniendo una diferencia favorable de 11% en eficacia.

VI. CONCLUSIONES

1. Conclusión General: la implementación del plan de mantenimiento preventivo por medio de sus dimensiones de confiabilidad y disponibilidad, mejoró la productividad de 53% a 79% en el proceso de tratamiento de agua en la planta de tratamiento de la Universidad Nacional de Piura. Logrando un aumento considerable de 26%. Con este resultado se cumple con el objetivo general planteado por el investigador.
2. Conclusión específica 1: la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia. Finalmente, se decretó que con la implementación de mejora se incrementó la eficiencia de 73% a 93% en el proceso de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura. Logrando un aumento favorable del 20%. Con este resultado se cumple con el primer objetivo específico planteado por el investigador.
3. Conclusión específica 2: la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia. Se concluyó que con la implementación de mejora se incrementó la eficacia de 71% a 88% en el proceso de tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura. Logrando un aumento favorable del 17%. Finalmente, con este resultado se cumple con el segundo objetivo específico planteado por el investigador.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la gerencia apoyar con los recursos imprescindibles para la ejecución de las labores de mantenimiento preventivo, como herramientas, instrumentos, equipos, repuestos y personal.
2. Se recomienda cumplir en lo posible el mantenimiento preventivo en las fechas establecidas y programadas.
3. Se recomienda capacitación constante al personal técnico en temas como seguridad y mantenimiento, conceder nuevas responsabilidades para crear más confianza y crear un ambiente de trabajo agradable.

REFERENCIAS

Acuña, Jorge. 2003. Ingeniería de la confiabilidad. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 328 p. ISBN 9977-66-141-3.

AQUASTAT 1

<http://www.fao.org/aquastat/es/>

Ángeles y Baldeón. Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de mecanizado de la empresa Servicios Mineros S.A, Callao, 2019.<https://hdl.handle.net/20.500.12692/50087>.

La Autoridad Nacional del Agua

<https://www.gob.pe/ana>

Bances, Susy. Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad en la fábrica de Carretillas Oré S.A.C, Tesis de pregrado en ingeniería industrial, Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1390>.

Bernaola, Antonio. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del área de cocina de una empresa. Tesis de pregrado en ingeniería industrial, Callao: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/42982>.

Behar Rivero, Daniel Salomón. 2008. Introducción a la Metodología de la Investigación. Editorial Shalom. ISBN 978-959-212-773-9.

BSI ISO 14224:2016 (2016, October) Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and Exchange of reliability and maintenance data for equipment. pp. 1-272.

Calderón, H Y Cárdenas, Saúl. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo usando un sistema de información de mantenimiento para incrementar la

productividad en la empresa de cables Indeco. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51400>.

Carrasco, Liliana. Implementación de un mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de envasado de una empresa de talcos. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima: Universidad César vallejo, 2017. Disponible. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12396>.

Córdova, Karen. Implementación de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima- Perú: Universidad César Vallejo, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22921>.

Coronado, César. Implementación de un plan de mantenimiento para mejorar la productividad en el área de producción en una empresa. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima-Perú: Universidad César Vallejo, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/18534>.

Chuquimbalqui Edgar. Propuesta de mejora de un Plan de Mantenimiento Preventivo para incrementar en la Productividad del Área de Producción en una Empresa. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima-Perú, 2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31032>.

Cruz, Francisco. Implementación del mantenimiento para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento de una empresa de ascensores. Tesis (Pregrado en ingeniería industrial). Lima-Perú: Universidad César Vallejo. 2017. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20761>.

Chiavenato, Idalberto. 2004. Administración de recursos humanos. 2004. Colombia: McGraw Hill/Interamericana S.A. 2004, 589pp. ISBN: 958-41-0037-8

Deming, Edwards. Calidad, productividad y competitividad. España. 1989.

ISBN: 84-87189-22-9.

Díaz, Madeleine. Implementación de un plan de mantenimiento y aplicación de un cuadro de mando para incrementar la productividad en una planta de procesamiento de grano. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima-Perú: Universidad Privada del Norte, 2017.

Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/13451>.

Duffuaa, Dixon. Sistemas de mantenimiento planeación y control. México: limusa.2005. ISBN: 978-968-18-5918-3.

Fernández, Manuel y Sánchez, José. 1997. Eficacia organizacional: Concepto desarrollo y evaluación. Madrid : Editorial Diaz de Santos. 340pp. ISBN: 94-7978-312-5.

Garay, Jorge. Implementación de un plan de mantenimiento total para mejorar la operatividad de flota de volquetes de una municipalidad. Tesis (Pregrado en ingeniería mecánica eléctrica). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/25910>.

García, Eduardo. Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de fabricación de esquineros de una Empresa. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima-Perú. Universidad César Vallejo,2018.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46031>.

Gómez, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. Córdoba 2006.

ISBN: 987-591-026-0.

Gómez, Sergio. Metodología de la investigación [en línea]. México: Editorial Ma. Eugenia Buendía López, 2012 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2019].

ISBN: 978-607-733-149-0

Disponible en:

http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf.

Hernandez Sampieri, Roberto / Fernandez Collado, Carlos / Baptista Lucio, P., 2014. Metodología de la Investigación. S.l.: s.n. ISBN 9781456223960.

Knezevic, J. Mantabilidad. España: Obtenido de <http://www.academia.edu/14498591/Mantenimiento>
ISBN: 84-89338-08-6.

López, Víctor. Gestión eficaz de los procesos productivos. Madrid.2008-PP-288. ISBN: 97884-936028-5-7.

Loera, I, Espinoza, G, Enrique, C y Rodríguez, J. Productivity in Construction and Industrial Maintenance. Procedia engineering 2013. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705813014872>
ISSN: 1877-7058.

Lizana, Pedro. Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambra. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura-Perú.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3636>.

Matillas, Luis. Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de ladrillos cerámicos en la empresa cerámicos Piura S.A.C. Tesis. (Pregrado en ingeniería industrial). Piura. Universidad César Vallejo,2019.
Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/44922>.

Monjarás, Ana, Bazán, Ana, Pacheco, Zaida, Rivera, José, Zamarripa, Juan y Cuevas, Carlos. *Diseños de Investigación*.
Disponible en:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/4908/6895>
ISSN: 2007-4573.

Montilla, C., 2016. Fundamentos de mantenimiento industrial. UTP. Colombia: Pereira: s.n. ISBN 978-958-722-238-8.

Mora, Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Buenos Aires .2010. PP.691.
ISBN: 978-958-682-769-0.

Namakforoosh, Mohammad. Metodología de la investigación. México: limusa.2005.
ISBN: 968-18-5517-8.

Ñaupas, Humberto, [et al.]. metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 4a ed. Bogotá. ediciones de la u. 2014. 535 pp.
ISBN: 978-958-762-188-4.

Portella, Luis. Implementación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la sección de envoltura metálica de una empresa. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima-Perú: Universidad cesar vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/21927>.

Pérez, José. Gestión por procesos. Madrid.20007-PP-359. ISBN: 978-84-7356-508-0.

Pistarelli, Alejandro. Manual de mantenimiento, ingeniería, gestión, organización. Buenos Aires .2010. PP.691.ISBN: 978-987-05-8420-9.

Prokopnko, Joseph. La gestión de la productividad. Estado de México.
ISBN:968-18-4055-0l. Limusa. 1991. 317 p. 22 cm. Edición; 1a. d.

Quintana, Luis. Metodología de investigación. Estado de México. 2008. PP. 115.
ISBN: 987-970-10-6536-5.

Ramírez, Cavassa. productividad y ergonomía. Estado de México. 2008. PP. 115.
ISBN: 978-968-18-6840-5.

Roque Jiang y Bornaz Wilber. La aplicación de la herramienta del mantenimiento preventivo para la mejora de la productividad en el área de producción de una Empresa de Calzado. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Los Olivos –Perú: Universidad César Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45147> .

Rey, Francisco. Manual de mantenimiento Integral en la empresa. Madrid- España. 2001. PP.465.ISBN: 84-95428-18-0.

Rodríguez, Yenifer. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de una empresa de envases. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Callao-Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/23276>.

Tarazona, Ángel. Implementación de un plan de mantenimiento autónomo para mejorar la productividad en el área de embolsado. Tesis (pregrado en ingeniería industrial). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12594>.

Valderrama, Santiago. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica. 3ª Ed., Lima: San Marcos, 2014. 495 p. ISBN 9786123028787.

