



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

**Implementación del software SAP PM para mejorar la planificación del
mantenimiento en la planta de alimentos balanceados - REDONDOS S.A. Medio
Mundo 2019**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Autoras

Anais Lorena Fermin Suarez

Silvia Brigitte Silva Caceres

Asesor

Ing. Alcibiades Flamencio Sosa Palomino

Huacho – Perú

2026





Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Fermin Suarez, Anais Lorena	74027125	03/10/2024
Silva Caceres Silvia Brigitte	74068218	03/10/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Sosa Palomino, Alcibiades Flamencio	15610364	https://orcid.org/0000-0002-0509-1998
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
De Los Santos Garcia, Juan Carlos	15741150	https://orcid.org/0000-0001-6947-7788
Alcantara Paredes, Ronald Elmer	17925220	https://orcid.org/0000-0002-8016-1474
Martinez Chafalote, Ulises Robert	15616588	https://orcid.org/0000-0002-9523-308X

Fermin Suarez Anais Lorena Silva Caceres Silvia Bri...

Implementación del software SAP PM para mejorar la planificación del mantenimiento en la planta de alimentos bal...

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FIISI - PREGRADO 2026

Unidad de Investigación de la FIISI - 2026

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trm:oid::1:3563503918

Fecha de entrega

7 may 2026, 4:59 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 may 2026, 5:12 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_FERMIN_Y_SILVA.pdf

Tamaño del archivo

1,5 MB

97 páginas

18.316 palabras

107.351 caracteres



Página 1 de 106 - Portada

Identificador de la entrega trm:oid::1:3563503918



Página 2 de 106 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trm:oid::1:3563503918

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para co...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet

5% Publicaciones

15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

DEDICATORIA

A mis padres Rosalmira Suarez Gremios y Pedro Fermín Chávez, por darme todo lo que necesite a lo largo de mi vida, amor, paciencia, cariño, además por haber forjado mi camino, muchos de mis logros se los debo a ellos y los futuros. Gracias por incentivar me siempre a retarme y superarme.

A mis tíos Roose Suarez, Alejandro Suarez y mi Padrino Hercilio Suarez, por haber estado siempre para mí durante toda mi formación, darme su apoyo incondicional, anímicamente y moralmente.

A mis compañeros de carpeta Jean Gómez y Silvia Cáceres, por motivarme a aprender cada vez más, por darme esa curiosidad para no detenerme, por compartir sus conocimientos conmigo a lo largo de nuestra carrera.

A mi pareja Juan Pablo Heredia, por siempre apoyarme y motivarme en las metas que me propongo.

Anais Lorena Fermín Suárez

A Dios, por bendecirme con una hermosa familia, por darme sabiduría, salud y fuerza en los momentos necesarios.

A mis padres, Silvia Cáceres y Máximo Silva, quienes han sido el soporte fundamental en mi formación, por su amor incondicional y por motivarme cada día a ser mejor.

A mi hermano Irbin por el ejemplo que me deja de perseverancia y esfuerzo, por demostrarme cada día que lo que uno se propone lo consigue.

A mis sobrinos Camila y Sebastián por su amor, por darme paz y alegría cuando lo necesito.

A mi enamorado Jean Gómez, por ser el soporte emocional a lo largo de los años y por su apoyo brindado en la elaboración de este proyecto de investigación.

Silvia Brigitte Silva Cáceres

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Rosalmira Suarez Gremios y Pedro Fermín Chávez gracias por incentivar-me a retarme y superarme constantemente, ayudarme a ver mis errores, por mostrarme el camino, se los debo todo a ustedes y a su amor inmenso.

A mi amiga y compañera del estudio, Silvia Silva Cáceres gracias por siempre darme tu apoyo, por darme ánimo para no detenerme, por compartir tus conocimientos conmigo.

Anais Lorena Fermín Suarez

A Dios, por guiarme, por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de los obstáculos que presentan en la vida y permitir culminar esta etapa de mi vida.

A mi padre, Máximo Silva por inculcarme mucho la lectura y por ayudarme a vencer mis miedos. A mi madre, Silvia Cáceres por ser un ejemplo de fortaleza, de amor incondicional y haber estado a mi lado en cada paso, cada logro a lo largo de mi vida.

Silvia Brigitte Silva Cáceres

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos.....	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación de la investigación	6
1.4.1 Justificación Teórica	6
1.4.2 Justificación Práctica	6
1.4.3 Justificación Metodológica	6
1.4.4 Justificación Social	7
1.4.5 Justificación Tecnológica.....	7
1.4.6 Justificación Económica	7
1.5 Delimitaciones del Estudio	8

1.5.1	Delimitación espacial.....	8
1.5.2	Delimitación temporal	8
1.5.3	Delimitación social	8
1.6	Viabilidad del estudio	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		9
2.1	Antecedentes de la investigación	9
2.1.1	Antecedentes nacionales	9
2.1.2	Antecedentes internacionales.....	11
2.2	Bases teóricas.....	12
2.2.1	Mantenimiento	12
2.2.2	Planificación	22
2.2.3	SAP Modulo Mantenimiento PM	28
2.2.4	Antecedentes de la empresa	30
2.3	Definición de términos básicos.....	32
2.3.1	Mantenimiento	32
2.3.2	Planificación	33
2.3.3	Disponibilidad.....	33
2.3.4	Fiabilidad	33
2.3.5	Mantenibilidad	33
2.3.6	Programa de mantenimiento	33
2.3.7	Datos técnicos	33
2.3.8	Mantenimiento preventivo	34
2.3.9	Mantenimiento correctivo	34
2.3.10	Orden de Trabajo.....	34

2.3.11	Gestión de mantenimiento.....	34
2.3.12	ERP	34
2.3.13	Adaptabilidad	35
2.3.14	Sistema SAP.....	35
2.3.15	Datos maestros	35
2.4	Formulación de la hipótesis	35
2.4.1	Hipótesis general.....	35
2.4.2	Hipótesis específicas	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		37
3.1	Diseño metodológico	37
3.1.1	Diseño	37
3.1.2	Tipo	37
3.1.3	Enfoque	38
3.2	Población y muestra	38
3.2.1	Población.....	38
3.2.2	Muestra	38
3.3	Operacionalización de variables	38
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.4.1	Técnicas a emplear.....	41
3.4.2	Descripción de los instrumentos	41
3.5	Técnicas para el procesamiento de la información	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		42
4.1.	Gestión de trabajos de mantenimiento	45
4.1.1.	Disponibilidad	45

4.1.2. Fiabilidad.....	49
4.1.3. Mantenibilidad	50
4.2. Gestión de órdenes de trabajo	51
4.2.1. Órdenes de trabajo cumplidas	51
4.3. Mantenimiento preventivo	53
4.4. Mantenimiento correctivo	54
4.4.1. Trabajo correctivo no programado	54
4.4.2. Trabajo correctivo programado	56
4.5. Prueba de normalidad y prueba T Student para muestras independientes...	57
4.5.1. Dimensión 1: Gestión de trabajos de mantenimiento	58
4.5.2. Dimensión 2: Gestión de órdenes de trabajo.....	64
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1. Discusión.....	69
5.2. Conclusiones	71
5.3. Recomendaciones	72
CAPITULO IV: FUENTES DE INFORMACION	74
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	39
Tabla 2. Lista de equipos del área de mantenimiento	43
Tabla 3. Disponibilidad - Julio - Pre implementación SAP	47
Tabla 4. Disponibilidad - Setiembre - Post implementación SAP	48
Tabla 5. Fiabilidad - Julio - Pre implementación SAP	49
Tabla 6. Fiabilidad - Setiembre - Post implementación SAP	49
Tabla 7. Mantenibilidad - Julio - Pre implementación SAP	50
Tabla 8. Mantenibilidad - Setiembre - Post implementación SAP	51
Tabla 9. Órdenes de trabajo cumplidas - Julio - Pre implementación SAP	52
Tabla 10. Órdenes de trabajo cumplidas - Setiembre - Post implementación SAP	52
Tabla 11. Cumplimiento planes de Mtto. - Julio - Pre implementación SAP	53
Tabla 12. Cumplimiento planes de Mtto. - Setiembre- Post implementación SAP	54
Tabla 13. Trabajo correctivo no programado - Julio - Pre implementación SAP	55
Tabla 14. Trabajo correctivo no programado - Setiembre - Post implementación SAP	55
Tabla 15. Trabajo correctivo programado - Julio - Pre implementación SAP	56
Tabla 16. Trabajo correctivo programado - Setiembre - Post implementación SAP	57
Tabla 17. Prueba de normalidad - Gestión de trabajos de mantenimiento	59
Tabla 18. Prueba T Student - Gestión de trabajos de mantenimiento (1)	61
Tabla 19. Prueba T Student - Gestión de trabajos de mantenimiento (2)	62
Tabla 20. Prueba de normalidad - Gestión de órdenes de trabajo	64

Tabla 21. Prueba T Student - Gestión de órdenes de trabajo (1)	66
Tabla 22. Prueba T Student - Gestión de órdenes de trabajo (2)	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Base de datos SPSS	58
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de Planta de Alimentos Balanceados	77
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	78
Anexo 3. Formato Disponibilidad	79
Anexo 4. Formato Fiabilidad	79
Anexo 5. Formato Mantenibilidad.....	80
Anexo 6. Formato Órdenes de trabajo cumplidas	80
Anexo 7. Formato Trabajo correctivo no programado	81
Anexo 8. Formato Trabajo correctivo programado	81
Anexo 9. Formato Cumplimiento de planes de mantenimiento preventivo	82

RESUMEN

Objetivo: Determinar en qué medida la implementación del software SAP PM mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019. **Metodología:** Investigación aplicada con diseño experimental en la variante preexperimental y de tipo longitudinal. La población está comprendida por el sistema SAP y la muestra fue por conveniencia. **Resultados:** Se obtuvo que en cuanto a la disponibilidad y fiabilidad de los equipos aumentaron en 5% y 3% respectivamente lo que indica que la probabilidad que los equipos se encuentren disponibles y puedan trabajar en condiciones normales es mayor, y con respecto a la mantenibilidad de los equipos hubo una reducción de 0.39hrs/avería, es decir hubo una mejora en el tiempo de respuesta. Mediante la prueba de normalidad y T Student se demostró que las dimensiones gestión de trabajos de mantenimiento y gestión de órdenes con un 5% de nivel de significancia tienen una diferencia significativa entre la pre y post implementación del SAP PM. **Conclusión:** La implementación del SAP PM mejora la planificación del mantenimiento en la planta de alimentos balanceados, teniendo un impacto positivo para la empresa, incrementando la gestión para disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de los equipos, así mismo con el cumplimiento de las órdenes de trabajo teniendo información útil en tiempo real contribuyendo en el proceso de toma de decisiones.

Palabras claves: Mantenimiento, SAP PM, disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, órdenes de trabajo.

ABSTRACT

Objective: To determine to what extent the implementation of SAP PM software improves maintenance planning in the Balanced Food Plant - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

Methodology: Applied research with experimental design in the pre-experimental and longitudinal variant. The population is understood by the SAP system and the sample was for convenience.

Results: It was obtained that regarding the availability and reliability of the equipment they increased by 5% and 3% respectively, which indicates that the probability that the equipment is available and can work under normal conditions is higher, and with respect to maintainability of the equipment there was a reduction of 0.39hrs / breakdown, that is, there was an improvement in response time. It was statistically demonstrated with the normality test and T Student with the dimensions management of maintenance work and management of orders with a 5% level of significance that there is a significant difference between the pre and post implementation of the SAP PM. **Conclusion:** The implementation of SAP PM improves maintenance planning in the balanced feed plant, having a positive impact for the company, increasing the management for availability, reliability and maintainability of the equipment, as well as the fulfillment of work orders. having useful information in real time contributing to the decision-making process.

Keywords: Maintenance, SAP PM, availability, reliability, maintainability, work orders

INTRODUCCIÓN

En el entorno industrial contemporáneo, la competitividad empresarial está estrechamente vinculada a la capacidad de adaptación tecnológica y a la optimización de los procesos internos. Las organizaciones que incorporan sistemas de información integrados logran mejorar la gestión de sus recursos, reducir costos operativos y aumentar la eficiencia en la toma de decisiones.

Dentro de este contexto, los sistemas ERP representan herramientas estratégicas para la integración de datos y la coordinación de procesos organizacionales. Estos sistemas permiten centralizar información, facilitar el control operativo y fortalecer la planificación de actividades críticas, entre ellas la gestión del mantenimiento industrial.

La presente investigación se desarrolla en la planta de alimentos balanceados de la empresa Redondos S.A., donde la planificación del mantenimiento constituye un factor determinante para la continuidad operativa. Se propone la implementación del módulo SAP PM como una solución orientada a optimizar la programación de actividades, mejorar la gestión de recursos y fortalecer el control de información técnica.

A través de este estudio se busca evaluar el impacto del software SAP PM en la eficiencia de la planificación del mantenimiento, considerando indicadores operativos que permitan evidenciar mejoras en la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

Recabando los ERP actuales que maneja el mercado y adecuando las necesidades de la empresa Redondos S.A.C., se optó por utilizar la ERP SAP PM el cual nos permitirá proyectar el proceso de tareas para el mantenimiento, tomar las decisiones correctas, evitando o prediciendo posibles averías, obteniendo datos para conseguir repuestos, elaborar un plan de mantenimiento, conocer la carga real del trabajo y recolectar información del proceso.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La evolución del sector industrial ha incrementado la necesidad de contar con sistemas de gestión que integren información operativa en tiempo real. En empresas con procesos productivos continuos, la planificación del mantenimiento influye directamente en la productividad, la seguridad y los costos de operación.

En la planta de alimentos balanceados de Redondos S.A. se ha identificado que el sistema actual de gestión presenta limitaciones relacionadas con la integración de datos, el seguimiento de actividades de mantenimiento y el control de inventarios técnicos. Estas deficiencias generan mantenimientos correctivos no programados, interrupciones en la producción y dificultades en la coordinación entre áreas.

