



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar eficiencia global de máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Ancajima Silva, Frank Christian Robert (ORCID: 0000-0003-3007-3334)

Dionicio Sánchez, Percy Luis (ORCID: 0000-0002-3154-5922)

ASESOR:

Mg. Molina Vílchez Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMAS DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de investigación principalmente a Dios, por guiarnos y protegernos en esta etapa de nuestra vida profesional, a nuestra familia por ser el motor y motivo de cada esfuerzo para seguir adelante y cumplir nuestros objetivos.

Ancajima Silva, Frank Christian Robert.

Dionicio Sánchez, Percy.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por darnos la salud y la vida, a nuestros padres por enseñarnos buenos valores y a nuestras esposas por apoyarnos, comprendernos día a día en nuestros estudios, y por estar siempre orgullosos de nuestros logros.

Agradecemos al nuestros profesor Mg. Ing. Jaime Enrique Molina Vílchez por su enseñanzas y motivación en este curso de proceso de investigación.

Agradecemos a todos los compañeros de labor que de alguna manera nos apoyaron facilitando información para este proyecto de investigación, gracias.

Ancajima Silva, Frank Christian Robert.

Dionicio Sánchez, Percy.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	ix
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO	12
III. METODOLOGÍA	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	28
3.2 Variables, Operacionalización	30
3.3 Población, muestra y muestreo	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 37	
3.5 Procedimientos.....	40
3.6 Método de análisis de datos.....	127
3.7 Aspectos éticos	128
IV. RESULTADOS	129
V. DISCUSIÓN.....	172
VI. CONCLUSIONES.....	175
VII. RECOMENDACIONES.....	177
REFERENCIAS	179
ANEXOS.....	184

Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de correlación	6
Tabla 2: Encuesta para establecer puntaje de frecuencia	6
Tabla 3: Puntaje de priorización	6
Tabla 4: Tabulación de puntajes.....	7
Tabla 5: Estratificación de las causas por Áreas	8
Tabla 6: Alternativas de solución.....	9
Tabla 7: Matriz de priorización de las causas a resolver	9
Tabla 8: Promedio Muestral de OEE en 10 días	35
Tabla 9: Cálculo de la varianza muestral.....	36
Tabla 10: Productos	41
Tabla 11: Principales clientes	42
Tabla 12: Diagrama DAP proceso de pollo.....	53
Tabla 13: Diagrama DAP Mantenimiento a máquina.....	54
Tabla 14: Producción periodo enero 2019 – Junio 2020	55
Tabla 15: Repuestos de Máquina Meyn	56
Tabla 16. Exactitud de repuestos pre-test.....	58
Tabla 17. Exactitud de stock pre-test	59
Tabla 18: Mantenimientos planificados pre-test Abril -Junio.....	61
Tabla 19. Mantenimiento Planificado pre-test.....	61
Tabla 20: Actividades del mantenimiento preventivo.....	62
Tabla 21: Registro de fallas Pre-test	63
Tabla 22: Disponibilidad Pre-test.....	64

Tabla 23: Eficiencia Pre-test.....	65
Tabla 24: Calidad Pre-test.....	66
Tabla 25: Eficiencia Global del equipo (OEE) Pre-test.....	67
Tabla 26: Diagrama Gantt de las actividades a realizar	71
Tabla 27: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1005.....	82
Tabla 28: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1006.....	82
Tabla 29: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1007.....	83
Tabla 30: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1008.....	83
Tabla 31: Validación del Stock de repuestos rack n° 1005.....	85
Tabla 32: Validación del Stock de repuestos rack n° 1006.....	85
Tabla 33: Validación del Stock de repuestos rack n° 1007.....	86
Tabla 34: Validación del Stock de repuestos rack n° 1008.....	86
Tabla 35: Plan de mantenimiento Máquina Evisceradora Meyn.....	96
Tabla 36: Control de cumplimiento de actividades programadas	98
Tabla 37: Cálculo del mantenimiento autónomo planificado	99
Tabla 38: Actividades que no agregan valor.....	103
Tabla 39: Actividades que agregan valor	104
Tabla 40: Tiempo estándar.....	104
Tabla 41: Exactitud de ubicación de repuestos post-test	105
Tabla 42: Exactitud de stock post-test.....	106
Tabla 43: Mantenimiento autónomo planificado post-test	106
Tabla 44: Trabajo estándar.....	107
Tabla 45: Disponibilidad Post-test	108
Tabla 46: Eficiencia Post-test	109
Tabla 47: Calidad Post-test	110
Tabla 48: OEE Post-test.....	111