Disponible en: <http://docplayer.es/3339799-Pontificia-universidad-catolica-del-peru.html>

ANEXOS

Anexo N° 1

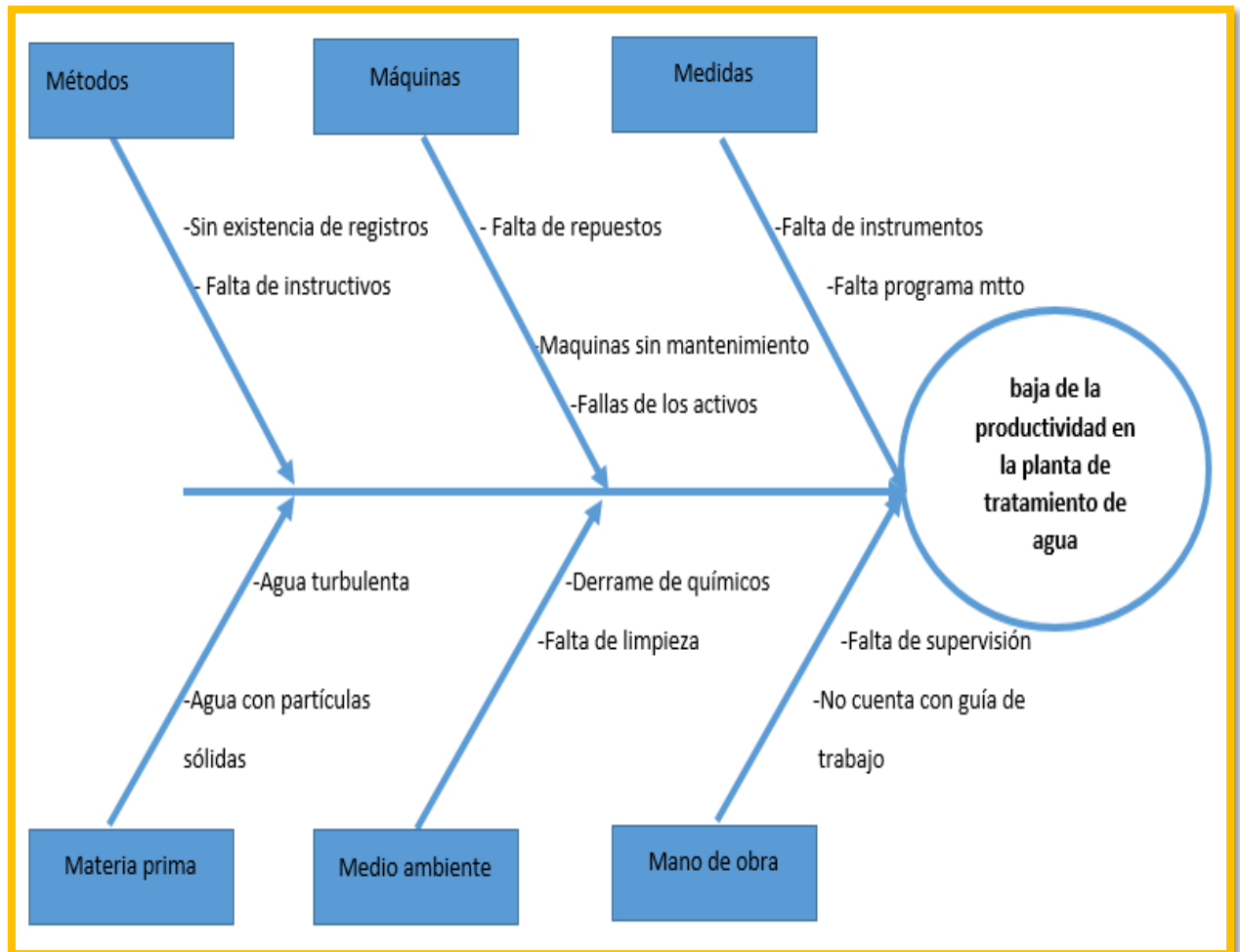


Figura N°24: Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°2

Definición	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	c13	puntaje
Falla de los equipos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	30
Falta de mantenimiento	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	0	28
Falta de repuestos	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	0	0	26
Falta de instrumentos de medición	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Falta programa de mantenimiento	3	3	3	2	2	2	2	1	2	1	1	0	0	20
Falta de supervisión	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4
Falta de guía de trabajo	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Falta de instructivos	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4
Sin registros de equipos	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Derrame de quimicos	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Falta de limpieza	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Agua turbulenta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Agua con particulas sólidas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Promedio														126

Figura N° 25: Matriz de correlación
 Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°3

Nº DE CAUSAS	CAUSAS	FRECUENCIA	%RELATIVO	%ABSOLUTO
1	Falla de los equipos	30	23.8	23.8
2	Falta de mantenimiento	28	22.2	46.0
3	Falta programa de mantenimiento	26	20.6	66.7
4	Falta de repuestos	20	15.9	82.5
5	Falta de instructivos	4	3.2	85.7
6	Falta de supervisión	4	3.2	88.9
7	Falta de guía de trabajo	3	2.4	91.3
8	Derrame de quimicos	3	2.4	93.7
9	Falta de instrumentos de medición	2	1.6	95.2
10	Sin registros de equipos	2	1.6	96.8
11	Falta de limpieza	2	1.6	98.4
12	Agua con particulas sólidas	1	0.8	99.2
13	Agua turbulenta	1	0.8	100.0
		126	100.0	

Figura N°26: Cuadro de tabulación
Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°4

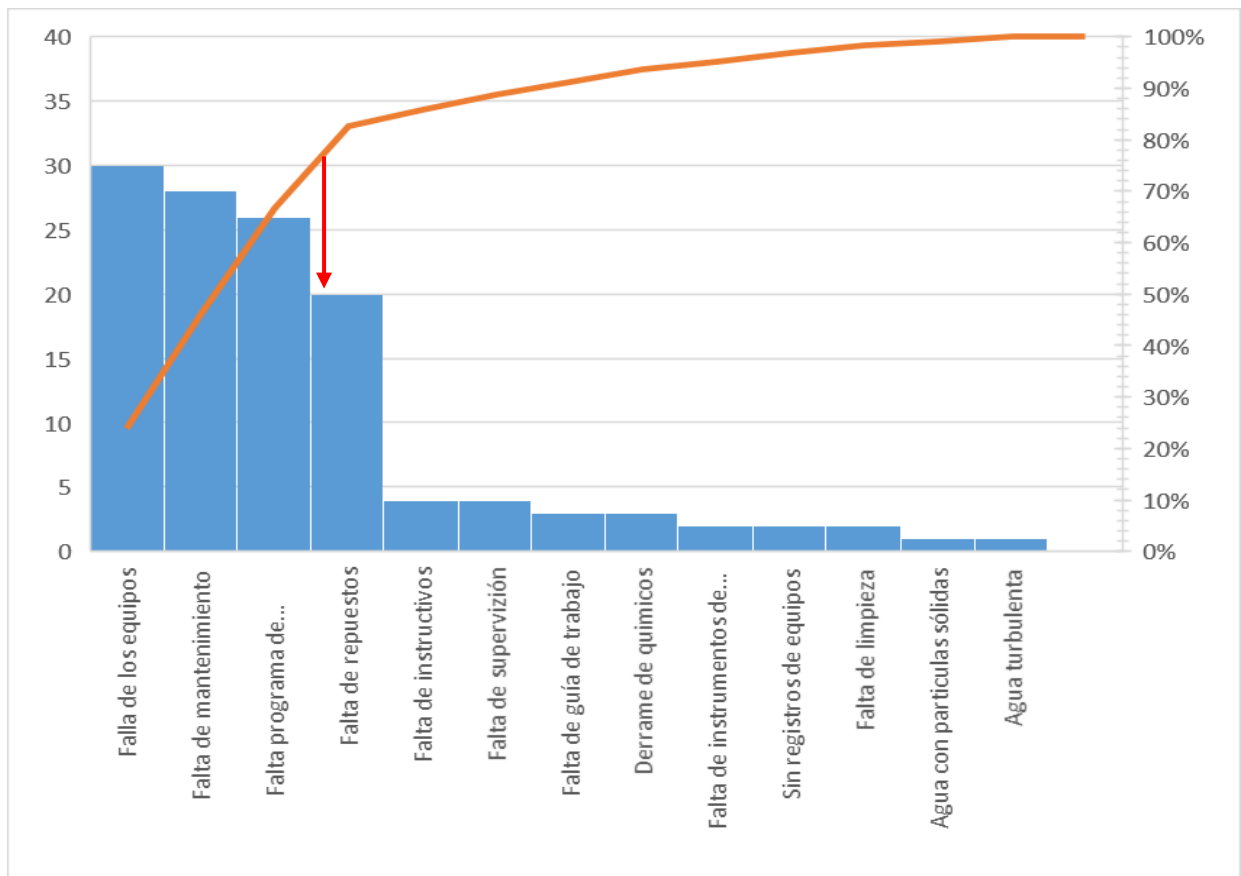


Figura N°27: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°5

ITEMS	CAUSAS	PUNTAJE	TOTAL	ESTRATIFICACIÓN
1	Falla de los equipos	30	90	MANTENIMIENTO
2	Falta de mantenimiento	28		
3	Falta programa de mantenimiento	26		
4	Falta de instructivos	4		
5	Sin registros de equipos	2		
6	Falta de repuestos	20	25	LOGISTICA
7	Falta de instrumentos de medición	2		
8	Falta de guía de trabajo	3		
9	Falta de supervisión	4	6	ADMINISTRACIÓN
10	Falta de limpieza	2		
11	Derrame de quimicos	3	5	OTROS
12	Agua turbulenta	1		
13	Agua con particulas sólidas	1		