Asimismo, la ausencia de un sistema integrado impide un análisis histórico adecuado de fallas, lo que reduce la capacidad de prevención y eleva los costos operativos. Aunque la empresa cuenta con herramientas convencionales de registro, estas no proporcionan información suficiente para una planificación estratégica del mantenimiento.

Frente a esta situación, resulta necesario implementar una solución tecnológica que permita sistematizar la gestión del mantenimiento, optimizar la asignación de recursos y mejorar la continuidad de los procesos productivos.

La empresa Redondos S.A. dedicada a la venta de productos cárnicos de consumo humano hechos con una excelente calidad e inocuidad, esto con el fin de satisfacer a todos y cada uno de los clientes, también tiene como objetivo la participación de los colaboradores en sus diversos procesos ya que es su recurso primordial e importante para la empresa. Redondos S.A. cuenta con una planta dedicada al proceso de alimentos balanceados ubicada en el distrito de Medio Mundo, provincia de Huaura, lugar donde se desarrolla la investigación, esta planta se encuentra dedicada a la elaboración de alimentos balanceados únicamente para consumo

interno de la empresa, es decir, para satisfacer las necesidades de sus propias líneas de crianza de animales (broiler, cerdos, pavos y reproductoras), la mencionada planta cuenta con distintas áreas las cuales son, producción, mantenimiento, calidad, logística, administración y otros.

Redondos S.A. en la ardua labor por lograr sus objetivos de producción, no da prioridad al mantenimiento de sus equipos internos de la fábrica que son primordiales para la producción, es por ello que se viene desarrollando un software logrando plasmar parte de la planificación de mantenimientos preventivos para la empresa, un software que en la actualidad no brinda los resultados esperados, hecho ocasionado por el crecimiento de la demanda en la producción de la empresa, por tanto se tiene la necesidad de evaluar propuestas donde se disminuya la necesidad del mantenimiento correctivo, se realice un plan de mantenimiento para ser más eficiente, se pueda cumplir con metas más altas, lograr objetivos más complicados y sobre todo mantenerse en la cima como una de las empresa más sólida en su rubro, por ello se evaluó en que aspectos se tienen las más grandes dificultades, las cuales se detallan a continuación:

A pesar de la planificación de mantenimiento esto no nos acerca a los resultados esperados, debido a la existencia de mantenimientos correctivos no programados y uso de maquinaria de soporte contra el paro de producción debido a que no se verifica si el mantenimiento fue realizado, hay solicitudes de mantenimiento de otras áreas pendientes de atención, estos problemas en referencia a la planificación del mantenimiento pueden resolverse con la implementación de un sistema integrado que conecte la diferentes áreas involucradas para tener un proceso con menos interrupciones y no tener la necesidad de usar maquinaria adicional, así mismo no tener un registro de estos mantenimientos, al realizar mantenimiento fuera del tiempo no programados genera costos elevados para la organización.

La producción interna de la empresa es alimento balanceado para pollos, que a su vez es usado para alimentar a su materia prima y producir el producto final de venta externa que sería el elemento cárnico, actualmente existe una merma del proceso que no es mayor del

0,15%, aunque la cifra es menor se busca disminuirla aún más ya que representa una pérdida para la empresa.

Actualmente Redondos S.A. opera con un software convencional, lo que ha generado una serie de problemas significativos que han afectado su eficiencia operativa y, en consecuencia, su producción. La falta de integración de datos ha llevado a la duplicación de información y errores, dificultando la toma de decisiones informadas. Esto, junto con una planificación de mantenimiento ineficiente, ha resultado en un aumento de los tiempos de inactividad y una reducción en la capacidad de producción. Además, el control limitado de los activos y la gestión inadecuada de inventarios han provocado demoras en el mantenimiento y escasez de piezas críticas. La falta de análisis de datos y un enfoque estandarizado han impedido la identificación de áreas de mejora, generando un incremento en los costos operativos. Como resultado, estas deficiencias han contribuido a una disminución de 0,15 en la producción, afectando la rentabilidad de la planta y su competitividad en el mercado.

Considerando la situación de la empresa se pretende implementar el software SAP PM con lo que se buscará mejorar la ejecución oportuna del plan de mantenimiento, la coordinación con las diferentes áreas, la disminución de costos por paros, así como llevar un control de los mantenimientos de los equipos, ya que existe una gran necesidad de programar los mantenimientos a realizarse y tener conocimiento de que repuestos y materiales necesitaran para los mismo, el cual mediante el levantamiento de información, el orden y la actualización serán puntos claves para alimentar la base de datos del software a implementar para busca de mejorar los procesos y gestiones de manteniendo.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la implementación del software SAP PM mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?

1.2.2 Problemas específicos

¿En qué medida la gestión de trabajos de mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?

¿En qué medida la gestión de órdenes de trabajo mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar en qué medida la implementación del software SAP PM mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar en qué medida la gestión de trabajos de mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

Determinar en qué medida la gestión de órdenes de trabajo mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

1.4 Justificación de la investigación

Al implementar el SAP PM se pretende lograr una mejora de la planificación de mantenimiento de la empresa Redondos SA, empresa encargada de producción interna de alimentos balanceados para aves que a su vez es la materia prima para la alimentación de su recurso principal. Una vez implementado este sistema se espera mejorar la gestión y planificación del mantenimiento, de esta forma disminuir las pérdidas ocasionadas por una mala planificación.

La implementación del software SAP PM contribuirá a mejorar la planificación del mantenimiento, disminuir los tiempos muertos en producción, asignación correcta de personal, eso con el fin de mejorar la calidad y reducir los costos en la empresa Redondos S.A.

1.4.1 Justificación Teórica

Desde el punto de vista teórico, esta investigación contribuye al análisis de la relación entre sistemas de información industriales y gestión del mantenimiento. El estudio permite examinar cómo la implementación de plataformas ERP especializadas influye en la eficiencia operativa, integrando conceptos de ingeniería de mantenimiento y administración de activos.

1.4.2 Justificación Práctica

. En el ámbito práctico, la investigación proporciona un modelo aplicable para mejorar la planificación del mantenimiento en entornos industriales reales. Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para organizaciones que buscan modernizar sus procesos mediante herramientas tecnológicas especializadas.

1.4.3 Justificación Metodológica

La investigación utilizará un enfoque metodológico que combina estudios de caso y análisis cuantitativo, permitiendo una evaluación robusta de los impactos de la implementación del sistema SAP PM. Esta metodología permitirá recoger datos específicos sobre el rendimiento antes y después de la implementación, facilitando una comparación clara que

respalde los resultados. Además, el enfoque permitirá la triangulación de datos, aumentando la validez y la fiabilidad de los hallazgos.

1.4.4 Justificación Social

La mejora en la planificación del mantenimiento a través de la implementación de SAP PM tiene implicaciones sociales importantes. Al optimizar los procesos de producción en la planta de alimentos balanceados, se garantizará un suministro más eficiente de productos alimenticios, contribuyendo así a la seguridad alimentaria. Además, una gestión de mantenimiento más efectiva puede llevar a un entorno de trabajo más seguro y estable para los empleados, reduciendo el estrés laboral y mejorando las condiciones generales de trabajo.

1.4.5 Justificación Tecnológica

La investigación se justifica tecnológicamente al explorar la necesidad de adoptar soluciones avanzadas como el SAP PM en un entorno industrial que requiere agilidad y eficiencia. La implementación de este sistema no solo moderniza los procesos de mantenimiento, sino que también posiciona a la planta como un referente en el uso de tecnologías emergentes en la industria. Esto fomenta una cultura de innovación y adaptación tecnológica que es esencial para competir en un mercado cada vez más globalizado.

1.4.6 Justificación Económica

Desde el punto de vista económico, la implementación del sistema SAP PM está justificada por el potencial ahorro de costos que puede generar a largo plazo. Al optimizar la planificación del mantenimiento, se prevé una reducción en los tiempos de inactividad, una mejora en la eficiencia operativa y una disminución de costos asociados con fallas inesperadas y mantenimiento reactivo. Estos ahorros pueden traducirse en un aumento en la rentabilidad de la planta, lo que a su vez puede permitir reinversiones en mejoras adicionales y en la capacitación del personal.

1.5 Delimitaciones del Estudio

1.5.1 Delimitación espacial

La investigación se realizará en la Planta de Alimentos Balanceados – Redondos S.A. específicamente enfocada al área de planificación.

1.5.2 Delimitación temporal

La investigación se realizará dentro de los años 2019 – 2020.

1.5.3 Delimitación social

La investigación netamente a los procesos de planificación, sin embargo, puede incluir a los trabajadores ya que depende de estos métodos de planificación y son los que realizan los procesos dentro de la empresa.

1.6 Viabilidad del estudio

La investigación es viable, ya que se cuenta con la autorización para uso de información de la empresa, así mismo se cuenta con los recursos necesarios: económicos, humanas y tecnológicos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se revisaron diversos estudios previos de alcance nacional e internacional relacionados con la implementación de sistemas ERP, específicamente el módulo SAP PM, y su impacto en la gestión y planificación del mantenimiento. Estos antecedentes permitieron identificar enfoques metodológicos, resultados relevantes y aportes que sustentan la viabilidad del estudio.

2.1.1 Antecedentes nacionales

- i. Sulca (2021) Su investigación en Perú tuvo como objetivo general, *“Implantar SAP R/3 Módulo PM (Mantenimiento de Planta) como solución ERP viable para optimizar los procesos de mantenimiento en las centrales hidroeléctricas de la “Empresa Generadora de Energía Eléctrica”, se realizó un estudio de nivel descriptivo y diseño experimental, La implementación de SAP R/3 PM permitió optimizar las actividades de mantenimiento en las centrales hidroeléctricas de la “Empresa Generadora de Energía Eléctrica”. Como resultado, se evidenció una disminución de las indisponibilidades programadas, alcanzando una reducción de 400 horas en la Central Hidroeléctrica “X” y de 340 horas en la Central Hidroeléctrica “Y”, se optimizó el tiempo de reparación el cual se redujo en 5.27 horas, se aumentó el tiempo de operación entre fallas a 87.71 horas, logrando un aumento en la disponibilidad de las centrales hidroeléctricas en un 19%, hubo una reducción de costos de mantenimiento, optimizando las horas- hombre, con un ahorro de \$37,779.94 USD y una disminución de costos por pérdida de producción en \$478,880 USD para el año 2019.*
- ii. Uriarte (2021) Su investigación en Perú tuvo como objetivo general *“Evaluar la gestión de mantenimiento de la avícola, Trujillo 2021”*, se realizó un estudio por su

- naturaleza fue no experimental, de enfoque cuantitativo, según su alcance, descriptivo simple y según su temporalidad, de corte transversal. evaluó la gestión del mantenimiento en una empresa avícola, identificando deficiencias en la ejecución de actividades preventivas y predictivas. Como resultado, el autor concluyó que la implementación de un sistema ERP como SAP PM resulta necesaria para optimizar las labores de mantenimiento y fortalecer la planificación de los equipos críticos.
- iii. Mendoza (2022) Su investigación en Perú tuvo como objetivo general, *“Implementar una solución basada en el uso de la aplicación SAP módulo PM para la gestión de mantenimiento de la organización ”*, la metodología utilizada fue aplicar un ciclo de mejora continua también llamado ciclo PDCA, analizó la aplicación del módulo SAP PM en la gestión de mantenimiento de una organización industrial, utilizando el ciclo de mejora continua como enfoque metodológico. Los resultados mostraron una mejora progresiva en los procesos del área de mantenimiento, destacando el aporte del sistema en la estandarización de actividades y el control de los activos.
- iv. Negri (2021) Su investigación en Perú tuvo como objetivo general, *“Implementar un sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la efectividad global de los equipos (OEE) en la Empresa Récord S.A..”*, se realizó un estudio de tipo aplicada y método explicativo con un diseño cuasi experimental, realizó un estudio cuasi experimental enfocado en la mejora de la efectividad global de los equipos mediante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento. Los resultados obtenidos evidenciaron un incremento significativo en los indicadores de desempeño, lo que permitió concluir que la aplicación de herramientas tecnológicas contribuye positivamente a la eficiencia operativa.

- v. Villegas (2016), Su investigación en Perú tuvo como objetivo general “*Generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño en la empresa*”, fue de tipo descriptivo – correlacional. Hubo diversas técnicas de recolección de información: entrevista, encuesta y focus group. propuso una mejora en la gestión del mantenimiento con el objetivo de optimizar el desempeño de los equipos en una empresa constructora. El estudio destacó la importancia de la planificación y capacitación del personal, logrando un incremento en la disponibilidad de los equipos y una reducción de los costos operativos.

2.1.2 Antecedentes internacionales

- Santizo (2021), Su investigación en Guatemala tuvo como objetivo general “*Mejorar el sistema de gestión de mantenimiento a través de la implementación del módulo PM de la herramienta SAP con el fin de aumentar la eficiencia de los procesos del área de mantenimiento de una empresa de licores en el municipio de Mixco, Guatemala* ”, el tipo de investigación fue explicativo-aplicativo y el diseño fue no experimental, la población fue los Colaboradores de una empresa de licores en Mixco, Guatemala. desarrolló una investigación en Guatemala enfocada en la mejora del sistema de gestión de mantenimiento mediante la implementación del módulo SAP PM en una empresa del sector industrial. Los resultados demostraron que la propuesta es viable y rentable, en comparación con las pérdidas económicas generadas por la falta de control en las actividades de mantenimiento.
- Morán (2021), su estudio de realizo en Quito, Ecuador tuvo como objetivo general el “*Analizar el sistema de mantenimiento de la empresa FADESA Fabrica de Envases S.A, Quito, para la implementación del módulo de mantenimiento en el sistema SAP*”, se realizó un estudio de nivel descriptivo y diseño experimental, El lanzamiento operativo del módulo SAP PM fue exitoso y no se presentaron errores

en la configuración. Esto fue celebrado en un evento con la participación del personal administrativo, quienes recibieron certificación como "Super User", se estableció una estructuración jerárquica de las ubicaciones técnicas y se cargaron aproximadamente 500 planes de mantenimiento en la base de datos del módulo PM, lo cual incluye mantenimientos a equipos principales y componentes críticos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Mantenimiento

El mantenimiento puede entenderse como el conjunto de acciones técnicas y administrativas orientadas a conservar o restablecer los equipos y sistemas productivos en condiciones adecuadas de operación, permitiendo que estos cumplan de manera eficiente con las funciones para las cuales fueron diseñados. Una gestión de mantenimiento adecuada no solo impacta en la continuidad operativa, sino también en la calidad del producto final y en la competitividad de la organización.