Tabla 49: Exactitud de ubicación de repuestos Pre - Post.	114
Tabla 50: Exactitud de stock Pre - Post.....	115
Tabla 51: Mantenimiento Autónomo y planificado Pre - post.....	115
Tabla 52. Tiempo estándar Pre - Post.....	116
Tabla 53: Disponibilidad Pre - Post	117
Tabla 54: Eficiencia Pre - Post	118
Tabla 55: Calidad Pre - Post.....	119
Tabla 56: OEE Pre-test y Post-test.....	120
Tabla 57. Costo del personal operario.....	122
Tabla 58. Costo del personal Técnico	123
Tabla 59. Costos Pre Horas-Hombre elaboración del proyecto.....	123
Tabla 60. Costos Post Horas-Hombre elaboración del proyecto.....	123
Tabla 61. Costos Pre Personal Operario - Técnico	124
Tabla 62. Costos Pre - Personal capacitador	124
Tabla 63. Costos Post - Personal Operario	124
Tabla 64. Costos de inversión	125
Tabla 65. Proyección del beneficio TPM	125
Tabla 66: Resultado Costo Beneficio	126
Tabla 67: Análisis descriptivo del indicador Exactitud de ubicación de repuestos	130
Tabla 68: Análisis descriptivo del indicador Exactitud de stock.....	134
Tabla 69: Análisis descriptivo del indicador Mantenimiento basado en tiempo ..	138
Tabla 70: Análisis descriptivo de la dimensión disponibilidad.....	143
Tabla 71: Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia.....	147
Tabla 72: Análisis descriptivo de la dimensión calidad	151

Tabla 73: Análisis descriptivo de la variable dependiente eficiencia global de equipo (OEE).....	155
Tabla 74: Prueba de normalidad del OEE con Shapiro wilk	161
Tabla 75: T-student pares relacionados para el OEE antes y después	162
Tabla 76: Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro wilk	163
Tabla 77: T-student pares relacionados para la disponibilidad antes y después	165
Tabla 78: Prueba de normalidad de la eficiencia con Shapiro wilk.....	166
Tabla 79: Prueba de Wilcoxon pares relacionados antes y después	168
Tabla 80: Prueba de normalidad de la calidad con Shapiro wilk	169
Tabla 81: Prueba de Wilcoxon de pares relacionados antes y después	170
Tabla 82: Matriz de Operacionalización	187

Índice de figuras

Figura. 1: Diagrama de Ishikawa	5
Figura. 2: Puntajes de priorización por causa.....	6
Figura. 3: Diagrama de Pareto	7
Figura. 4: Diagrama de estratificación por áreas	8
Figura. 5: Diseños experimentales	29
Figura. 6: Diseños pre experimentales	29
Figura. 7: Fórmulas estadísticas para el cálculo de la muestra	35
Figura. 8: Organigrama de la empresa	43
Figura. 9: Recepción de materia prima.....	44
Figura. 10: Colgado	44
Figura. 11: Aturdido	45
Figura. 12: Escaldado.....	45
Figura. 13: Peladoras	46
Figura. 14: Recolgado de Aves	46
Figura. 15: Máquina Cortadora de cloacas Meyn	47
Figura. 16: Máquina de Apertura Meyn	47
Figura. 17: Máquina Evisceradora Meyn	48
Figura. 18: Pre chiller	50
Figura. 19: Chiller	50
Figura. 20: Área de Empaque.....	51
Figura. 21: Diagrama DOP	52
Figura. 22: Repuestos ubicados incorrectamente	58
Figura. 23: Falta de control sobre Stock de repuestos	60
Figura. 24: Registro de fallas Pre-test	63