Figura N°28: Estratificación de las causas

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 6

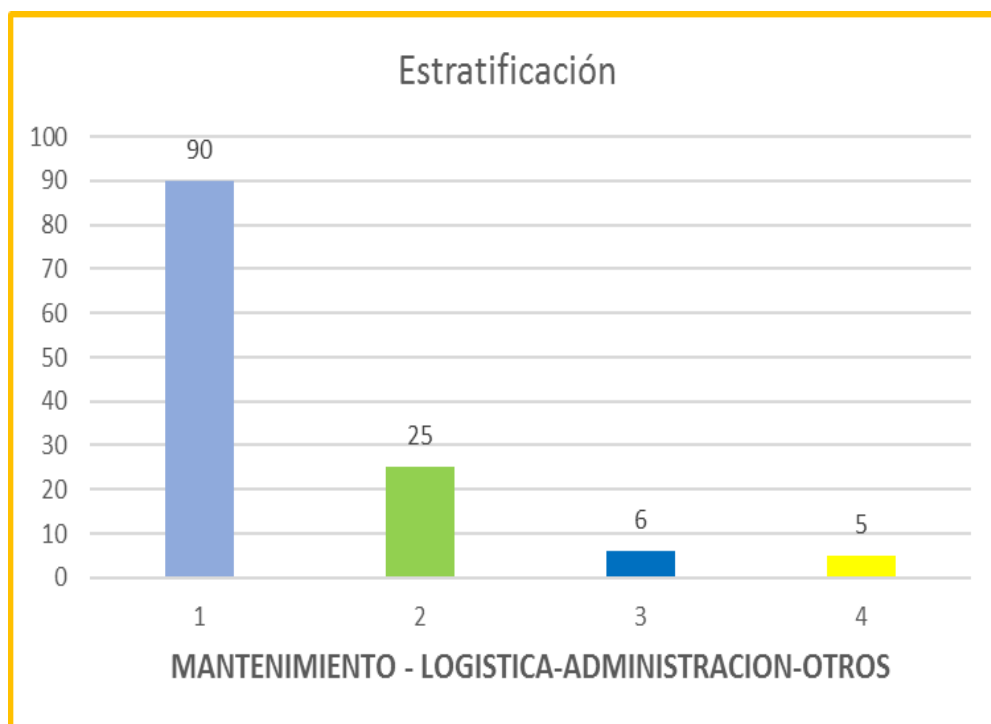


Figura N°29: Diagrama de estratificación

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°7

Tabla N°26: Tabla de alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				
	Solución a la problemática	Costo de la aplicación	Facilidad de la aplicación	Tiempo de la Aplicación	TOTAL
5S	2	1	2	2	7
Mantenimiento preventivo	3	3	3	2	11
Mejora de procesos	1	0	1	0	2

Fuente: elaboración propia.

Anexo N°8

CONSOLIDACION DE LAS ÁREAS	MANO DE OBRA	MATERIA PRIMA	METODO	MAQUINARIA	MEDICIÓN	MEDIO AMBIENTE	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL DE PROBLEMAS	PORCENTAJE %	IMPACTO	CALIFICACION	PRIORIDAD	MEDIDAS A TOMAR
LOGISTICA	3	0	0	20	2	0	MEDIO	25	20%	3	75	2	5S
ADMINISTRACIÓN	4	0	0	0	0	2	BAJO	6	5%	2	12	3	MEJORA DE RPOCESOS
MANTENIMIENTO	0	0	6	58	26	0	ALTO	90	71%	5	450	1	MANTTO PREVENTIVO
OTROS	0	2	0	0	0	3		5	4%	3	15	0	
TOTAL	7	2	6	78	28	5		126	100%				

Figura N°30: Priorización de causas

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°9

Tabla N°27: Matriz de consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores	Población y Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	Método de análisis de datos
"Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la planta de tratamiento de agua de la Universidad Nacional de Piura, 2021"	<p>Problema General</p> <p>¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la productividad de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p>	<p>Mantenimiento preventivo</p> <p>Disponibilidad</p> <p>Confiability</p>	<p>En este trabajo de investigación la población será la producción del proceso de tratamiento de agua.</p>		<p>Formatos de mantenimiento de los equipos.</p>	
	<p>Problema específicos</p> <p>¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la EFICIENCIA de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021?</p> <p>¿De qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la EFICACIA de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021?</p>	<p>Objetivo específico 1</p> <p>. Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la EFICIENCIA de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p> <p>Determinar de qué manera la implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la EFICACIA de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p>	<p>Hipótesis específico 1</p> <p>La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficiencia de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p> <p>La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia de la planta tratamiento de agua en la Universidad Nacional de Piura, 2021.</p>	<p>Productividad</p> <p>Eficacia</p> <p>Eficiencia</p>	<p>Muestra será la producción diaria de agua tratada durante 12 semanas</p>	<p>pre Experimental. G 01 X 02</p>	<p>Ficha de control de la Eficacia</p> <p>Ficha de control de la Eficiencia</p>	<p>SPSS-25</p>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°10

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Mantenimiento preventivo	Está destinado a conservar instalaciones o equipos mediante la reparación y revisión garantizando su buen funcionamiento y fiabilidad. Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo mitigar las fallas de los equipos, es decir evitar fallas antes de que ocurran. Según Raouf (2000 pág. 77).	Técnica que permite disminuir el tiempo de entrega optimizando así el servicio de mantenimiento.	disponibilidad	$D = \frac{(Tp - Tr)}{Tp} * 100$ Tp: tiempo programado de operación Tr: tiempo de parada por reparación	razón
			confiabilidad	$C(t) = e^{-\lambda t}$ T: Tiempo de operación λ: Numero de fallas e= 2.303	razón
DEPENDIENTE: Productividad	Se relaciona con la cantidad de productos obtenidos y los recursos utilizados para obtener la producción deseada, también se relaciona entre los resultados y el tiempo empleado, si se logra obtener el resultado deseado, se dice que el sistema es muy productivo. Deming, (1989 pag.145).	Es la relación entre los resultados y los insumos, la mejora de productividad es la obtención de mejores resultados de un proceso.	Eficiencia	$E2 = \frac{HHu}{HHp} * 100$ HHu: Horas utilizadas HHp: Horas programadas	razón
			Eficacia	$E1 = \frac{PR}{PP} * 100$ PR: Producción real PP: producción planificada	razón