Desde una perspectiva estratégica, el mantenimiento cumple un rol fundamental dentro de la gestión industrial, ya que contribuye a minimizar fallas inesperadas, reducir costos asociados a paradas no programadas y prolongar la vida útil de los activos. En este sentido, una correcta planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento permite asegurar la disponibilidad de los equipos y optimizar el uso de los recursos técnicos y humanos.

Diversos autores coinciden en que el mantenimiento no debe limitarse únicamente a la corrección de fallas, sino que debe concebirse como un proceso integral que involucra la prevención, el análisis de causas y la mejora continua de los sistemas productivos. De acuerdo con Prando (1996), el objetivo principal del mantenimiento es garantizar que la infraestructura y los equipos de la planta se mantengan en condiciones óptimas, evitando interrupciones en los procesos de producción y asegurando la eficiencia operativa.

En consecuencia, la gestión del mantenimiento implica la coordinación, programación y control de las actividades necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos, integrándose de manera transversal con las demás áreas de la organización. Esta integración permite una mejor toma de decisiones, basada en información confiable y oportuna, orientada a la mejora del desempeño global de la empresa.

Tipos de mantenimiento

El mantenimiento industrial puede clasificarse en distintos tipos, de acuerdo con el momento en que se ejecuta y el objetivo que persigue dentro del proceso productivo. Esta clasificación permite a las organizaciones seleccionar la estrategia más adecuada para asegurar la continuidad operativa y el correcto funcionamiento de sus equipos.

2.2.1.1 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realiza cuando ocurre una falla o avería que impide el funcionamiento normal de un equipo. Su principal finalidad es restablecer la operatividad del activo en el menor tiempo posible, con el fin de reducir el impacto negativo en la producción. Este tipo de mantenimiento puede dividirse en dos categorías:

- **Correctivo no planificado:**

Se ejecuta de manera inmediata ante una falla inesperada que genera la detención del equipo o compromete la seguridad del proceso productivo. Generalmente, este tipo de intervención implica mayores costos, ya que no existe una programación previa de recursos, repuestos ni personal, y suele generar interrupciones imprevistas en la producción.

- **Correctivo planificado:**

Se aplica cuando la falla ha sido identificada con anticipación y se programa la intervención en un momento determinado. En este caso, la empresa dispone previamente de los recursos necesarios, como repuestos, herramientas y personal

técnico, lo que permite una ejecución más ordenada y un mejor control de los costos asociados a la reparación.

2.2.1.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo comprende un conjunto de actividades programadas que se realizan con el propósito de evitar la ocurrencia de fallas y asegurar el funcionamiento continuo de los equipos. Estas acciones se basan en inspecciones periódicas, limpieza, ajustes y reemplazo de componentes antes de que se produzca una avería.

Este tipo de mantenimiento se caracteriza por anticiparse a los problemas operativos, permitiendo detectar posibles anomalías en etapas tempranas. De esta manera, se contribuye a reducir la frecuencia de fallas inesperadas, prolongar la vida útil de los equipos y mejorar la confiabilidad del sistema productivo.

Asimismo, el mantenimiento preventivo facilita una mejor planificación de los recursos y disminuye la dependencia del mantenimiento correctivo, lo que se traduce en una mayor estabilidad operativa y una reducción de los costos derivados de paradas no programadas.

Definiciones relacionadas al mantenimiento

Mantenimiento de Mejora

Está relacionado a las modificaciones que se podrían hacer a los equipos para un mejor funcionamiento y así optimizar la productividad.

Mantenimiento de Oportunidad

Se aprovecha que los equipos estén detenidos por algún contratiempo o falla, mientras se busca hacer un mantenimiento preventivo o potenciar algunos componentes y de esta forma agilizar o adelantar el mantenimiento programado.

Confiabilidad

Cada maquinaria o equipo de trabajo cuenta con un tiempo de garantía de no falla, este tiempo con ayuda de los mantenimientos preventivos pueden extenderse. Sin embargo, llega un momento que el equipo se vuelve obsoleto ya sea por inexistencia de refacciones o por fallas múltiples.

Mantenibilidad

Es el tiempo que comprende la refacción del equipo. Depende de la magnitud del daño del equipo y el modo de instalación.

Indicadores en el Mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento constituyen herramientas fundamentales para evaluar el desempeño de los equipos y la eficacia de la gestión del mantenimiento dentro de una organización. A través de estos indicadores es posible medir el comportamiento operativo de los activos, identificar oportunidades de mejora y respaldar la toma de decisiones orientadas a optimizar los procesos productivos.

El uso de indicadores permite comparar el estado de los equipos antes y después de la aplicación de estrategias de mantenimiento, así como analizar el impacto de las acciones implementadas en términos de eficiencia, confiabilidad y continuidad operativa.

- **Disponibilidad**

La disponibilidad se refiere a la probabilidad de que un equipo se encuentre operativo y en condiciones de funcionamiento durante un periodo determinado. Este indicador refleja la capacidad del sistema para mantenerse activo cuando es requerido dentro del proceso productivo.

La disponibilidad depende principalmente del tiempo promedio entre fallas y del tiempo necesario para restablecer la operatividad del equipo luego de una avería. Un valor elevado de

disponibilidad indica que el equipo presenta menos interrupciones por fallas y que los tiempos de reparación son reducidos, contribuyendo a una mayor continuidad en la producción.

Desde el punto de vista de la gestión del mantenimiento, mejorar la disponibilidad implica reducir la frecuencia de fallas y optimizar los tiempos de respuesta ante incidencias técnicas.

- **Fiabilidad**

La fiabilidad está asociada a la capacidad de un equipo para operar sin presentar fallas durante un intervalo de tiempo específico. Este indicador permite evaluar el comportamiento del activo en condiciones normales de operación y su desempeño a lo largo del tiempo.

Un equipo con alta fiabilidad presenta menor frecuencia de fallas, lo que facilita la planificación de las actividades de mantenimiento y reduce la necesidad de intervenciones correctivas no programadas. El análisis de la fiabilidad se apoya en el registro histórico de fallas, permitiendo identificar patrones y causas recurrentes que pueden ser mitigadas mediante acciones preventivas.

En este sentido, la fiabilidad se convierte en un elemento clave para fortalecer la planificación del mantenimiento y mejorar la estabilidad del sistema productivo.

- **Mantenibilidad**

La mantenibilidad hace referencia a la facilidad y rapidez con la que un equipo puede ser reparado o restablecido a su condición operativa luego de presentarse una falla. Este indicador está directamente relacionado con el tiempo requerido para ejecutar las actividades de mantenimiento correctivo.

Una adecuada mantenibilidad permite reducir los tiempos de reparación, disminuir los periodos de inactividad y mejorar la disponibilidad de los equipos. Factores como el diseño del equipo, la accesibilidad a sus componentes, la disponibilidad de repuestos y la capacitación del personal influyen de manera directa en este indicador.

Por lo tanto, una gestión eficiente de la mantenibilidad contribuye a optimizar los recursos de mantenimiento y a garantizar una respuesta oportuna ante fallas operativas.

Análisis de equipos

De acuerdo a García (2003), “Es necesario analizar cada uno de los equipos que conforman la planta con un nivel adecuado de detalle, con la finalidad de identificar qué actividades de mantenimiento resultan convenientes y cuáles no generan beneficios para la operación”.

Con esto quiere decir que debemos tener en cuenta los distintos equipos y su posición dentro del proceso industrial, ya que cada equipo puede tener diferente intensidad de trabajo de acuerdo en que parte de la producción se encuentre, debemos evaluar el coste de reparación y la importancia del equipo dentro de la línea de producción.

Para ello es importante recabar la siguiente información:

- Repuestos requeridos para el stock
- Subcontratos con fabricantes terceros
- Trabajos que se realicen durante las paradas programadas
- Equipos de planta, ubicación e importancia

Lista de equipos

Para plasmar la importancia de equipos debe elaborar una lista donde podamos distinguir los niveles señalando la dependencia e importancia entre equipos.

Dentro de la empresa podemos encontrar diferentes líneas de producción con equipos iguales que cumplen un tipo de función en mayor, menor intensidad o puede estar en una prioridad más alta al depender otras líneas de ello.

Para poder hacer un correcto análisis de equipo, García (2003) nos detalla las siguientes definiciones:

- Planta: Corresponde al centro donde se desarrollan las actividades de trabajo y producción
- Área: Sector de la planta que comparte determinadas características, como centros de costos, funciones específicas, similitud entre equipos o líneas de producción.
- Equipo: Unidad operativa que forma parte de un área determinada y cumple una función específica dentro del proceso productivo.
- Sistema: Conjunto de partes que conforman un equipo. Por ejemplo, el motor de la bomba de lubricación de un compresor. Es importante diferenciar un sistema de un equipo, ya que un equipo puede encontrarse conectado o brindar servicio a más de una unidad al mismo tiempo.
- Componentes: Elementos internos que conforman un sistema o equipo. Por ejemplo, un rodamiento de motor o la junta rascadora de un cilindro neumático.

Codificación de equipos

Todo sistema de mantenimiento requiere contar con un registro adecuado de activos y una estructura de codificación que permita identificar cada equipo durante su ciclo de vida. La ausencia de códigos definidos dificulta el seguimiento del comportamiento de los activos y limita el control de las actividades de mantenimiento, especialmente en plantas de gran magnitud.

Asimismo, disponer de una codificación organizada facilita el registro de información técnica, el control de historial de fallas y la localización de los equipos dentro de la operación. En ese sentido, Clemenza (2018) señala que una correcta codificación de activos debe permitir a la organización realizar un seguimiento preciso de los equipos y contribuir a la toma de decisiones oportunas mediante el uso de indicadores de mantenimiento.

Todo sistema de mantenimiento requiere, como etapa inicial, la elaboración de un registro organizado de activos y el diseño de una estructura de codificación que permita identificar cada equipo durante todo su ciclo de vida. Sin una codificación definida por la propia organización resulta complejo realizar el seguimiento del desempeño de los activos, especialmente en plantas de gran magnitud, donde la falta de identificación estructurada dificulta el control operativo.

De acuerdo con Clemenza (2018), la estructura de codificación más adecuada para una organización de mantenimiento es aquella que facilita un control riguroso de los activos y permite su monitoreo continuo. Asimismo, esta codificación debe contribuir a la generación de indicadores que apoyen la toma de decisiones oportunas dentro de la gestión del mantenimiento.

No se recomienda utilizar únicamente el número de serie del fabricante como sistema de identificación, ya que este puede deteriorarse o desprenderse durante la vida útil del equipo. Como alternativa, es posible emplear placas adheridas con materiales de alta resistencia o, cuando la estructura del equipo lo permita, grabar físicamente el código asignado. También es importante considerar que algunos equipos producidos en serie pueden compartir el mismo número de fabricación; en estos casos, se debe complementar la identificación con códigos adicionales que aseguren la individualización de cada activo.

En relación con la selección de la estructura funcional de codificación, esta debe diseñarse en función de las necesidades de control de la planta. Clemenza (2018) señala que, a partir de su experiencia en entornos industriales, es posible estructurar los códigos mediante diferentes esquemas jerárquicos, entre los cuales destacan los siguientes:

Estructura numérica

Este sistema emplea exclusivamente valores numéricos organizados de manera jerárquica para representar sistemas, subsistemas y equipos.

Ejemplo:

01: Sistema de preparación.

0101: Subsistema correspondiente al área de mezclado

010101: Conjunto de mezcladoras

010102: Conjunto de filtros

Estructura alfanumérica

En este caso, la codificación combina letras y números siguiendo la secuencia del proceso productivo, lo que facilita la identificación funcional de los equipos dentro de la planta.

Ejemplo:

B: Planta Barquisimeto

BA: Planta de acería

BAA: Sistema de carga y transporte de metálicos

BAA01: Subsistema de grúas puente de carga

BAA01GA: Grúa A de 10 toneladas

BAA01GB: Grúa B de 10 toneladas

BAA02: Subsistema de transporte y pesaje

BAB: Sistema de fundición de hornos

BABH01: Horno 1

BABH02: Horno 2

BAC: Sistema de grúas de coladas

Estructura funcional

La codificación funcional organiza los equipos en función de las actividades y procesos que se desarrollan dentro de la planta. Este tipo de estructura es ampliamente utilizado en industrias petroleras, químicas y petroquímicas, debido a que suele alinearse con estándares establecidos por normativas ISO. Su composición combina letras y números que representan

áreas, sistemas y componentes del proceso productivo, permitiendo identificar la función específica de cada equipo dentro del sistema general.

Ejemplo:

P-620 A/B: Bombas de agua de alimentación a la caldera auxiliar H-620

P-620A-M: Motor de la bomba de alimentación A

P-620B-T: Turbina de accionamiento de la bomba P-620^a

H-600A: Caldera de alimentación a la turbina T-620

Estructura nemotécnica

La codificación nemotécnica se basa en la asociación directa entre el código y el proceso productivo, utilizando abreviaturas que facilitan la identificación rápida de sistemas y equipos. Este método permite relacionar intuitivamente el código con la función del activo dentro de la planta.

Ejemplo:

K: Sistema ketchup

KP: Subsistema de preparación

KPHG01: Homogeneizador Gaulin

KPHG01MO01: Motor número uno del homogeneizador Gaulin

KE: Subsistema de envasado

Es importante resaltar que la efectividad de cualquier sistema de codificación depende de su adecuación a las características y requerimientos específicos de la planta. La estructura seleccionada debe facilitar la identificación, el control y la gestión de los activos.

De acuerdo con las normas de diseño de la International Organization for Standardization (ISO), las plantas industriales suelen organizarse por secciones o áreas funcionales. A partir del análisis de diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID), es posible identificar funciones que atraviesan diferentes zonas de la planta, agrupando equipos que

participan en un mismo proceso aunque se encuentren físicamente dispersos. La incorporación de códigos adicionales de ubicación (C.U.) permite una localización más precisa de los equipos, lo cual resulta especialmente útil para el personal de mantenimiento externo y para optimizar intervenciones mayores como paradas de planta u operaciones de overhaul.

2.2.2 Planificación

La planificación constituye un proceso fundamental dentro de la gestión organizacional, ya que permite establecer de manera anticipada las acciones, recursos y tiempos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. En el ámbito del mantenimiento industrial, la planificación adquiere especial relevancia, debido a que influye directamente en la continuidad operativa, el uso eficiente de los recursos y la reducción de fallas inesperadas.

Una planificación adecuada del mantenimiento permite organizar las actividades de forma sistemática, priorizando los equipos críticos y alineando las acciones técnicas con los objetivos estratégicos de la empresa. De esta manera, se logra una gestión más ordenada y se minimizan las interrupciones en los procesos productivos.

Desde el enfoque corporativo, la planificación puede clasificarse en tres niveles: estratégica, táctica y operacional, los cuales se complementan entre sí para garantizar una ejecución eficiente de las actividades de mantenimiento.

2.2.2.1 Planificación estratégica

La planificación estratégica se orienta a definir los objetivos de largo plazo de la organización en relación con la gestión del mantenimiento. Este nivel de planificación es responsabilidad de la alta dirección y establece lineamientos generales que guían las decisiones futuras.

En el contexto del mantenimiento, la planificación estratégica busca establecer metas globales, como la reducción de costos operativos, el incremento de la disponibilidad de los

equipos o la mejora de la confiabilidad del sistema productivo. Estas directrices permiten alinear las actividades de mantenimiento con la visión y los objetivos generales de la empresa.

2.2.2.2 Planificación táctica

La planificación táctica se encarga de traducir los objetivos estratégicos en planes de acción concretos a mediano plazo. En este nivel se definen las estrategias específicas que permitirán alcanzar las metas establecidas por la planificación estratégica.

Dentro del mantenimiento, la planificación táctica puede incluir la implementación de programas de mantenimiento preventivo, la priorización de equipos críticos, el establecimiento de frecuencias de inspección y la asignación de recursos técnicos y humanos. Este tipo de planificación facilita la coordinación entre las diferentes áreas involucradas y permite una ejecución más controlada de las actividades programadas.

2.2.2.3 Planificación operacional

La planificación operacional se enfoca en la ejecución diaria de las actividades de mantenimiento. En este nivel se detallan las tareas específicas a realizar, los responsables, los tiempos de ejecución y los recursos necesarios para cada intervención.

Este tipo de planificación permite organizar el trabajo de manera precisa, asegurando que las actividades de mantenimiento se realicen conforme a lo programado. Además, contribuye a un mejor control del cumplimiento de las órdenes de trabajo y facilita el seguimiento de los resultados obtenidos, generando información útil para la mejora continua del proceso.

Planificación del mantenimiento

Según Garrido (2003), menciona “para la planificación del mantenimiento es necesario realizar un seguimiento de las rutas diarias, hay que realizarlas todos los días, por

lo que será necesario sencillamente determinar a qué hora se realizaran, y quien es el responsable de llevarlas a cabo”

En nuestro caso se dispone a implementar un programa informático para la gestión de la información sobre mantenimiento, este nos permitirá tener los datos a disposición registrando el plan de mantenimiento sincerando la información ya obtenida, de manera que podremos tener una mejor toma de decisiones.

Gestión de la información en el mantenimiento

Los datos corresponden al conjunto de registros, valores y anotaciones que se generan diariamente durante las actividades de mantenimiento. Cuando estos datos son organizados y procesados de manera adecuada, se convierten en información útil para apoyar la toma de decisiones dentro de la gestión del mantenimiento.

De acuerdo con García (2003), el área de mantenimiento produce una gran cantidad de datos que requieren ser clasificados y analizados correctamente para transformarlos en información relevante.

Por ello, es importante mantener un adecuado orden y control de los registros obtenidos, ya que esto facilita el seguimiento de las actividades de mantenimiento, el control de costos, la consulta de información histórica y la obtención de indicadores y ratios para evaluar el desempeño operativo.

Para la recopilación de datos utilizaremos las siguientes herramientas:

Órdenes de trabajo (O.T)

La orden de trabajo constituye el documento mediante el cual el área de mantenimiento comunica al personal técnico las actividades que deben ejecutarse en un equipo o instalación determinada. Además de servir como guía para la intervención, representa una importante fuente de información para el control y seguimiento de las labores de mantenimiento realizadas.

Dentro de una orden de trabajo se registran datos relevantes como:

- Número correlativo de la orden para su identificación.
- Equipo o instalación donde se efectuará la intervención.
- Descripción de la actividad o de la falla detectada.
- Herramientas y materiales requeridos para la ejecución.
- Riesgos asociados al trabajo y medidas de seguridad necesarias.
- Nivel de prioridad asignado.
- Fecha y hora de emisión de la orden.

En una planta industrial resulta fundamental establecer responsables y procedimientos relacionados con la generación, autorización, ejecución y cierre de las órdenes de trabajo. Para ello, es necesario definir un flujo de atención que permita identificar claramente las funciones y responsabilidades de cada persona involucrada durante el proceso.

Asimismo, las órdenes de trabajo pueden clasificarse principalmente en órdenes correctivas y órdenes preventivas, debido a que ambas poseen características y finalidades distintas dentro de la gestión del mantenimiento.

Orden de trabajo correctiva

La orden de trabajo correctiva es el documento mediante el cual se formaliza la solicitud de intervención para solucionar una falla detectada en un equipo. También puede denominarse reporte de avería, solicitud de mantenimiento o parte de trabajo. Su función principal es registrar la información necesaria para ejecutar, controlar y documentar la reparación.

Una orden de trabajo correctiva se estructura generalmente en tres secciones diferenciadas, cada una asociada a los responsables del proceso:

- Sección completada por el solicitante

- Sección correspondiente al planificador u organizador del mantenimiento
- Sección registrada por el personal ejecutor de la intervención

En muchos sistemas de gestión, estas secciones pueden presentarse como formularios independientes integrados dentro del mismo proceso.

La sección que completa el solicitante debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

- Número de orden de trabajo
- Identificación del solicitante
- Fecha y hora exacta de la solicitud, lo cual permite evaluar tiempos de respuesta e indisponibilidad del equipo
- Descripción detallada de los síntomas observados en el equipo, incluyendo condiciones de operación, ruidos anormales o comportamientos inusuales previos a la falla
- Nivel de prioridad asignado, con el fin de facilitar la programación de la intervención según la criticidad del problema

Por su parte, la sección elaborada por el responsable de planificación del mantenimiento debe contener:

- Evaluación de riesgos asociados a la tarea
- Medidas de seguridad y precauciones a considerar
- Equipos de protección personal requeridos
- Materiales y herramientas necesarias para la intervención
- Fecha y hora programadas para la ejecución del trabajo, cuando corresponda

La sección que completa el ejecutante de la orden de trabajo debe registrar:

- Fecha y hora de inicio de la intervención
- Personal que participó en la actividad
- Fecha y hora de finalización

- Repuestos o insumos utilizados
- Descripción de las acciones realizadas
- Estado final de la orden (concluida, parcialmente concluida o pendiente)
- Observaciones adicionales o recomendaciones técnicas

En instalaciones donde la seguridad tiene alta relevancia, la información relacionada con riesgos y protección puede gestionarse mediante un documento independiente denominado permiso de trabajo. Este debe ser autorizado por el responsable de seguridad, quien verifica que las condiciones del área sean adecuadas antes de iniciar la intervención.

Orden de trabajo preventiva

Las órdenes de trabajo preventivas presentan una estructura distinta, ya que corresponden a actividades previamente definidas y repetitivas dentro de un programa de mantenimiento planificado. Debido a que estas tareas se ejecutan con regularidad, su planificación es más precisa y estandarizada. También se conocen como rutas o gamas de mantenimiento.

Una orden de trabajo preventiva suele incluir los siguientes elementos:

- Código identificador de la ruta de mantenimiento
- Periodicidad de ejecución
- Fecha programada de realización
- Tiempo estimado de intervención
- Registro de fecha y hora de inicio y finalización
- Identificación del personal responsable
- Evaluación de riesgos, medidas de seguridad y equipos de protección requeridos
- Relación de herramientas y materiales necesarios

- Secuencia detallada de tareas a ejecutar, que constituye el componente principal del documento
- Valores de referencia para mediciones técnicas, que permitan detectar desviaciones respecto a condiciones normales
- Resultado de la intervención, registrado de forma breve y estandarizada
- Observaciones relevantes posteriores a la ejecución

2.2.3 SAP Modulo Mantenimiento PM

El módulo SAP PM (Plant Maintenance) forma parte del sistema ERP SAP y está orientado a la gestión integral de las actividades de mantenimiento de los activos físicos de una organización. Su principal finalidad es apoyar la planificación, ejecución y control del mantenimiento, proporcionando información estructurada y en tiempo real que facilite la toma de decisiones.

A través del módulo SAP PM es posible centralizar la información relacionada con los equipos, ubicaciones técnicas, órdenes de trabajo, planes de mantenimiento y registros históricos de fallas. Esta integración permite mejorar la coordinación entre las áreas involucradas y optimizar el uso de los recursos disponibles, reduciendo la dependencia de procesos manuales y dispersos.

El uso del SAP PM contribuye a estandarizar los procesos de mantenimiento, permitiendo que las actividades se desarrollen de manera ordenada y conforme a criterios previamente definidos. De esta forma, la organización puede contar con una visión clara del estado de sus activos y anticiparse a posibles fallas mediante una adecuada planificación.

2.2.3.1 Funciones del módulo SAP PM

Entre las principales funciones del módulo SAP PM se encuentra la gestión de datos maestros de mantenimiento, que incluye el registro y actualización de equipos, ubicaciones

técnicas y listas de materiales. Estos datos constituyen la base para una correcta planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

Asimismo, el módulo permite la creación y seguimiento de órdenes de trabajo, facilitando el control de las actividades realizadas, los tiempos de ejecución y los recursos utilizados. Esto posibilita un mejor seguimiento del cumplimiento de las tareas programadas y una evaluación más precisa del desempeño del área de mantenimiento.

Otra función relevante del SAP PM es la gestión de planes de mantenimiento preventivo, los cuales pueden programarse de acuerdo con criterios de tiempo, uso o condición del equipo. Esta funcionalidad permite reducir la ocurrencia de fallas inesperadas y mejorar la confiabilidad de los activos.

2.2.3.2 Beneficios del módulo SAP PM

La implementación del módulo SAP PM genera diversos beneficios para la gestión del mantenimiento. Entre los principales se encuentra la mejora en la planificación y control de las actividades, lo que contribuye a reducir los tiempos de inactividad y los costos asociados a mantenimientos correctivos no programados.

Adicionalmente, el SAP PM permite contar con información confiable y actualizada, facilitando el análisis del desempeño de los equipos y la identificación de oportunidades de mejora. El acceso a datos históricos de fallas y mantenimientos ejecutados permite optimizar las estrategias de mantenimiento y fortalecer la toma de decisiones.

Finalmente, la integración del SAP PM con otros módulos del sistema SAP favorece una gestión más eficiente de los recursos de la empresa, alineando las actividades de mantenimiento con los objetivos operativos y estratégicos de la organización.

2.2.4 Antecedentes de la empresa

Redondos S.A. es una empresa de productos cárnicos que cuenta con líneas de producción de pollos, pavos, reproductoras y cerdos, contamos con una unidad de Alimentos balanceados el cual será nuestra área de estudio.

Redondos cuenta con 48 años en el sector agroindustrial con el cual a través de su historia ha ido evolucionando de la mano con las nuevas necesidades del mercado y la población peruana, entre la información más relevante destacamos lo siguiente:

InfoEmpresa (2017), nos muestra la siguiente información sobre la empresa Redondos S.A.

- **RUC:** 20221084684
- **Razón Social:** REDONDOS S A
- **Nombre Comercial:** Redondos
- **Tipo Empresa:** Sociedad Anónima
- **Dirección legal:** Jr. General Borgoño Nro. 250
- **Urbanización:** Miraflores
- **Distrito/Ciudad:** Miraflores
- **Departamento:** Lima, Perú
- **Fecha de inicio de actividades:** 28 de abril de 1994
- **Teléfono:** 01- 2391644
- **Página Web:** <http://www.redondos.com.pe>
- **Visión**

Ser la empresa líder en el mercado de productos cárnicos, innovando y agregando valor a nuestros clientes y consumidores a nivel nacional y con proyección internacional.

- **Misión**

Contribuir con la nutrición de los peruanos, generando bienestar a las familias.

- **Valores:**

Amor a la patria

Nuestra organización funda sus raíces en un amor profundo por el país y en el deseo de contribuir con su desarrollo. Buscamos una sociedad más justa, solidaria, respetuosa de su historia y de sus recursos naturales.

Integridad

Las decisiones que tomamos y nuestras relaciones con los demás están basadas en la ética, respeto y honradez. Hacemos lo correcto, por las razones correctas, del modo correcto

Compromiso

Nuestros logros se construyen en equipo, de manera organizada, con lealtad, disciplina, responsabilidad y en base a una vocación de servicio hacia nuestros clientes internos y externos.

Pasión por la excelencia

Los detalles marcan la diferencia. Guiados siempre por la innovación, nos orientamos al cambio teniendo en cuenta el deseo de superación constante. Proveemos productos y servicios de calidad a nuestros clientes, haciendo un uso eficiente de los recursos, las inversiones y los costos.