Figura N° 31: Operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°11

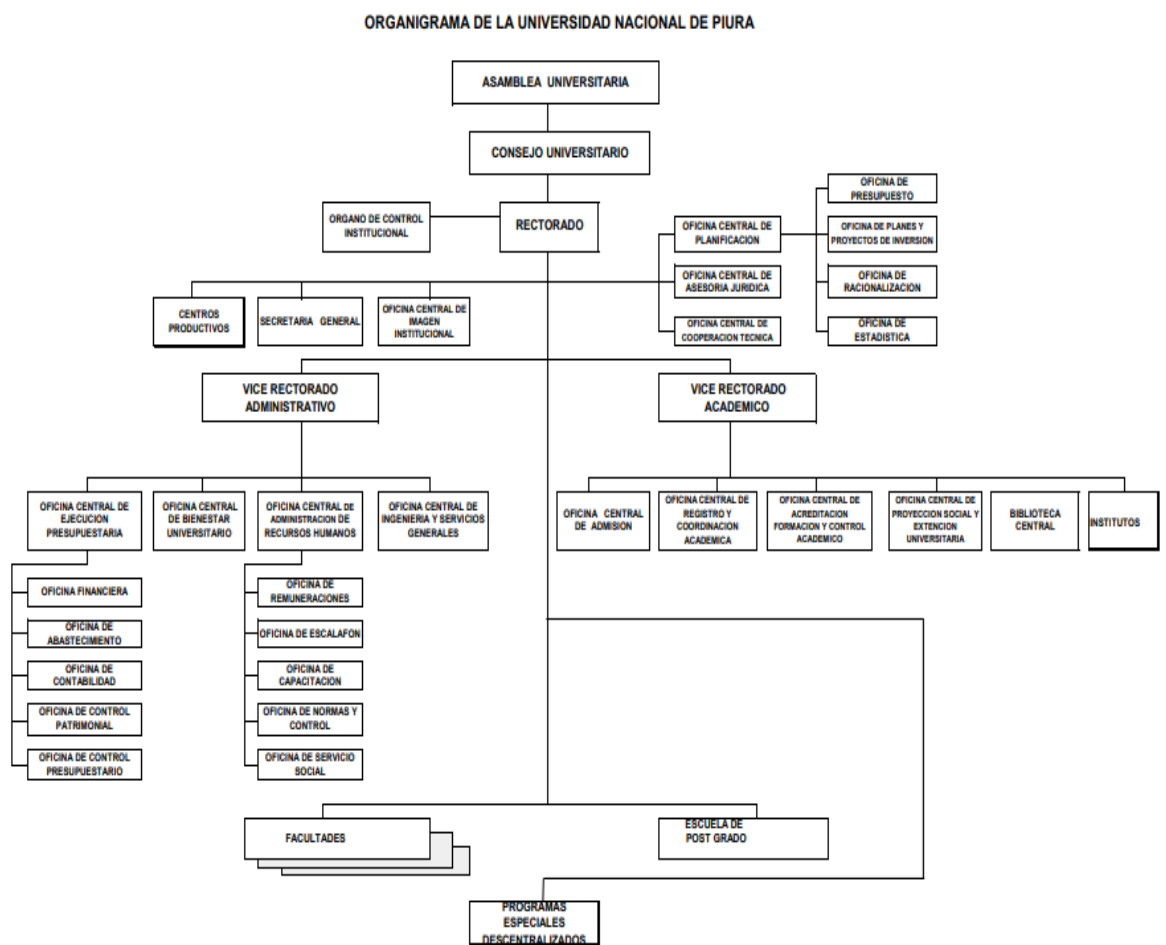


Figura N° 32: Organigrama

Fuente: <http://www.unp.edu.pe>.

Anexo N°12

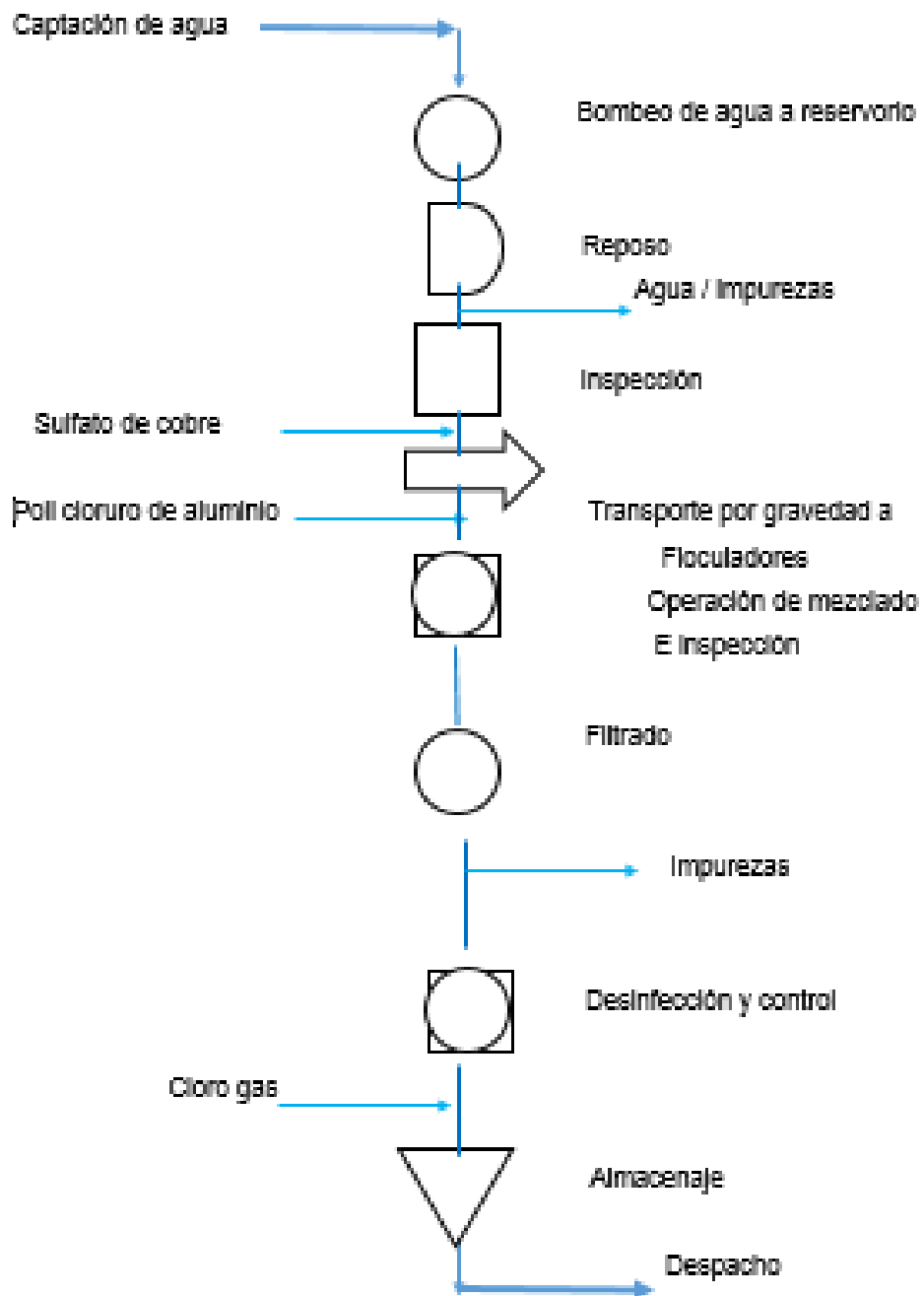


Figura N° 33: Diagrama de operaciones.

Anexo N°13.

Tabla N° 28: Ficha de control de eficiencia-October-2020

Semana 1	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	28	8	7.67	0.96
2	23	8	6.33	0.79
3	19	8	5.27	0.66
4	16	8	4.47	0.56
5	21	8	5.80	0.73
6	20	8	5.53	0.69
	127.00	48	35.07	0.73
Semana 2	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
8	27	8	7.60	0.95
9	19	8	5.47	0.68
10	24	8	6.80	0.85
11	24	8	6.80	0.85
12	18	8	5.20	0.65
13	25	8	7.07	0.88
	137.00	48	38.94	0.81
Semana 3	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
15	25	8	6.87	0.86
16	26	8	7.13	0.89
17	23	8	6.33	0.79
18	24	8	6.60	0.83
19	15	8	4.20	0.53
20	18	8	5.00	0.63
	131.00	48	36.13	0.75
Semana 4	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
22	22	8	6.07	0.76
23	25	8	6.87	0.86
24	23	8	6.33	0.79
25	12	8	3.40	0.43
26	19	8	5.27	0.66
27	22	8	6.07	0.76
	123	48	34.01	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 29: Ficha de control de eficiencia-Noviembre-2020

Semana 5	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	24	8	6.80	0.85
15	27	8	7.40	0.93
9	29	8	7.93	0.99
10	21	8	5.80	0.73
11	18	8	5.00	0.63
12	15	8	4.20	0.53
	134.00	48	37.13	0.77
Semana 6	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
2	25	8	6.87	0.86
16	22	8	6.07	0.76
5	23	8	6.33	0.79
6	26	8	6.93	0.87
7	19	8	5.07	0.63
8	20	8	5.33	0.67
	135.00	48	36.6	0.76
Semana 7	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
3	25	8	6.87	0.86
13	26	8	7.13	0.89
23	23	8	6.33	0.79
24	28	8	7.67	0.96
25	20	8	5.33	0.67
26	17	8	4.53	0.57
	139.00	48	37.86	0.79
Semana 8	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
4	28	8	7.67	0.96
14	21	8	5.80	0.73
19	24	8	6.60	0.83
20	19	8	5.27	0.66
21	21	8	5.80	0.73
22	23	8	6.13	0.77
	136.00	48	37.27	0.78