- **Productos que ofrece:** Cuenta con productos de alta calidad para todo el público peruano diferenciados en líneas:

Línea pollo

La empresa ofrece pollo fresco en diversas presentaciones, entre las que se encuentran pollo entero con o sin menudencia, pollo brasa, pollo light, baby

chicken y pollipavo. Asimismo, dispone de distintos cortes y derivados como filete de pierna con piel, pollo trozado en ocho piezas, muslo, pechuga entera, especial, pierna y pierna con encuentro. El pollo brasa destaca por poseer una piel más delgada, característica que favorece la adherencia de la condimentación y contribuye a conservar la jugosidad del producto.

Línea pavo

Se encuentra el pavo entero, el cual es alimentado con una dieta especial para brindar una carne suave y jugosa, así mismo se encuentra también en esta línea la pechuga entera de pavo de gran tamaño y nutritiva.

Línea cerdo

Se encuentra el lechón, brazuelo de cerdo, chuleta parrillera de cerdo sin piel con hueso, panceta de cerdo, pierna de cerdo y bife de lomo de cerdo.

Línea preparados

Dentro de esta línea de productos se incluyen chicharrón de cerdo, hamburguesas caseras, nuggets de pollo, sangrecita criolla, productos de cocina fácil con sabores peruanos, enrollados de pollo, piqueos, alitas, filetes marinados, hamburguesas parrilleras y pollito sabor leña.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Mantenimiento

Sotuyo (2000) Define que:

“El mantenimiento puede entenderse como la función dentro de una organización encargada de conservar las instalaciones y equipos en condiciones adecuadas de operación, mediante actividades de inspección, control, reparación y revisión periódica”.

2.3.2 Planificación

Proceso mediante el cual se organizan y programan anticipadamente las actividades, recursos y tiempos necesarios para alcanzar objetivos específicos, permitiendo una ejecución ordenada y controlada de las acciones establecidas.

2.3.3 Disponibilidad

Indicador que expresa la capacidad de un equipo para encontrarse operativo y cumplir su función cuando es requerido, considerando los tiempos de operación y los periodos de inactividad ocasionados por fallas.

2.3.4 Fiabilidad

Gonzáles (2005) Define que:

“La fiabilidad corresponde a la capacidad o probabilidad de que un equipo desempeñe sus funciones correctamente durante un tiempo determinado y bajo condiciones específicas de operación.”

2.3.5 Mantenibilidad

Rodríguez (2008) Define que:

“La fiabilidad hace referencia a la probabilidad de que un equipo o sistema opere correctamente durante un tiempo determinado y bajo condiciones específicas de funcionamiento.”

2.3.6 Programa de mantenimiento

Duffuaa, Raouf & Dixon (2010) Definen que:

“Una lista, completa de piezas y las tareas de mantenimiento requeridas, incluyendo los intervalos con que debe realizarse el mantenimiento.”

2.3.7 Datos técnicos

Prando (1996) Define que:

“Es la suma de información referida a los datos de fabricación, operación, repuestos o planos de cada equipo y/o instalación de la planta.”

2.3.8 Mantenimiento preventivo

Duffuaa, Raouf & Dixon (2010) Definen que:

“Se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo.”

2.3.9 Mantenimiento correctivo

Acciones realizadas con el objetivo de corregir una falla y restablecer la operatividad del equipo, ya sea de manera inmediata o planificada, según la naturaleza de la avería.

2.3.10 Orden de Trabajo

Duffuaa, Raouf & Dixon (2010) Definen que:

“Una instrucción por escrito que especifica el trabajo que debe realizarse, incluyendo detalles sobre refacciones, requerimientos de personal, etc.”

2.3.11 Gestión de mantenimiento

Rodríguez (2008) Define que:

“La gestión del mantenimiento conforma el conjunto de actividades de diseño, planificación y control que tienen por objeto minimizar los costos asociados al mal funcionamiento de los equipos.”

2.3.12 ERP

Muñiz (2004) Define que:

“Un sistema ERP corresponde a una herramienta de planificación de recursos y administración de información empresarial, diseñada para integrar y organizar de manera estructurada los procesos y necesidades de gestión dentro de una organización.”

2.3.13 Adaptabilidad

Benvenuto (2006) Define que:

“Son sistemas capaces de adaptarse a cualquier empresa, independiente del sector al que pertenezcan y de las particularidades de los procesos de negocio.”

2.3.14 Sistema SAP

Okuma & Ucañan (2016) Definen que:

“SAP corresponde a las siglas de *Systems, Applications and Products in Data Processing* (Sistemas, Aplicaciones y Productos para el Procesamiento de Datos).

Asimismo, señalan que SAP ERP es un sistema desarrollado por la empresa alemana SAP AG, diseñado para integrar las distintas áreas de una organización mediante una plataforma única que facilita el intercambio de información, el procesamiento de datos y el apoyo en la toma de decisiones..”

Plataforma de planificación de recursos empresariales que permite gestionar de manera integrada los procesos operativos, administrativos y estratégicos de una organización.

2.3.15 Datos maestros

Ortega (2007) Define que:

“Se define como el conjunto de datos necesarios dentro del sistema SAP para respaldar la gestión del mantenimiento, permitiendo organizar información relacionada con aspectos técnicos y organizacionales.”

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La implementación del software SAP PM mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

2.4.2 Hipótesis específicas

La gestión de trabajos de mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

La gestión de órdenes de trabajo mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Diseño

En la representación de los diseños se utilizará el sistema de representación universal, de modo similar a la anotación que expresa Campbell y Stanley (1963). La asignación de la anotación es la siguiente:

R: Aleatorización (R del inglés random, “azar”)

O: Observación, medida registrada en el pretest o en el posttest

X: Tratamiento (los subíndices 1 a n indican diferentes tratamientos)

Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño experimental es "un plan estructurado para asignar y controlar las condiciones de una investigación con el objetivo de establecer relaciones causales entre variables mediante la manipulación deliberada de una o más variables independientes y el control de otras, para observar sus efectos en la variable dependiente."

Este enfoque permite determinar causalidad de manera confiable al minimizar la influencia de variables externas a través del control riguroso y la aleatorización.

La presente investigación tiene un diseño experimental, puesto que se modificará la variable independiente y se evaluará las modificaciones que sufre la variable dependiente, este se dará en la variante de tipo pre experimental.

3.1.2 Tipo

La investigación desarrollada corresponde al tipo aplicada, debido a que busca plantear soluciones frente a la problemática identificada en la empresa. Asimismo, presenta un carácter longitudinal, ya que el estudio considera el análisis de información en distintos periodos de tiempo durante el desarrollo de la investigación.

3.1.3 Enfoque

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en el análisis de los datos obtenidos durante el trabajo de campo para evaluar la relación existente entre la variable independiente, implementación del software SAP PM, y la variable dependiente, mejora de la planificación del mantenimiento.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de la presente investigación está comprendida por el sistema SAP PM de la Planta de Alimentos Balanceados – Redondos S.A.

3.2.2 Muestra

En la presente investigación por consideraciones de las autoras y condiciones se elige una muestra intencional que es el sistema SAP considerando cinco semanas antes de la implementación del SAP y cinco semanas posteriores a la implementación del SAP.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
X: Implementación del Software SAP PM	La implementación del software SAP PM implica la configuración y uso del módulo de mantenimiento para gestionar de manera efectiva las actividades de mantenimiento de una planta, lo que incluye la planificación, ejecución y seguimiento de todas las tareas de mantenimiento de los activos de la empresa. (Wagner & Monk, 2016)	La implementación del software SAP PM se mide por la integración y uso efectivo del módulo en la gestión de trabajos de mantenimiento, evaluada mediante indicadores como la cantidad de órdenes de mantenimiento generadas, la reducción en tiempos de respuesta, la automatización de tareas de planificación, y la mejora en el seguimiento de los activos y recursos. (El Autor)	X1: Gestión de trabajos de mantenimiento	X1.1 : Disponibilidad	Observación y documentación	Fichas de Observación/ Check list / análisis documental
				X1.2 : Fiabilidad		
				X1.3 : Mantenibilidad		
			X2: Gestión de órdenes de trabajo	Y2.1 : Órdenes de trabajo cumplidas	Observación y documentación	Análisis Documental
Y: Planificación del mantenimiento	La planificación del mantenimiento es el proceso de programar, organizar y coordinar todas las actividades necesarias para asegurar que el	Se mide por la capacidad de programar y ejecutar actividades de mantenimiento de manera eficiente, evaluada mediante el cumplimiento de cronogramas y	Y1 : Mantenimiento preventivo	Y1.1 : Cumplimiento de planes de mantenimiento preventivo	Observación y documentación	Fichas de Observación/ análisis documental

mantenimiento de los equipos y activos se realice de manera eficiente y efectiva, minimizando tiempos de inactividad y costos operativos

(Duffuaa & Raouf, 2015)

la reducción de tiempos de inactividad no planificados y el uso eficiente de recursos humanos y materiales.
(El Autor)

**Y2 :
Mantenimiento
correctivo**

Y2.1 :
Trabajo correctivo no
programado

Y2.2 :
Trabajo correctivo
programado

Observación y
documentación

Fichas de
Observación/
análisis documental

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear

Para analizar la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Observación
- Análisis de documentación

3.4.2 Descripción de los instrumentos

La información necesaria para la realización de la presente investigación se obtuvo de los siguientes instrumentos:

- Ficha de observación
- Análisis de contenido

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Técnica descriptivo - inferencial.
- Ordenamientos y clasificación
- Registro manual
- Microsoft Excel
- SPSS Statistics 22.0: Prueba de normalidad y T Student para muestras independientes.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se muestra como primer punto el proceso de la implementación del SAP PM a groso modo, para posteriormente detallar el proceso de recopilación de datos para el desarrollo del presente estudio de investigación, que consiste en recopilar datos como: número de paradas, registradas, motivos, duración de paradas, registrar todos los equipos que comprenden la planta de alimentos balanceados, órdenes emitidas y cerradas, datos organizacionales y técnicos, entre otros, los cuales serán procesados para calcular distintos indicadores que nos permitirán evaluar un antes y un después de la implementación del sistema SAP/PM.

La implementación del módulo PM se realizó siguiendo las siguientes fases:

Fase 1: Preparación del proyecto

Esta comprende la parte inicial donde definimos los objetivos, alcance y se conforma el equipo de trabajo, se determina los responsables de captar, aprender y difundir la información brindada por los especialistas para la implementación del SAP que se realizó en todas la sedes y área de trabajo en Redondos, en el caso de Planta de Alimentos Balanceados de Medio Mundo, se envió a un supervisor de planta quien fue el encargado posteriormente de difundir los conocimientos obtenidos y dar soporte a los casos que se puedan presentar en la salida en vivo en conjunto con los demás encargados.

En cuanto a nuestra área de interés se plantearon los siguientes objetivos:

- Gestionar los diferentes tipos de mantenimiento: programado, no programado, correctivo, preventivo y predictivo.
- Obtener indicadores a partir de la información ingresada al sistema.
- Capacitar a los responsables en la utilización del SAP PM.

De acuerdo a estos objetivos se definieron los siguientes alcances:

- Definir una estructura organizativa de mantenimiento.
- Realizar la integración con los demás módulos.
- Gestionar los trabajos de mantenimiento mediante avisos y órdenes de Mantenimiento.

Fase 2: Extracción de información

Aquí se trata de comprender como la organización con su información puede acoplarse al SAP, para ello se tuvo que realizar un flujograma de todo el proceso productivo en Planta de Alimentos Balanceados, recopilar datos organizacionales y técnicos. En el caso del área de mantenimiento se realizó una lista de equipos estructurada por niveles, lo cual es información imprescindible para el SAP PM. A continuación, se muestra como ejemplo la lista de equipos estructurados solo del área de mantenimiento de la Planta de Alimentos Balanceados Redondos, puesto que mostrar la lista de todos los equipos que se encuentran en planta es una data muy amplia y la información no es muy relevante para la presente investigación:

Tabla 2.

Lista de equipos del área de mantenimiento

Área	Zona	Equipos
Mantenimiento - PABMM	Taller De Mantenimiento Mecánico	Amoladora 1 (Mecánico)
		Amoladora 2 (Eléctrico)
		Equipo Oxicorte 1
		Equipo Oxicorte 2
		Esmeril Banco
		Máquinas De Soldar 1
		Máquinas De Soldar 2
		Máquinas De Soldar Portátil 1
		Máquinas De Soldar Portátil 2
		Prensa Hidráulica

Taller De Mantenimiento Eléctrico

Taladro De Banco

Taladro Eléctrico

Taladro Eléctrico Portátil

Amoladora 1 (Mecánico)

Aspiradora De Polvo

Pistola De Calor

Soplador De Aire

Taladro Inalámbrico

Fase 3: Capacitación

En esta fase se convocó a todo el personal que de cierta manera trabajaría con el sistema, para que puedan aprender el manejo y puedan acoplarse al SAP, esta capacitación fue realizada por el equipo de trabajo quien estuvo a cargo de captar la información de los especialistas, el cual replicó todo lo aprendido en el tiempo de estudio, a través de sesiones por Microsoft Teams en el mes de julio del 2020, que por motivos de la situación de emergencia que se encontraba nuestro país por la pandemia solo permitía este medio de comunicación por prevención, la capacitación tuvo una duración de un mes en el cual se brindaban todos los lineamientos y la información necesaria, así mismo se instaló el SAP en modo prueba para poder ir familiarizando con los términos y funciones encontradas en el sistema, esto permitió darle una base sólida a los colaboradores para la preparación y salida en vivo.

Fase 4: Preparación final

En esta fase se debe elaborar una lista de actividades que deben ser realizadas para llevar a cabo la salida en vivo, en esta lista se detalla las transacciones a las cuales tendrán

acceso los usuarios, el cual deben validar y dar conformidad. Posteriormente se procede a cargar la data maestra en carga masiva, al finalizar estamos listos para la salida en vivo.

Fase 5: Salida en vivo y soporte

Se da la salida del SAP en el mes de agosto del 2020, se brinda el soporte por parte de los encargados a los usuarios que requieren asesoría con la finalidad de hacer más llevadero el inicio a este cambio, posteriormente se revisa y se hace los ajustes necesarios, correcciones de errores para poder dejar todo en orden y pueda seguir operando de la mejor manera.