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 30: Ficha de control de eficiencia-Diciembre-2020

Semana 9	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia %
1	28	8	7.67	0.96
2	25	8	6.87	0.86
3	20	8	5.53	0.69
4	22	8	6.07	0.76
5	15	8	4.20	0.53
6	18	8	4.80	0.60
	128	48	35.14	0.73
Semana 10	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
8	22	8	6.07	0.76
9	24	8	6.60	0.83
10	18	8	5.00	0.63
11	15	8	4.20	0.53
12	16	8	4.47	0.56
13	20	8	5.33	0.67
	115	48	31.67	0.66
Semana 11	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia %
15	20	8	5.53	0.69
16	25	8	6.87	0.86
17	22	8	6.07	0.76
18	15	8	4.20	0.53
19	17	8	4.53	0.57
20	21	8	5.60	0.70
	120	48	32.80	0.68
Semana 12	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia %
22	27	8	7.40	0.93
23	25	8	6.87	0.86
24	21	8	5.80	0.73
25	23	8	6.33	0.79
26	12	8	3.40	0.43
27	14	8	3.93	0.49
	122	48	33.73	0.70

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 14

Tabla N° 31: Ficha de control de eficacia-October-2020

Semana 1	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	28	0.93
2	30	8	23	0.77
3	30	8	19	0.63
4	30	8	16	0.53
5	30	8	21	0.70
6	30	8	20	0.67
	180	48	127	0.71
Semana 2	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	19	0.63
3	30	8	24	0.80
4	30	8	24	0.80
5	30	8	18	0.60
6	30	8	25	0.83
	180	48	137	0.76
Semana 3	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	25	0.83
2	30	8	26	0.87
3	30	8	23	0.77
4	30	8	24	0.80
5	30	8	15	0.50
6	30	8	18	0.60
	180	48	131	0.73
Semana 4	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	22	0.73
2	30	8	25	0.83
3	30	8	23	0.77
4	30	8	12	0.40
5	30	8	19	0.63
6	30	8	22	0.73
	180	48	123	0.68

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 32: Ficha de control eficacia-Noviembre-2020

Semana 5	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	24	0.80
2	30	8	27	0.90
3	30	8	29	0.97
4	30	8	21	0.70
5	30	8	18	0.60
6	30	8	15	0.50
	180	48	134	0.74
Semana 6	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	25	0.83
2	30	8	22	0.73
3	30	8	23	0.77
4	30	8	26	0.87
5	30	8	19	0.63
6	30	8	20	0.67
	180	48	135	0.75
Semana 7	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	25	0.83
2	30	8	26	0.87
3	30	8	23	0.77
4	30	8	28	0.93
5	30	8	20	0.67
6	30	8	17	0.57
	180	48	139	0.77
Semana 8	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	28	0.93
2	30	8	21	0.70
3	30	8	24	0.80
4	30	8	19	0.63
5	30	8	21	0.70
6	30	8	23	0.77
	180	48	136	0.76

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 33: Ficha de control de eficacia-Diciembre-2020

Semana 9	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	28	0.93
2	30	8	25	0.83
3	30	8	20	0.67
4	30	8	22	0.73
5	30	8	15	0.50
6	30	8	18	0.60
	180	48	128	0.71
Semana 10	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	22	0.73
2	30	8	24	0.80
3	30	8	18	0.60
4	30	8	15	0.50
5	30	8	16	0.53
6	30	8	20	0.67
	180	48	115	0.64
Semana 11	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	20	0.67
2	30	8	25	0.83
3	30	8	22	0.73
4	30	8	15	0.50
5	30	8	17	0.57
6	30	8	21	0.70
	180	48	120	0.67
Semana 12	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	25	0.83
3	30	8	21	0.70
4	30	8	23	0.77
5	30	8	12	0.40
6	30	8	14	0.47
	180	48	122	0.68

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 34: Eficiencia post-test, Marzo 2021

Semana 1	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	28	8	7.67	0.96
2	28	8	7.67	0.96
3	27	8	7.40	0.93
4	25	8	6.87	0.86
5	26	8	7.13	0.89
6	25	8	6.87	0.86
	159	48	43.61	0.91
Semana 2	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	27	8	7.40	0.93
2	27	8	7.40	0.93
3	28	8	7.67	0.96
4	25	8	6.87	0.86
5	26	8	7.13	0.89
6	28	8	7.67	0.96
	161	48	44.14	0.92
Semana 3	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	28	8	7.67	0.96
2	28	8	7.67	0.96
3	27	8	7.40	0.93
4	26	8	7.13	0.89
5	26	8	7.13	0.89
6	28	8	7.67	0.96
	163	48	44.67	0.93
Semana 4	Producción l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	27	8	7.40	0.93
2	26	8	7.13	0.89
3	25	8	6.87	0.86
4	25	8	6.87	0.86
5	24	8	6.60	0.83
6	28	8	7.67	0.96
	155	48	42.54	0.89

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 35: Eficiencia post-test, Abril 2021

Semana 5	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	26	8	7.13	0.89
2	27	8	7.40	0.93
3	27	8	7.40	0.93
4	25	8	6.87	0.86
5	22	8	6.07	0.76
6	28	8	7.67	0.96
	155	48	42.54	0.89
Semana 6	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	27	8	7.4	0.93
2	28	8	7.67	0.96
3	27	8	7.4	0.93
4	26	8	7.13	0.89
5	27	8	7.4	0.93
6	25	8	6.87	0.86
	160	48	43.87	0.91
Semana 7	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	26	8	7.13	0.89
2	25	8	6.67	0.83
3	28	8	7.67	0.96
4	25	8	6.87	0.86
5	25	8	6.87	0.86
6	24	8	6.6	0.83
	153	48	41.81	0.87
Semana 8	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	27	8	7.40	0.93
2	28	8	7.67	0.96
3	27	8	7.40	0.93
4	27	8	7.40	0.93
5	26	8	7.13	0.89
6	28	8	7.67	0.96
	163	48	44.67	0.93

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 36: Eficiencia post-test, Mayo 2021

Semana 9	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	25	8	6.87	0.86
2	26	8	7.13	0.89
3	25	8	6.87	0.86
4	27	8	7.40	0.93
5	27	8	7.40	0.93
6	28	8	7.67	0.96
	158	48	43.34	0.90
Semana 10	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	26	8	7.13	0.89
2	26	8	7.13	0.89
3	27	8	7.40	0.93
4	28	8	7.67	0.96
5	26	8	7.13	0.89
6	26	8	7.13	0.89
	159	48	43.59	0.91
Semana 11	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	25	8	6.87	0.86
2	28	8	7.67	0.96
3	27	8	7.40	0.93
4	27	8	7.40	0.93
5	27	8	7.40	0.93
6	26	8	7.13	0.89
	160	48	43.87	0.91
Semana 12	Producció l x seg	Horas programadas	Horas utilizadas	Eficiencia
1	27	8	7.40	0.93
2	25	8	6.87	0.86
3	24	8	6.60	0.83
4	24	8	6.60	0.83
5	28	8	7.67	0.96
6	26	8	7.13	0.89
	154	48	42.27	0.88

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 37: Eficacia post-test, Marzo-2021

Semana 1	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	28	0.93
2	30	8	28	0.93
3	30	8	27	0.90
4	30	8	25	0.83
5	30	8	26	0.87
6	30	8	25	0.83
	180	48	159	0.88
Semana 2	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	27	0.90
3	30	8	28	0.93
4	30	8	25	0.83
5	30	8	26	0.87
6	30	8	28	0.93
	180	48	161	0.89
Semana 3	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	28	0.93
2	30	8	28	0.93
3	30	8	27	0.90
4	30	8	26	0.87
5	30	8	26	0.87
6	30	8	28	0.93
	180	48	163	0.91
Semana 4	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	26	0.87
3	30	8	25	0.83
4	30	8	25	0.83
5	30	8	24	0.80
6	30	8	28	0.93
	180	48	155	0.86

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 38: Eficacia post-test, Abril 2021

Semana 5	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	26	0.87
2	30	8	27	0.90
3	30	8	27	0.90
4	30	8	25	0.83
5	30	8	22	0.73
6	30	8	28	0.93
	180	48	155	0.86
Semana 6	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	28	0.93
3	30	8	27	0.90
4	30	8	26	0.87
5	30	8	27	0.90
6	30	8	25	0.83
	180	48	160	0.89
Semana 7	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	26	0.87
2	30	8	25	0.83
3	30	8	28	0.93
4	30	8	25	0.83
5	30	8	25	0.83
6	30	8	24	0.80
	180	48	153	0.85
Semana 8	Prod. programada l/s	Horas de producció	Producció real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	28	0.93
3	30	8	27	0.90
4	30	8	27	0.90
5	30	8	26	0.87
6	30	8	28	0.93
	180	48	163	0.91

Fuente: Elaboracion propia.

Tabla N° 39: Eficacia post-test, Mayo 2021

Semana 9	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	25	0.83
2	30	8	26	0.87
3	30	8	25	0.83
4	30	8	27	0.90
5	30	8	27	0.90
6	30	8	28	0.93
	180	48	158	0.88
Semana 10	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	26	0.87
2	30	8	26	0.87
3	30	8	27	0.90
4	30	8	28	0.93
5	30	8	26	0.87
6	30	8	26	0.87
	180	48	159	0.88
Semana 11	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	25	0.83
2	30	8	28	0.93
3	30	8	27	0.90
4	30	8	27	0.90
5	30	8	27	0.90
6	30	8	26	0.87
	180	48	160	0.89
Semana 12	Prod. programada l/s	Horas de producción	Producción real	Eficacia
1	30	8	27	0.90
2	30	8	25	0.83
3	30	8	24	0.80
4	30	8	24	0.80
5	30	8	28	0.93
6	30	8	26	0.87
	180	48	154	0.86

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 40: Disponibilidad pre-test-

DISPONIBILIDAD PRE TEST					$D = \frac{(T_p - T_r)}{T_p} * 100$	
Meses/ 2020	Semana	Horas programadas	Horas de operación	Nº de averías	Horas de reparación	%Disponibilidad
Octubre	1	48	35.07	11	12.93	73.06
	2	48	38.94	8	9.06	81.13
	3	48	36.13	10	11.87	75.27
	4	48	34.01	12	13.99	70.85
Noviembre	5	48	37.13	9	10.87	77.35
	6	48	36.60	10	11.40	76.25
	7	48	37.86	9	10.14	78.88
	8	48	37.27	9	10.73	77.65
Diciembre	9	48	35.14	11	12.86	73.21
	10	48	31.67	15	16.33	65.98
	11	48	32.80	14	15.20	68.33
	12	48	33.73	13	14.27	70.27
Total		576	426.35	131	149.65	74.02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 41: Confiabilidad pre-test

CONFIABILIDAD PRE TEST					$C(t) = e^{-\lambda t}$	
Meses/2020	Semana	Horas programadas	Horas de operación	Nº de averías	Horas de reparación	% Confiabilidad
Octubre	1	48	35.07	11	12.93	79.00
	2	48	38.94	8	9.06	84.00
	3	48	36.13	10	11.87	81.00
	4	48	34.01	12	13.99	77.00
Noviembre	5	48	37.13	9	10.87	82.00
	6	48	36.60	10	11.40	81.00
	7	48	37.86	9	10.14	82.00
	8	48	37.27	9	10.73	82.00
Diciembre	9	48	35.14	11	12.86	79.00
	10	48	31.67	15	16.33	73.00
	11	48	32.80	14	15.20	74.00
	12	48	33.73	13	14.27	76.00
Total		576	426.35	131	149.65	79.17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 42: Disponibilidad post-test

DISPONIBILIDAD POS TEST					$D = \frac{(T_p - T_r)}{T_p} * 100$	
Meses /2021	Semana	Horas programadas	Horas de operación	Nº de averías	Horas de reparación	% Disponibilidad
Marzo	1	48	43.61	11	4.39	90.85
	2	48	44.14	8	3.86	91.96
	3	48	44.67	10	3.33	93.06
	4	48	42.54	12	5.46	88.63
Abril	5	48	42.54	9	5.46	88.63
	6	48	43.87	10	4.13	91.40
	7	48	41.81	9	6.19	87.10
	8	48	44.67	9	3.33	93.06
Mayo	9	48	43.34	11	4.66	90.29
	10	48	43.59	15	4.41	90.81
	11	48	43.87	14	4.13	91.40
	12	48	42.27	13	5.73	88.06
Total		576	520.92	131	55.08	90.44

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 43: Confiabilidad post-test

CONFIABILIDAD POS TEST					$C(t) = e^{-\lambda t}$	
Meses/2021	Semana	Horas programadas	Horas de operación	Nº de averías	Horas de reparación	% confiabilidad
Marzo	1	48	43.61	3	4.39	93.00
	2	48	44.14	2	3.86	95.00
	3	48	44.67	2	3.33	95.00
	4	48	42.54	4	5.46	92.00
Abril	5	48	42.54	4	5.46	92.00
	6	48	43.87	3	4.13	93.00
	7	48	41.81	5	6.19	90.00
	8	48	44.67	2	3.33	95.00
Mayo	9	48	43.34	3	4.66	93.00
	10	48	43.59	3	4.41	93.00
	11	48	43.87	3	4.13	30.00
	12	48	42.27	4	5.73	92.00
Total		576	520.92	38	55.08	87.75

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°15

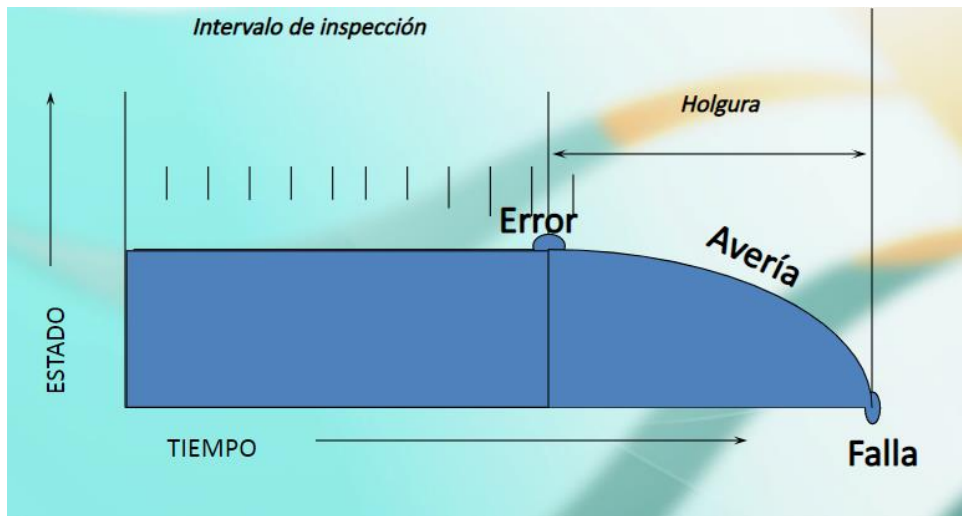



Figura N° 34: Certeza de funcionamiento de los equipos
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°17


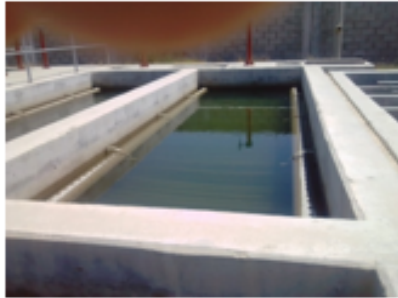
		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P					
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Bomba autocebante			UBICACIÓN:	captación		
MARCA:	Weg	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	1985		
FABRICACIÓN:	México	PESO:	300kg	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	700mm	LARGO:	1500mm	ALTURA:	850mm	CÓDIGO:	PTA01B A1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-motor eléctrico de 20 hp. 2.-bomba de 8". 3.-trasmision por faja. 4.-estructura de fierro negro. 5.-poleas de 6". 6.-tension trifásica 380 v.							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para la captación del agua que extrae de canal Blaggio Arbulú.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ITEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
2.-	Se verifica el sistema de transmisión.						
3.-	Se verifica el voltaje de entrada.						
4.-	Se regula la válvula de succión y descarga.						
5.-	Se acciona el pulsador de encendido color verde.						
FECHA:				ENCARGADO:	Martin Valdiviezo		

		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P					
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Reservorio de 1100 m ³			UBICACIÓN:	captación		
MARCA:	s/m	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	2005		
FABRICACIÓN:	Perú	PESO:	xxxx	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	11m	LARGO:	20m	ALTURA:	5m	CÓDIGO:	PTA01R C1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-geomembrana de 0.5 mm. 2.-tubería de ingreso de 8" 3.-tubería de salida de 8" 4.-compuertas metálicas de entrada y Descarga.							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este reservorio sirve para almacenar la captación de agua que extrae de canal Blaggio Arbulú.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ITEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica la apertura de la válvula de ingreso de agua.						
2.-	Se verifica el ingreso del agua.						
3.-	Se regula la válvula de descarga.						
4.-	Se dosifica el ingrediente químico (sulfato de cobre).						
FECHA:				ENCARGADO:	Martin Valdiviezo		

Figura N° 36: Formatos de mantenimiento
Fuente: Elaboracion propia.