Una vez implementado el sistema SAP PM, procedemos a recopilar la información donde se concurrió a la data histórica, se recabó información a través de la observación, fichas y adicionalmente los formatos establecidos que se muestran en los anexos N°. así mismo al propio sistema para poder hacer la evaluación correspondiente del impacto y la mejora que éste representa para la Planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados de Redondos.

4.1. Gestión de trabajos de mantenimiento

Para el desarrollo de la investigación se realizó una serie de pasos que mostrarán de una forma concreta los resultados que se muestran a continuación:

- Se realizó el cálculo de disponibilidad
- Se realizó el cálculo de fiabilidad
- Se realizó el cálculo de mantenibilidad

Esta secuencia de pasos se realizó tanto para la data histórica como también para el sistema SAP/PM.

4.1.1. Disponibilidad

Para el cálculo de la disponibilidad se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM, para ello hallaremos en primer lugar nuestro tiempo disponible con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo disponible} = \text{Tiempo total} - \text{Tiempo planeado}$$

Nuestro tiempo total está comprendido por 24 horas al día por los 7 días de la semana por las 6 prensas que vendrían a ser nuestra máxima capacidad de producción.

$$\text{Tiempo total} = 24 \times 7 \times 6$$

$$\text{Tiempo total} = 1008 \text{ hrs.}$$

Nuestro tiempo planeado está comprendido por la suma de las horas empleadas en: temas legales, falta de demanda limpieza de línea, arranque y cambio de formato, toma de inventarios y pruebas y descansos.

Para el cálculo de nuestro tiempo productivo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo productivo} = \text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo muerto}$$

Para el análisis de la investigación se procesará la información de cinco semanas antes de la implementación del SAP y cinco semanas posteriores a la implementación del SAP.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}}$$

A continuación, se muestra un análisis de data histórica basada en 5 semanas, el periodo corresponde al mes de Julio.

Tabla 3.
Disponibilidad - Julio - Pre implementación SAP

Julio 2020 / Semana	Total horas teóricas	Horas no trabajadas por temas legales	Falta de demanda	Horas usadas (Horas teóricas disp.)	Limpieza de Línea	Arranque/cambio de formato	Cortes de inventario	Descansos y pruebas	Horas de producción (Horas Disponibles)	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Tiempo de operación	Disponibilidad	%
27	1,008	-	419.30	588.70	0.17	18.88	-	-	569.64	39.47	14.11	2.34	513.72	0.90	90%
28	1,008	-	381.58	626.42	-	20.57	-	-	605.85	47.37	-	4.28	554.20	0.91	91%
29	1,008	-	375.08	632.92	0.24	19.44	0.46	-	612.79	27.96	15.78	-	569.05	0.93	93%
30	1,008	-	375.19	632.81	2.68	19.68	-	-	610.45	35.19	13.26	3.58	558.42	0.91	91%
31	1,008	-	354.75	653.25	0.49	23.88	-	-	628.88	28.71	21.48	-	578.69	0.92	92%

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 3, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene una disponibilidad promedio de 91,60%, lo cual está dentro del promedio aceptable el cual debe ser mayor al 90%.

El punto más alto es alcanzado es en la semana 29 con 93% y la disponibilidad más baja en la semana 27 con un valor de 90%.

Tabla 4.
Disponibilidad - Setiembre - Post implementación SAP

Setiembre 2020 / Semana	Total horas teóricas	Horas no trabajadas por temas legales	Falta de demanda	Horas usadas (Horas teóricas disp.)	Limpieza de Línea	Arranque/ cambio de formato	Cortes de inventario	Descansos y pruebas	Horas de producción (Horas Disponibles)	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Tiempo de operación	Disponibilidad	%
36	1,008	-	300.22	707.78	0.37	23.42	-	-	683.98	21.49	6.40	1.90	654.20	0.96	96%
37	1,008	0.67	387.45	619.88	0.18	24.82	-	-	594.88	13.17	2.52	-	579.19	0.97	97%
38	1,008	-	404.42	603.58	-	23.01	-	-	580.57	9.76	3.36	-	567.45	0.98	98%
39	1,008	-	390.25	617.75	0.30	24.40	0.20	-	592.85	22.86	3.06	-	566.93	0.96	96%
40	1,008	-	395.19	612.81	0.27	25.47	-	-	587.06	13.57	3.40	1.75	568.34	0.97	97%

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 4, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene una disponibilidad promedio de 96,64% el cual está dentro de lo deseado y se observa un incremento del 5,03% con respecto a la disponibilidad antes de la implementación del SAP.

4.1.2. Fiabilidad

Para el cálculo de la fiabilidad se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM:

$$Fiabilidad = \frac{Horas\ totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento\ no\ programado}{Horas\ totales}$$

Tabla 5.

Fiabilidad - Julio - Pre implementación SAP

Julio 2020 / Semana	Total horas teóricas	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Fiabilidad (Hrs)
27	1,008	39.47	14.11	2.34	0.94
28	1,008	47.37	-	4.28	0.95
29	1,008	27.96	15.78	-	0.96
30	1,008	35.19	13.26	3.58	0.95
31	1,008	28.71	21.48	-	0.95

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 5, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene una fiabilidad promedio de 94,97%.

El punto más alto es alcanzado es en la semana 29 con 96% y la fiabilidad más baja en la semana 27 con un valor de 94%.

Tabla 6.

Fiabilidad - Setiembre - Post implementación SAP

Setiembre 2020 / Semana	Total horas teóricas	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Fiabilidad (Hrs)
-------------------------	----------------------	------------------	--------------------	-----------------	------------------

36	1,008	21.49	6.40	1.90	0.97
37	1,008	13.17	2.52	-	0.98
38	1,008	9.76	3.36	-	0.99
39	1,008	22.86	3.06	-	0.97
40	1,008	13.57	3.40	1.75	0.98

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 6, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene una fiabilidad promedio de 97,95% y se observa un incremento de 2,98% con respecto a la fiabilidad antes de la implementación del SAP.

4.1.3. Mantenibilidad

Para el cálculo de la mantenibilidad se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM:

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{Tiempo total de inactividad (horas invertidas en repararse)}}{\text{Número total de avería}}$$

Tabla 7.

Mantenibilidad - Julio - Pre implementación SAP

Julio 2020 / Semana	Suma de horas de parada	Número de averías	Mantenibilidad (Hrs/avería)
27	37.61	49	0.77
28	18.36	23	0.80
29	19.28	28	0.69
30	10.09	17	0.59
31	16.89	23	0.73

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 7, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene una mantenibilidad promedio de 0.72hrs/avería.

Tabla 8.

Mantenibilidad - Setiembre - Post implementación SAP

Setiembre 2020 / Semana	Suma de horas de parada	Número de averías	Mantenibilidad (Hrs/avería)
36	10.41	32	0.33
37	9.61	27	0.36
38	8.31	32	0.26
39	18.99	58	0.33
40	10.47	27	0.39

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 8, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene una mantenibilidad promedio de 0.33hrs/avería y se observa una reducción promedio de 0.39hrs/avería con respecto a la mantenibilidad antes de la implementación del SAP.

4.2. Gestión de órdenes de trabajo

Para el desarrollo de esta dimensión se utilizó como indicadores el índice de órdenes cumplidas por semana tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM, el cual se calcula como se muestra a continuación:

4.2.1. Órdenes de trabajo cumplidas

Para el cálculo del índice órdenes de mantenimiento cumplidas por semana se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM:

$$\% \text{ OT cumplidas} = \frac{\text{Número de órdenes terminadas}}{\text{Total de OT generadas}} \times 100$$

Tabla 9.*Órdenes de trabajo cumplidas - Julio - Pre implementación SAP*

Julio 2020 / Semana	Nro. Órdenes terminadas	Total de OT generadas	Índice de OT	%
27	10	103	0.10	10%
28	24	53	0.45	45%
29	36	104	0.35	35%
30	22	73	0.30	30%
31	12	26	0.46	46%

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 9, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene un % de órdenes de mantenimiento cumplidas promedio de 33%.

Tabla 10.*Órdenes de trabajo cumplidas - Setiembre - Post implementación SAP*

Setiembre 2020 / Semana	Nro. Órdenes terminadas	Total de OT generadas	Índice de OT	%
36	21	43	0.49	49%
37	24	28	0.86	86%
38	31	43	0.72	72%
39	23	25	0.92	92%
40	26	28	0.93	93%

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 10, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene un % de órdenes de mantenimiento cumplidas promedio de 78% y se observa un incremento promedio de 45% con respecto al % de órdenes de mantenimiento cumplidas antes de la implementación del SAP.

4.3. Mantenimiento preventivo

Para el desarrollo de esta dimensión se utilizó como indicador el cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM, el cual se calcula como se muestra a continuación:

$$\%Cumplimiento \text{ de PMP} = \frac{\text{Número de tareas ejecutadas}}{\text{Número de tareas planificadas}} \times 100$$

Tabla 11.

Cumplimiento planes de Mto. - Julio - Pre implementación SAP

Julio 2020 / Semana	Número de tareas ejecutadas	Número de tareas planificadas	Cumplimiento de planes de Mto. Preventivo	%
27	144	195	0.74	74%
28	157	182	0.86	86%
29	173	205	0.84	84%
30	154	193	0.80	80%
31	169	209	0.81	81%

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 11, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene un % de cumplimiento de planes de mantenimiento promedio de 81%.

Tabla 12.*Cumplimiento planes de Mtto. - Setiembre- Post implementación SAP*

Setiembre 2020 / Semana	Número de tareas ejecutadas	Número de tareas planificadas	Cumplimiento de planes de Mtto. Preventivo	%
36	187	202	0.93	93%
37	165	198	0.83	83%
38	176	184	0.96	96%
39	182	195	0.93	93%
40	195	201	0.97	97%

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 12, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene un % de cumplimiento de planes de mantenimiento de 92% y se observa un incremento promedio de 11% con respecto al % de cumplimiento de planes de mantenimiento antes de la implementación del SAP.

4.4. Mantenimiento correctivo

Para el desarrollo de esta dimensión se utilizó como indicadores el índice de trabajo correctivo programado y no programado tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM, el cual se calcula como se muestra a continuación:

4.4.1. Trabajo correctivo no programado

Para el cálculo del índice de trabajo correctivo no programado se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM:

$$IMCNP = \frac{\text{Horas dedicadas al Mtto. correctivo no programado}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Tabla 13.*Trabajo correctivo no programado - Julio - Pre implementación SAP*

Julio 2020 / Semana	Horas Mtto. correctivo no programado	Horas de Mtto. Programado	Horas de Mtto. No Programado	Índice Trabajo correctivo no programado (Hrs)
27	37.61	26.58	38.60	0.58
28	8.36	26.55	8.66	0.24
29	19.28	24.21	19.44	0.44
30	10.09	22.35	11.08	0.30
31	6.89	25.36	18.12	0.16

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 13, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene un índice de mantenimiento correctivo no programado de 0.34hrs.

Tabla 14.*Trabajo correctivo no programado - Setiembre - Post implementación SAP*

Setiembre 2020 / Semana	Horas Mtto. correctivo no programado	Horas de Mtto. Programado	Horas de Mtto. No Programado	Índice Trabajo correctivo no programado (Hrs)
36	10.41	20.08	10.99	0.34
37	9.61	22.32	11.10	0.29
38	8.31	28.37	9.72	0.22
39	18.99	24.45	18.99	0.44
40	10.47	23.87	11.76	0.29

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 14, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene un índice de mantenimiento correctivo no

programado de 0.31hrs. y se observa una reducción promedio de 0.03hrs en el índice de mantenimiento correctivo no programado antes de la implementación del SAP.

4.4.2. Trabajo correctivo programado

Para el cálculo del índice de trabajo correctivo programado se usó la siguiente fórmula tanto para el antes y después de la implementación del SAP/PM:

$$IMCP = \frac{\text{Horas dedicadas al Mtto. correctivo programado}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Tabla 15.

Trabajo correctivo programado - Julio - Pre implementación SAP

Julio 2020 / Semana	Horas Mtto. correctivo programado	Horas de Mtto. Programado	Horas de Mtto. No Programado	Índice Trabajo correctivo programado (Hrs)
27	7.57	26.58	38.60	0.12
28	8.36	26.55	7.66	0.24
29	6.37	24.21	19.44	0.15
30	6.98	22.35	11.08	0.21
31	6.59	25.36	18.12	0.15

Elaboración: Propia

Como se observa en la Tabla 15, al analizar la data correspondiente a las 5 semanas antes de la implementación del SAP podemos afirmar que se tiene un índice de mantenimiento correctivo programado de 0.17hrs.

Tabla 16.*Trabajo correctivo programado - Setiembre - Post implementación SAP*

Setiembre 2020 / Semana	Horas Mtto correctivo programado	Horas de Mtto Programado	Horas de Mtto No Programado	Índice Trabajo correctivo programado
36	4.41	20.08	10.99	0.14
37	3.81	22.32	11.10	0.11
38	9.78	28.37	9.72	0.26
39	4.45	24.45	18.99	0.10
40	5.16	23.87	11.76	0.14

Elaboración: Propia

Post implementación del SAP/PM, como se muestra en la Tabla 16, al analizar las 5 semanas posteriores a la implementación se tiene un índice de mantenimiento correctivo programado de 0.15hrs. y se observa una reducción promedio de 0.02 hrs en el índice de mantenimiento correctivo programado antes de la implementación del SAP.

4.5. Prueba de normalidad y prueba T Student para muestras independientes

Para el desarrollo de la prueba de hipótesis, primero se realizó una prueba de normalidad con la finalidad de verificar si los datos de ambos grupos presentaban una distribución normal. Debido a que el tamaño de la muestra fue menor a 30, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se empleó la prueba T de Student para muestras independientes con el propósito de analizar las diferencias entre los grupos evaluados.

Para el procesamiento y análisis estadístico de los datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics. En la figura 1 se presenta la base de datos utilizada durante el análisis estadístico realizado en la investigación.

*BASE DE DATOS FINAL TESIS SAP.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades

21 :

	Estudio	Disponibilid...	Fiabilidad	Mantenibilidad	OT	var
1	Antes del SAP	90,00	94,00	77,00	10,00	
2	Antes del SAP	91,00	95,00	80,00	45,00	
3	Antes del SAP	93,00	96,00	69,00	35,00	
4	Antes del SAP	91,00	95,00	59,00	30,00	
5	Antes del SAP	92,00	95,00	73,00	46,00	
6	Después del SAP	96,00	97,00	33,00	49,00	
7	Después del SAP	97,00	98,00	36,00	86,00	
8	Después del SAP	98,00	99,00	26,00	72,00	
9	Después del SAP	96,00	97,00	33,00	92,00	
10	Después del SAP	97,00	98,00	39,00	93,00	
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

Vista de datos Vista de variables

Figura 1. Base de datos SPSS

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1. Dimensión 1: Gestión de trabajos de mantenimiento

Prueba de Normalidad

Se realizó la prueba de normalidad de los datos de la dimensión gestión de trabajos de mantenimiento, el cual tiene como indicadores la disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad para comprobar que poseen una distribución normal y proceder con los siguientes análisis, para ello se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics 22.0.

Paso 1: Formulación de Hipótesis

H_0 : La variable gestión de trabajos de mantenimiento tiene distribución normal.

H_1 : La variable gestión de trabajos de mantenimiento no tiene distribución normal.

Paso 2: Nivel de significancia $\alpha = 5\% = 0.05$

Paso 3: Elección de la Prueba estadística

Prueba de Shapiro Wilk, por tener una muestra $n < 30$

Paso 4: estimar el P valor según:

Tabla 17.

Prueba de normalidad - Gestión de trabajos de mantenimiento

Pruebas de normalidad

Estudio		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad	Antes del SAP	,237	5	,200*	,961	5	,814
	Después del SAP	,231	5	,200*	,881	5	,314
Fiabilidad	Antes del SAP	,300	5	,161	,883	5	,325
	Después del SAP	,231	5	,200*	,881	5	,314
Mantenibilidad	Antes del SAP	,175	5	,200*	,945	5	,700
	Después del SAP	,267	5	,200*	,941	5	,672

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Paso 5: Decisión

*Criterio de Decisión:

(sig.=p-valor) $> \alpha$ (0.05), se acepta H_0 = los datos provienen de una distribución normal.

(sig.=p-valor) $< \alpha$ (0.05), se acepta H_1 = los datos no provienen de una distribución normal.

Entonces como se puede observar en la Tabla 17, para la disponibilidad antes del SAP el p-valor = 0.814 y después del SAP el p-valor = 0.314, para la fiabilidad antes del SAP el p-valor = 0.325 y después del SAP el p-valor = 0.314 y para la mantenibilidad antes del SAP el p-valor = 0.700 y después del SAP el p-valor = 0.672, siendo todos mayores al 0.05, por lo tanto, aceptamos la H_0 con un 5% de nivel de significancia, es decir, la variable gestión de trabajos de mantenimiento tiene una distribución normal y, por ende, se continua con la prueba T Student para muestras independientes.

Prueba de T Student para muestras independientes

Se realizó la prueba T Student para muestras independientes tomando en cuenta los datos de los indicadores a partir de las muestras realizadas, para procesarla mediante el programa estadístico SPSS Statistics 22.0.

Paso 1: Formulación de la hipótesis

H_0 : No existe una diferencia significativa entre la media muestral antes del SAP y la media muestral después del SAP.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

H_1 : Existe una diferencia significativa entre la media muestral antes del SAP y la media muestral después del SAP.

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Paso 2: Nivel de significancia $\alpha = 5\% = 0.05$

Se realizó el procesamiento de datos en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 y se obtuvo el siguiente resultado que se visualiza a continuación en la Tabla 18 y 19.

Paso 3: Resultados

Tabla 18.*Prueba T Student - Gestión de trabajos de mantenimiento (1)***Estadísticas de grupo**

Estudio		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Disponibilidad	Antes del SAP	5	91,4000	1,14018	,50990
	Después del SAP	5	96,8000	,83666	,37417
Fiabilidad	Antes del SAP	5	95,0000	,70711	,31623
	Después del SAP	5	97,8000	,83666	,37417
Mantenibilidad	Antes del SAP	5	71,6000	8,17313	3,65513
	Después del SAP	5	33,4000	4,82701	2,15870

Tabla 19.*Prueba T Student - Gestión de trabajos de mantenimiento (2)***Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Disponibilidad	Se asumen varianzas iguales	,554	,478	-8,538	8	,000	-5,40000	,63246	-6,85845	-3,94155
	No se asumen varianzas iguales			-8,538	7,339	,000	-5,40000	,63246	-6,88161	-3,91839
Fiabilidad	Se asumen varianzas iguales	,590	,464	-5,715	8	,000	-2,80000	,48990	-3,92971	-1,67029
	No se asumen varianzas iguales			-5,715	7,784	,000	-2,80000	,48990	-3,93519	-1,66481
Mantenibilidad	Se asumen varianzas iguales	1,288	,289	8,999	8	,000	38,20000	4,24500	28,41102	47,98898
	No se asumen varianzas iguales			8,999	6,488	,000	38,20000	4,24500	27,99926	48,40074

*Criterio de decisión:

Si la probabilidad obtenida $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza H_0 (se acepta H_1)

Paso 4: Decisión

De acuerdo a la prueba de Levene se asumen varianzas iguales, por ende, como el $p\text{-valor } 0.000 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 afirmando con un 5% de nivel de significancia, es decir, aceptamos que existe diferencia significativa entre la media muestral antes de la implementación del SAP y la media muestral después de la implementación del SAP, lo que quiere decir que la gestión de trabajos de mantenimiento mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A.

4.5.2. Dimensión 2: Gestión de órdenes de trabajo

Prueba de Normalidad

Se realizó la prueba de normalidad de los datos de la dimensión gestión órdenes de trabajo, el cual tiene como indicador el índice de órdenes cumplidas para comprobar que poseen una distribución normal y proceder con los siguientes análisis, para ello se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics 22.0.

Paso 1: Formulación de Hipótesis

H_0 : La variable gestión de órdenes de trabajo tiene distribución normal.

H_1 : La variable gestión de órdenes de trabajo no tiene distribución normal.

Paso 2: Nivel de significancia $\alpha = 5\% = 0.05$

Paso 3: Elección de la Prueba estadística

Prueba de Shapiro Wilk, por tener una muestra $n < 30$

Paso 4: estimar el P valor según:

Tabla 20.

Prueba de normalidad - Gestión de órdenes de trabajo

Pruebas de normalidad						
Estudio	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OT Antes del SAP	,213	5	,200*	,888	5	,346
Después del SAP	,260	5	,200*	,853	5	,204

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Paso 5: Decisión

*Criterio de Decisión:

(sig.=p-valor) $> \alpha$ (0.05), se acepta H_0 = los datos provienen de una distribución normal.

(sig.=p-valor) $< \alpha$ (0.05), se acepta H_1 = los datos no provienen de una distribución normal.

Entonces como se puede observar en la Tabla 20, para las OT cumplidas antes del SAP el p-valor = 0.346 y para las OT cumplidas después del SAP el p-valor = 0.204, siendo ambos mayores al 0.05, por lo tanto, aceptamos la H_0 con un 5% de nivel de significancia, es decir, la variable gestión órdenes de trabajo tiene una distribución normal y, por ende, se continua con la prueba T Student para muestras independientes.

Prueba de T Student para muestras independientes

Se realizó la prueba T Student para muestras independientes tomando en cuenta los datos de los indicadores a partir de las muestras realizadas, para procesarla mediante el programa estadístico SPSS Statistics 22.0.

Paso 1: Formulación de la hipótesis

H_0 : No existe una diferencia significativa entre la media muestral antes del SAP y la media muestral después del SAP.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

H_1 : Existe una diferencia significativa entre la media muestral antes del SAP y la media muestral después del SAP.

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$$

Paso 2: Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Se realizó el procesamiento de datos en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 y se obtuvo el siguiente resultado que se visualiza a continuación en la Tabla 21 y 22.

Paso 3: Resultados

Tabla 21.

Prueba T Student - Gestión de órdenes de trabajo (1)

Estadísticas de grupo					
Estudio		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
OT	Antes del SAP	5	33,2000	14,61848	6,53758
	Después del SAP	5	78,4000	18,44722	8,24985

Tabla 22.*Prueba T Student - Gestión de órdenes de trabajo (2)***Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
OT	Se asumen varianzas iguales	,447	,523	-4,294	8	,003	-45,20000	10,52616	-69,47336 -20,92664
	No se asumen varianzas iguales			-4,294	7,603	,003	-45,20000	10,52616	-69,69578 -20,70422

*Criterio de decisión:

Si la probabilidad obtenida $p\text{-valor} < \alpha$, se rechaza H_0 (se acepta H_1)

Paso 4: Decisión

De acuerdo a la prueba de Levene se asumen varianzas iguales, por ende, como el p-valor $0.003 < 0.05$ entonces se acepta la H_1 afirmando con un 5% de nivel de significancia, es decir, aceptamos que existe diferencia significativa entre la media muestral antes de la implementación del SAP y la media muestral después de la implementación del SAP, lo que quiere decir que la gestión de órdenes de trabajo mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

- Sulca (2021) en su tesis titulada, *“Implantación del Sistema ERP SAP R/3 Módulo PM (Mantenimiento de Planta) en centrales hidroeléctricas”*, concluyo La implementación de SAP R/3 PM permitió optimizar las actividades de mantenimiento en las centrales hidroeléctricas de la “Empresa Generadora de Energía Eléctrica”. Como resultado, se evidenció una disminución de las indisponibilidades programadas, alcanzando una reducción de 400 horas en la Central Hidroeléctrica “X” y de 340 horas en la Central Hidroeléctrica “Y”, se optimizo el tiempo de reparación el cual se redujo en 5.27 horas, se aumentó el tiempo de operación entre fallas a 87.71 horas, logrando un aumento en la disponibilidad de las centrales hidroeléctricas en un 19%, hubo una reducción de costos de mantenimiento, optimizando las horas- hombre, con un ahorro de \$37,779.94 USD y una disminución de costos por perdida de producción en \$478,880 USD para el año 2019, el cual coincide con la presente investigación que tuvo un incremento de la disponibilidad del 5.03% y una optimización con la reducción en el tiempo de reparación en 0.39hrs.
- Uriarte (2021) en su tesis titulada, *“Evaluación de la gestión de mantenimiento para la implementación del módulo ERP SAP PM en una avícola, Trujillo”*, concluye La implementación y adecuada utilización del módulo SAP PM permitirá a las diferentes gerencias tomar decisiones más oportunas frente a los costos generados por mantenimientos correctivos, contribuyendo así a mejorar la gestión de mantenimiento de los activos dentro de la empresa avícola, dichos resultados están en relación con nuestra investigación puesto después de la evaluación de la planificación del mantenimiento pre y post implementación del SAP PM vemos

- considerablemente una mejora en sus indicadores y con ello la mejora de la gestión del mantenimiento.
- Mendoza (2022) en su tesis titulada, *“Implementación de SAP PM para la gestión de mantenimiento del sistema de transmisión eléctrica”*, se concluyó que La implementación de SAP PM generó mejoras en el desempeño de los trabajadores, quienes pasaron a contar con un mayor soporte técnico a través de la plataforma, una mejor distribución de las actividades diarias y un control más eficiente de los procesos en el tiempo. Además, mediante los avisos de mantenimiento en SAP se definieron procedimientos para la atención de fallas en los equipos, facilitando el seguimiento de las actividades ejecutadas y permitiendo mantener un registro histórico de las fallas presentadas por cada equipo a lo largo del tiempo, resultados acordes con la presente investigación ya que de igual forma la implementación del SAP PM nos ha ayudado a poder identificar cual es lapso de falla de algún equipo y poder prevenir por medio de las alertas e informes de mantenimiento, llevando un historial a través de la plataforma, así mismo asignar los recursos necesarios para la atención del mantenimiento y los costos que implican dicha actividad.
 - Negri (2021) en su tesis titulada, *“Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Récord S.A.”*, se concluyó que la implementación permitió una mejor planificación del mantenimiento, organización de máquinas y documentación, mejorando el rendimiento de los equipos.
 - Morán (2021), en su tesis titulada *“Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA Fabrica de Envases S.A, Quito, para la implementación del módulo SAP PM (Mantenimiento de planta)”*, se concluye que el proceso de implementación de datos maestros e ingreso a la base de datos del módulo de mantenimiento de SAP, se realizó de manera exitosa y se puede verificar en la

funcionalidad de sus transacciones como en la programación de planes de mantenimiento preventivo, el cual coincide con la presente investigación ya que al momento de las fases de implementación, el levantamiento de información e ingreso de la base de datos a la plataforma del SAP PM, se pudo realizar con éxito lo cual ha permitido procesar y obtener la información necesaria para mejorar la planificación del mantenimiento en la Planta de alimentos balanceados – Redondos S.A.

- Por otro lado, Villegas (2016) reportó un incremento en la disponibilidad de equipos, y de manera similar, nosotros observamos una mejora del 91,6% al 96,64%, lo cual subraya el impacto positivo de un sistema de mantenimiento bien implementado.

En general, nuestros hallazgos confirman que el sistema SAP PM contribuye de manera significativa a la optimización de la gestión del mantenimiento, mejorando la eficiencia, disponibilidad de equipos, y la calidad de los datos, demostrando así su versatilidad y aplicabilidad en diferentes industrias.

- Una de las principales limitaciones del presente trabajo de investigación fue la obtención a tiempo de la información, puesto que se aplazó el tiempo en la implementación del SAP/PM, por ello en parte la investigación se presentó demoras para poder evaluar los resultados post implementación del SAP/PM.