 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Electrobomba dosificadora			UBICACIÓN:	dosificación		
MARCA:	Coradi	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	1999		
FABRICACIÓN:	México	PESO:	10kg	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	120mm	LARGO:	300mm	ALTURA:	500mm	CÓDIGO:	PTA02E D1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-motor eléctrico de 1.5 hp. 2.-bomba de 1". 3.-trasmision directa. 4.-flujo operacion3, 15 y 30 GPD. 5.-presion 100 psi. 6.-tension trifásica 380 v.							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para dosificar con un ingrediente químico(Policloruro de Aluminio) al agua que proviene del reservorio.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
2.-	Se verifica y regula la cantidad de dosis programada.						
3.-	Se verifica el voltaje de entrada.						
4.-	Se regula la válvula de succión y descarga.						
5.-	Se acciona el pulsador de encendido color verde.						
FECHA:			ENCARGADO:	Martin Valdiviezo			

 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Mezcladora de químicos			UBICACIÓN:	dosificación		
MARCA:	Baldor	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	2001		
FABRICACIÓN:	México	PESO:	15kg	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	150mm	LARGO:	600mm	ALTURA:	1000mm	CÓDIGO:	PTA02 MQ1U NP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-motor eléctrico de 1.8 hp. 2.-caja reductora de 1200 a 300 rpm. 3.-trasmision directa. 4.-estructura de fierro negro. 5.-elise de acero inoxidable. 6.-tension monofásica de 220 v.							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para mezclar el químico (Policloruro de Aluminio) con el agua para ser extraído por la dosificadora.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua y la cantidad del químico.						
2.-	Se verifica el sistema de transmisión.						
3.-	Se verifica el voltaje de entrada.						
4.-	Se regula la válvula de succión y descarga.						
5.-	Se acciona el pulsador de encendido color verde.						
FECHA:			ENCARGADO:	Martin Valdiviezo			

		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P			
FICHA TÉCNICA					
EQUIPO:	Sedimentador		UBICACIÓN:	desinfección	
MARCA:	***	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	2005
FABRICACIÓN:	Perú	PESO:	***	SECCIÓN:	*
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
ANCHO:	5m	LARGO:	10m	ALTURA:	5m
				CÓDIGO:	PTA035 1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:			IMAGEN DEL EQUIPO		
1.-tubería de acero inoxidable. 2.-válvulas tipo pedestal.					
FUNCIÓN DEL EQUIPO:			Este equipo sirve para separar los sólidos del agua que es llevado hasta los flucoladores.		
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO					
ITEM	DESCRIPCIÓN:				
1.-	Se verifica el nivel del agua.				
2.-	Se verifica la compuerta de ingreso y salida.				
3.-	Se regula la válvula de ingreso y descarga del agua.				
4.-	Se verifica de algún cuerpo extraño(partículas sólidas).				
FECHA:		ENCARGADO:	Martin Valdiviezo		

		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P			
FICHA TÉCNICA					
EQUIPO:	Flucoladores		UBICACIÓN:	desinfección	
MARCA:	***	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	2005
FABRICACIÓN:	Perú	PESO:	***	SECCIÓN:	*
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
ANCHO:	5m	LARGO:	10m	ALTURA:	5m
				CÓDIGO:	PTA03F 1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:			IMAGEN DEL EQUIPO		
1.-tubería de acero inoxidable. 2.-válvulas tipo pedestal.					
FUNCIÓN DEL EQUIPO:			En este equipo se van formando flocos los cuales debido a su peso se sedimentan en un 50%.		
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO					
ITEM	DESCRIPCIÓN:				
1.-	Se verifica el nivel del agua.				
2.-	Se la circulación correcta.				
3.-	Se verifica el nivel de ingreso y salida del agua.				
FECHA:		ENCARGADO:	Martin Valdiviezo		

 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Filtro de arena			UBICACIÓN:	desinfección		
MARCA:	***	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	2005		
FABRICACIÓN:	Perú	PESO:	**	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	4m	LARGO:	10m	ALTURA:	5m	CÓDIGO:	PTA03F A4UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-arena fina 2.-arena gruesa 3.-grava							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				El filtro de arena lento su función es filtrar el agua lentamente a través de una cama porosa de arena.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
2.-	Se regula el ingreso del agua						
3.-	Se verifica de algún cuerpo extraño(partículas sólidas).						
FECHA:			ENCARGADO:	Martin Valdiviezo			

 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Válvula de maniobra			UBICACIÓN:	desinfección		
MARCA:		MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	1985		
FABRICACIÓN:	México	PESO:	95kg	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	300mm	LARGO:	300mm	ALTURA:	800mm	CÓDIGO:	PTA03V M2UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-eje de acero inoxidable de 1". 2.-chumaceras de acero inoxidable. 3.-bocinas de bronce 4.-bolante de fierro negro.							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para la apertura y cierre del paso del agua.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
2.-	Se verifica el sistema de transmisión.						
3.-	Se verifica el estado de las chumaceras.						
FECHA:			ENCARGADO:	Martin Valdiviezo			



 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Bomba de alimentación 2			UBICACIÓN:	alimentación		
MARCA:	pedrallo	MODELO:	s/m	AÑO DE FABRICACIÓN:	1998		
FABRICACIÓN:	México	PESO:	20kg	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	100mm	LARGO:	100mm	ALTURA:	1000mm	CÓDIGO:	PTA04E AZ- 2UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-motor eléctrico de 30 hp. 2.-bomba de 4" 3.-camara de 5 impulsores 4.-estructura de acero inoxidable. 5.-tension 3-440v							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para enviar el agua tratada a la cisterna de la universidad nacional de Piura.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
2.-	Se verifica el voltaje de entrada.						
3.-	Se regula la válvula de succión y descarga.						
4.-	Se acciona el pulsador de encendido color verde.						



 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE LA U.N.P							
FICHA TÉCNICA							
EQUIPO:	Cúpula de almacenamiento			UBICACIÓN:	alimentación		
MARCA:	***	MODELO:	**	AÑO DE FABRICACIÓN:	2005		
FABRICACIÓN:	Perú	PESO:	*	SECCIÓN:	*		
CARACTERÍSTICAS GENERALES							
ANCHO:	10m	LARGO:	10m	ALTURA:	10m	CÓDIGO:	PTA04C A1UNP
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:				IMAGEN DEL EQUIPO			
1.-estructura de concreto armado 2.-							
FUNCIÓN DEL EQUIPO:				Este equipo sirve para almacenar el agua tratada.			
PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN:						
1.-	Se verifica el nivel del agua.						
FECHA:				ENCARGADO:	Martín Valdiviezo		

Formato de orden de mantenimiento

	Planta de Tratamiento de Agua de la Universidad Nacional de Piura		
	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO		
SOLICITADO POR:	ÁREA:	FECHA:	Nº DE OT:
NOMBRE DEL EQUIPO:			TIPO DE MTTO:
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA			

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDA
MATERIALE Y HERRAMIENTAS

NOMBRES DE OPERARIOS	H/H ESTIMADAS	H/H REALES	COMENTARIOS
1			
2			
3			
4			

COMFORMIDAD DE TRABAJO V.B	ENCARGADO:	FIRMA:

Anexo N° 18

N°	EQUIPO	BOMBA AUTOCEBANTE DE 20 HP											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	Lubricación de rodamientos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	Inspección del sistema de transmisión	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	Inspección de válvula check vertical	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	Inspección de amperaje y temperatura	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	Cambio de rodamientos 6309 2z						█						
6	Mantenimiento parte de bomba						█						
7	Mantenimiento parte del motor eléctrico						█						
8	Cambio del sistema de transmisión												█
9	Cambio de válvula check vertical						█						