5.2.Conclusiones

- El módulo SAP/PM se ajusta plenamente a los procesos desarrollados en el área de mantenimiento de una empresa de rubro agroindustrial, siendo más específicos a la empresa de producción de alimentos balanceados.
- La implementación del SAP/PM mejora la gestión de la planificación del mantenimiento puesto que se conseguirá referir una data histórica de los mantenimientos ejecutados, de los consumos efectuados en materiales, servicios y

horas hombre, el cual es de mucha utilidad para la planificación de los próximos mantenimientos y necesidades.

- Se determinó que la disponibilidad de los equipos post implementación del SAP/PM aumentó de 91,6% a un 96,64%, esto refleja mayormente a la precisión de la información en tiempo real, el cual permite al equipo del área realizar los mantenimientos a tiempo y con mayor eficiencia.
- Se determinó que la fiabilidad de los equipos post implementación del SAP/PM aumentó de 94,97% a un 97,95%, el cual indica que la probabilidad que los equipos funcionen durante su ciclo de vida en condiciones normales es mayor.
- Se determinó que la mantenibilidad de los equipos post implementación del SAP/PM se redujo de 0.72hrs/avería. a un 0.33hrs/avería, el cual indica que hay una mejora en el tiempo de respuesta por parte del equipo del área de mantenimiento al tener una mejor planificación con el SAP/PM.
- Se determinó que las órdenes de mantenimiento cumplidas post implementación del SAP/PM aumentó de 33% a un 78%, el cual es reflejo de la mejora de la planificación al tener toda la información en tiempo real en el sistema SAP.

5.3. Recomendaciones

- Se debe de tener en consideración la implementación de los distintos módulos de SAP puesto que se pueden gestionar no solo la parte de mantenimiento sino también gestionar las distintas áreas y tomar decisiones estratégicas, Redondos esta siempre a la vanguardia con respecto a la tecnología de punta, es por ello que considerando los resultados favorables debe de significar los primeros pasos hacia la implementación masiva en el campo de las herramientas de Gestión a toda escala como es el SAP.

- Considerar nuevos indicadores de gestión como lo son MTBF y MTTR que son sumamente importantes para el manejo, gestión del personal y evaluación de equipos y poder desarrollar planes de acción y mediciones de resultados con la finalidad de realizar comparaciones con empresas nacionales e internacionales en el rubro con estándares mundiales.
- Considerar así mismo como parte de la mejora a toda escala un estudio con respecto al mantenimiento autónomo, es uno de los tipos de mantenimiento que impacta significativamente en una empresa donde muestra todo un plan de acción que involucra desde la alta gerencia hasta los operadores y con excelentes resultados, llevar un programa de capacitaciones desde el nivel usuario como el nivel técnico avanzado, estudios de ingeniería, desarrollos de planes preventivos, planes de contingencia, planes anuales de mejoras de planta entre otros.

CAPÍTULO IV: FUENTES DE INFORMACIÓN

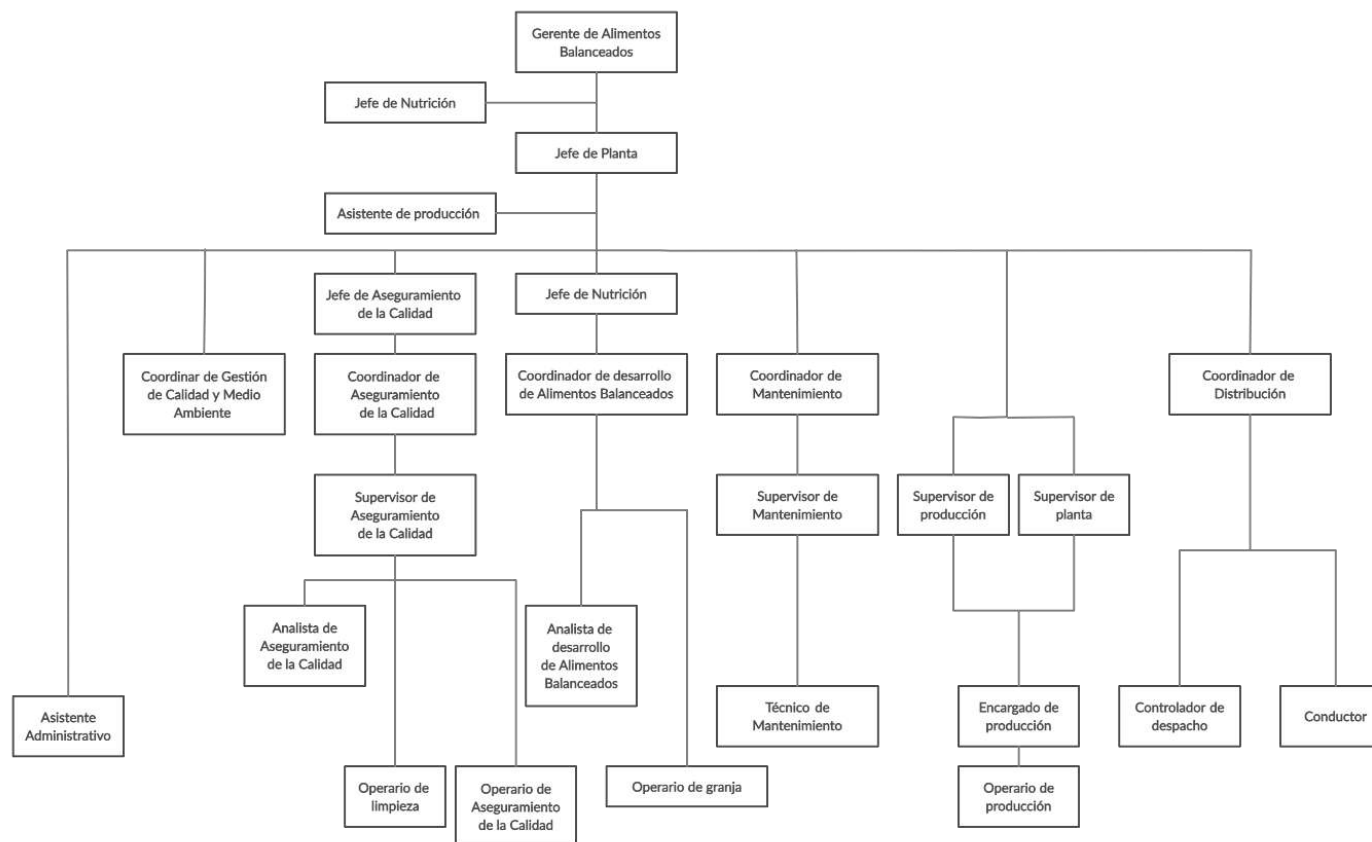
- Benvenuto , Á. (2006). *Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC*. Antofagasta: Capiv Review.
- Clemenza, B. (30 de Diciembre de 2018). La planificación y programación de mantenimiento industrial. Mexico D.F., Mexico.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon, J. (2010). *Sistemas de Mantenimiento*. Mexico D.F: Limusa.
- Espinoza Espinoza, F. G. (2016). *Implantación del sistema SAP en la gestión de procesos presupuestales en una organización peruana*. Obtenido de repositorio.usil.edu.pe
- Gonzáles, F. (2005). *Teoria y Practica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. Madrid: Fundacion Confemental.
- Jiménez, & Milano. (2006). *Planificacion y gestión del mantenimiento industrial*. Caracas: Panapo.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2002). *Cuadro de mando integral (The Balance Scorecard)*. Madrid: Ediciones Gestión 2000.
- Lopez Flores, J. (2011). *Implantación del módulo de PM (Mantenimiento de planta) de SAP R/3, en un laboratorio farmacéutico*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1780/Tesis.pdf?sequence=1>
- María de Bona, J. (1999). *Gestión del Mantenimiento*. Madrid: Fundacion Confemental.
- Martinez, L. (2007). *Organización y planificación de sistemas de mantenimiento*. Centro de altos estudios gerenciales. Caracas: Instituto superior de investigacion y desarrollo .
- Matas, A. (2018). *Desarrollo y puesta en marcha del mantenimeinto preventivo, mediante SAP PM, en una empresa de distribución de productos farmacéuticos*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Muñiz. (2004). *Guía practica para la selección e implantación*. Barcelona: Gestion 2000.

- Nava, J. (2008). *Teoría del mantenimiento*. Caracas: Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones.
- Negri, L. E. (2021). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Okuma, G. Y., & Ucañan, J. A. (Enero de 2016). *Implementación del módulo de mantenimiento de planta de SAP utilizando la metodología ASAP*. Obtenido de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe>
- Ortega, Y. (2007). *Diseño de un plan para la implementación de la gestión de mantenimiento en SAP/PM de los equipos auxiliares de la central hidroeléctrica "Antonio José de Sucre"*. Guayana: Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre".
- Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Montevideo: Piedra Santa.
- Rodriguez, C. R. (2021). *Implantación del Sistema ERP SAP R/3 Módulo PM*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Rodriguez, J. (2008). *Scribd*. Obtenido de Gestión de mantenimiento. Introduccion a la teoría del mantenimiento: <https://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>
- Romero, E. J. (2022). *Implementación de SAP PM para la gestión de mantenimiento del sistema de transmisión eléctrica CONENHUA*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sotuyo, S. (2000). *El hombre del mantenimiento*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/59051415/El-Hombre-de-Mantenimiento>
- Tomas Campbell, D., & Cecil Stanley, J. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago: Rand McNally.

- Torres, C. M. (2021). *Diseño de investigacion de la mejora del sistema de gestion de mantenimiento a través de la implementación del módulo PM de la herramienta SAP con el fin de aumentar la eficacia de los procesos del área de mantenimiento de una empresa de licores* . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Uriarte, J. E. (2021). *Evaluacion de la gestión del mantenimiento para la implementacion del módulo ERP SAP PM en una avicola en trujillo* . Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Vega, D. A. (2021). *Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito para la implementación del módulo SAP PM*. Quito: Universidad de la fuerzas armadas.
- Villegas Arenas, J. C. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa "Manfer S.R.L. Contratistas Generales"*. Obtenido de repositorio.ucsp.edu.pe

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de Planta de Alimentos Balanceados



Anexo 2. Matriz de consistencia

“IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE SAP PM MODULO MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS - REDONDOS S.A MEDIO MUNDO, 2019”					
Autores	Bach. Fermín Suárez Anais Lorena Bach. Silva Cáceres Silvia Brigitte			DNI:	74027125 74068218
Asesor	Ing. Alcibiades Flamencio Sosa Palomino			CIP:	22467
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal	Variables	Indicadores	Tipo y Diseño
¿En qué medida la implementación del software SAP PM modulo mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?	Evaluar en qué medida la implementación del software SAP PM modulo mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	La implementación del software SAP PM modulo mantenimiento mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	X: VARIABLE INDEPENDIENTE <u>Implementación del Software SAP PM Modulo Mantenimiento</u>	X 1.1: Disponibilidad X 1.2: Fiabilidad X 1.3: Mantenibilidad	TIPO DE INVESTIGACION:
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	DIMENSIONES:	X 2.1: Órdenes de trabajo cumplidas	La presente investigación es de tipo <u>aplicado</u> ya que dará posibles soluciones ante el problema, <u>longitudinal</u> debido a que se circunscribe en varios segmentos de tiempo durante el presente año.
¿En qué medida la gestión de trabajos de mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?	Evaluar en qué medida la gestión de trabajos de mantenimiento mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	La gestión de trabajos de mantenimiento mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	X1: Gestión de trabajos de mantenimiento X2: Gestión de órdenes de trabajo		
			Y: VARIABLE DEPENDIENTE <u>Planificación del mantenimiento</u>	Y 1.1: Cumplimiento de planes de mantenimiento preventivo Y 2.1: Trabajo correctivo no programado Y 2.2: Trabajo correctivo programado	DISEÑO DE LA INVESTIGACION:
¿En qué medida la gestión de órdenes de trabajo mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019?	Evaluar en qué medida la gestión de órdenes de trabajo mejora la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	La gestión de órdenes de trabajo mejora significativamente la planificación del mantenimiento en la Planta de Alimentos Balanceados - Redondos S.A. Medio Mundo, 2019.	DIMENSIONES: Y1: Mantenimiento preventivo Y2: Mantenimiento correctivo		Es <u>Experimental</u> porque usa el pre y post experimento durante la investigación.

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 3. Formato Disponibilidad

 GESTIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO - DISPONIBILIDAD														
PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS														
Semana	Total horas teóricas	Horas no trabajadas por temas legales	Falta de demanda	Horas usadas (Horas teóricas disp.)	Limpieza de Línea	Arranque/ cambio de formato	Cortes de inventario	Descansos y pruebas	Horas de producción (Horas Disponibles)	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Tiempo de operación	Disponibilidad

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 4. Formato Fiabilidad

 GESTIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO - FIABILIDAD					
PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS					
Semana	Total horas teóricas	Falla de equipos	Falla de operación	Falta de insumo	Fiabilidad

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 5. Formato Mantenibilidad

[illegible]

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 6. Formato Órdenes de trabajo cumplidas

 GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO - ÓRDENES DE TRABAJO CUMPLIDAS PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS			
Semana	Nro. Órdenes terminadas	Total de OT generadas	Índice de OT

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 7. Formato Trabajo correctivo no programado

 MANTENIMIENTO CORRECTIVO - TRABAJO CORRECTIVO NO PROGRAMADO PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS				
Semana	Horas Mtto correctivo no programado	Horas de Mtto Programado	Horas de Mtto No Programado	Índice Trabajo correctivo no programado

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 8. Formato Trabajo correctivo programado

 MANTENIMIENTO CORRECTIVO - TRABAJO CORRECTIVO PROGRAMADO PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS				
Semana	Horas Mtto correctivo programado	Horas de Mtto Programado	Horas de Mtto No Programado	Índice Trabajo correctivo programado

FUENTE: Elaboración Propia

Anexo 9. Formato Cumplimiento de planes de mantenimiento preventivo

	MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CUMPLIMIENTO DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS		
Semana	Número de tareas ejecutadas	Número de tareas planificadas	Cumplimiento de planes de Mtto. Preventivo

FUENTE: Elaboración Propia