N°	EQUIPO	RESERVORIO DE 1100 M3											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	limpieza de algas	█		█		█		█		█		█	
2	limpieza y verificación de geomembrana						█						
3	ajuste de válvulas de compuerta			█			█		█			█	
4	lubricación de válvulas de descarga	█		█		█		█		█		█	
5													

N°	EQUIPO	MESCLADORA											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	lubricación de chumaceras	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	lubricación de la caja de transmisión	█		█		█		█		█		█	
3	alineamiento de eje	█		█		█		█		█		█	
4	inspección de amperaje y temperatura	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	cambio de rodamientos 6206 2z						█						█
6	mantenimiento parte del reductor						█						
7	mantenimiento parte del motor eléctrico						█						

N°	EQUIPO	DOSIFICADORA											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	lubricación de rodamientos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	inspección de amperaje y temperatura	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	cambio de rodamientos 6204 2z						█						
4	mantenimiento parte del reductor						█						
5	mantenimiento parte del motor eléctrico						█						

Nº	EQUIPO	FLOCULADORES											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	mantenimiento y desinfección con hipoclorito de calcio	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	pintado de paredes internas y externas	█						█					

Nº	EQUIPO	SEDIMENTADOR											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	mantenimiento y limpieza	█						█					
2	limpieza de rejillas	█						█					
3	lubricación de compuerta	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	pintado interno y externo de paredes												
5													

Nº	EQUIPO	VALVULAS DE MANIOBRA PEDESTAL											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	lubricación de rodamientos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2	inspección del sistema de transmisión	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	ajuste de bridas		█	█		█	█	█		█	█	█	█
4													
5													

Nº	EQUIPO	FILTRO DE ARENA											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	limpieza de arena y grava	█											
2													

Nº	EQUIPO	CUPULA DE ALMACENAMIENTO											
	ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	limpieza, desinfección y pintado	█											
2													
3													

Anexo N°19

Planta de Tratamiento de Agua de la Universidad Nacional de Piura				
HOJA DE VIDA DEL EQUIPO O MAQUINA				
EQUIPO: <i>Bomba autocebante</i>		CÓDIGO: <i>PTA01B1UNP</i>	ÁREA: <i>Captación</i>	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
<i>- Motor de: 20 HP</i>		<i>- Empuje: 18 Amp</i>	<i>- Faja: B-40</i>	
<i>- Voltaje: 380 V</i>		<i>- Caudal: 30 l/s</i>	<i>- Rod: 6209RS</i>	
ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO				
FECHA	ACTIVIDAD	TIPO MTTO	Nº HORAS	OBS
<i>18/01/21</i>	<i>Cambio de rodamientos 6309RS</i>	<i>preventivo</i>	<i>1 1/2 horas</i>	<i>—</i>
<i>22/01/21</i>	<i>Cambio de faja B-40</i>	<i>preventivo</i>	<i>30 min</i>	<i>—</i>
<i>15/02/21</i>	<i>barrazado de estator de motor</i>	<i>preventivo</i>	<i>2 horas</i>	<i>—</i>
<i>15/02/21</i>	<i>Mantenimiento del impulsor</i>	<i>preventivo</i>	<i>2 horas</i>	<i>—</i>
<i>22/03/21</i>	<i>ajuste y fonzado de faja</i>	<i>preventivo</i>	<i>40 min</i>	<i>—</i>

Planta de Tratamiento de Agua de la Universidad Nacional de Piura				
HOJA DE VIDA DEL EQUIPO O MAQUINA				
EQUIPO: <i>Mobi. desflocador</i>		CÓDIGO: <i>PTA02ED1UNP</i>	ÁREA: <i>Captación</i>	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
<i>- Motor: 1.5 HP</i>		<i>- Empuje: 2 Amp</i>	<i>- Presión: 100 Psi</i>	
<i>- Voltaje: 380V</i>		<i>- Caudal: 0.5 l/s</i>	<i>- Rod = 6202-RS</i>	
ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO				
FECHA	ACTIVIDAD	TIPO MTTO	Nº HORAS	OBS
<i>21/01/21</i>	<i>Cambio de rodamientos 6202RS</i>	<i>preventivo</i>	<i>1 hora</i>	<i>—</i>
<i>26/02/21</i>	<i>ajuste de cables en bornera</i>	<i>preventivo</i>	<i>15 min</i>	<i>—</i>
<i>23/02/21</i>	<i>barrazado de estator de motor</i>	<i>preventivo</i>	<i>1 1/2 horas</i>	<i>—</i>
<i>04/03/21</i>	<i>lubricación de caja reductora</i>	<i>preventivo</i>	<i>30 min</i>	<i>—</i>

Figura N° 38: Hoja de vida de los equipos

Fuente: Elaboración propia.


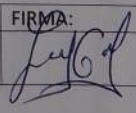
		Planta de Tratamiento de Agua de la Universidad Nacional de Piura	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			
SOLICITADO POR: <i>Martin Valdovino</i>	ÁREA: <i>Captación</i>	FECHA: <i>25/03/21</i>	N° DE OT: <i>005</i>
NOMBRE DEL EQUIPO: <i>Bomba autocebante</i>		TIPO DE MTTO: <i>Preventivo</i>	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA			
- El equipo presenta bajo rendimiento debido que el fajo no está tenzo			
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD			
- Tenzado de fajo B-40, con apoyo del regulador de poleas			
MATERIALES Y HERRAMIENTAS			
- 01 llave mixta de 3/4" - 01 liguicho aflojo todo			
NOMBRES DE OPERARIOS		H/H ESTIMADAS	H/H REALES
1	<i>Juan Carlos Chavez</i>	<i>30 min</i>	<i>25 min</i>
2	<i>Honny rivas Solozor</i>		
3			
4			
			COMENTARIOS
			<i>máquina operativa</i>
CONFORMIDAD DE TRABAJO V.B		ENCARGADO: <i>sup. Carlos Garcia Cu</i>	FIRMA: 

Figura N° 39: Ficha de orden de trabajo

Validación por: Ingeniero Rigo Requena Flores



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, RIGO FELIX REQUENA FLORES con DNI N° 82600704 Magister en ING. INFORMATICA
 N° ANR:, de profesión ING. INDUSTRIAL desempeñándome actualmente como DOCENTE en UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Formato para control de la producción: eficiencia y eficacia.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de control de producción - eficiencia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

Formato de control de la producción - eficacia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad			X		
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad			X		
7. Consistencia			X		
8. Coherencia			X		
9. Metodología			X		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 8 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.

Mgtr. : ING. INFORMÁTICO
DNI : 02600709
Especialidad : ING. INDUSTRIAL
E-mail : rrequena@hotman.net

Figura N° 41: Constancia de validación

Validación por: ingeniero industrial Omar Rivera Calle



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Omar Rivera Calle con DNI N° 02884211 Magister
 en MBA
 N° ANR:, de profesión INDUSTRIAL
 desempeñándome actualmente como DTC
 en UCV - Pura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Formato para control de la producción: eficiencia y eficacia.

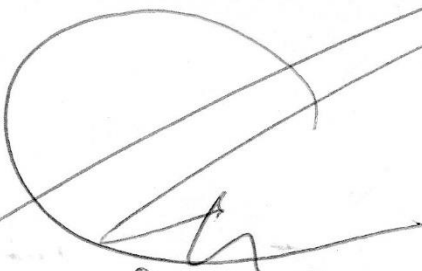
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de control de producción - eficiencia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Formato de control de la producción - eficacia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 8 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.

Mgtr. :
DNI :
Especialidad :
E-mail :


DOR RIVERA Collo
02884211
INDUSTRIAL

Validación por: José Julián Ipanaque



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, José Julián Ipanaqué con DNI N° 02645409 Magister en Ciencias Económicas - Proyectos de Inversión
N° ANR:, de profesión Ingeniero Industrial desempeñándome actualmente como Docente en Facultad Ingeniería Industrial - Universidad Nacional de Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Formato para control de la producción: eficiencia y eficacia.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Formato de control de producción - eficiencia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad		X			
2. Objetividad		X			
3. Actualidad		X			
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad		X			
7. Consistencia		X			
8. Coherencia		X			
9. Metodología		X			

Formato de control de la producción - eficacia	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad		X			
2. Objetividad		X			
3. Actualidad		X			
4. Organización			X		
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad		X			
7. Consistencia		X			
8. Coherencia		X			
9. Metodología		X			

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 8 días del mes de Junio del Dos mil Diecinueve.



Mgtr. : José Tulcán Ipanaque
DNI : 02645404
Especialidad : Ingeniería Industrial
E-mail : jjulian190@hotmail.com