Figura. 25: Disponibilidad Pre-test.....	64
Figura. 26: Eficiencia Pre-test.....	65
Figura. 27: Calidad Pre-test.....	66
Figura. 28: OEE Maquina Evisceradora Meyn Pre-test	68
Figura. 29: Decisión de aplicar el TPM.....	72
Figura 30. Capacitación a personal Técnico de mantenimiento sobre TPM.....	73
Figura 31. Capacitación al personal operario de producción sobre TPM.	74
Figura 32. Capacitación al personal operario de producción sobre TPM.	74
Figura 33. Capacitació: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (1)...	75
Figura 34. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (2).	75
Figura 35. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (3).	76
Figura 36. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (4).	76
Figura 37. Charlas en taller con personal técnico – operario (1).	77
Figura 38. Charlas en taller con personal técnico – operario (2).	78
Figura 39. Personal técnico de mantenimiento y operario de producción	78
Figura 40. Retroalimentación de información mutua técnico – operario.....	79
Figura 41. Unidad de la máquina con partes desgastadas.....	80
Figura 42. Unidades desmontadas para cambio de repuestos.....	80
Figura 43. Unidades desmontadas para cambio de repuestos.....	81
Figura. 44: Repuestos ubicados correctamente	84
Figura. 45: Validación de repuestos en el sistema y en físico	87
Figura. 46: Plantilla para la aplicación de las 5s “Partes innecesarias”	89
Figura. 47: Plantilla para la aplicación de las 5s “orden”	90
Figura. 48: Limpieza Inicial (Grupo autónomo).....	91
Figura. 49: Limpieza de Motor eléctrico.....	92
Figura. 50: Formato estándar del procedimiento de limpieza.....	93

Figura. 51: Hoja de Inspección Autónoma.....	94
Figura 52. Megado de motor eléctrico	100
Figura 53. Revisión del aceite del motorreductor	100
Figura 54. Revisión del tornillo de desplazamiento vertical	101
Figura 55. Lubricación del sistema de transmisión	101
Figura 56. Revisión de cuchara de apertura y cierre	102
Figura 57. Revisión de bocinas de bronce en cuchara cosechadora	102
Figura. 58: Disponibilidad Post-test.....	108
Figura. 59: Eficiencia Post-test.....	110
Figura. 60: Calidad Post-test	111
Figura. 61: OEE post-test	113
Figura. 62: Disponibilidad Pre - Post	117
Figura. 63: Eficiencia Pre - Post	119
Figura. 64: Calidad Pre - Post	120
Figura. 65: OEE Pre-test y Post-test	121
Figura 66. Histograma Exactitud de ubicación de repuestos pre test.....	131
Figura 67. Histograma Exactitud de ubicación de repuestos post test	132
Figura 68. Diagrama de dispersión EU pre test.....	133
Figura 69. Diagrama de dispersión EU post test	133
Figura 70: Histograma Exactitud de stock pre test	135
Figura 71: Histograma Exactitud de stock post test.....	136
Figura 72: Diagrama de dispersión Exactitud de stock pre test.....	137
Figura 73: Histograma Exactitud de stock post test.....	137
Figura 74: Histograma MTBF pre test	139
Figura 75: Histograma MTBF post test.....	140
Figura 76: Histograma MTBF pre test	141

Figura 77: Diagrama de dispersión - MTBF post test	141
Figura. 78: Histograma disponibilidad pre test.....	144
Figura. 79: Histograma disponibilidad post test	145
Figura. 80: Diagrama de dispersión disponibilidad pre test	146
Figura. 81: Diagrama de dispersión disponibilidad post test.....	146
Figura. 82: Histograma eficiencia pre test	148
Figura. 83: Histograma eficiencia post test.....	149
Figura. 84: Diagrama de dispersión eficiencia pre test.....	150
Figura. 85: Diagrama de dispersión eficiencia post test	150
Figura. 86: Histograma calidad antes	152
Figura.87: Histograma calidad después	153
Figura. 88: Diagrama de dispersión Calidad pre test.....	154
Figura. 89: Diagrama de dispersión Calidad post test	154
Figura. 90: Histograma OEE pre test.....	156
Figura. 91: Histograma OEE post test	157
Figura. 92: Diagrama de dispersión OEE pre test	158
Figura. 93: Histograma OEE post test	159
Figura. 94: Histograma diferencia OEE	161
Figura. 95: Histograma diferencia disponibilidad	164
Figura. 96: Histograma diferencia eficiencia.....	167
Figura. 97: Histograma diferencia calidad	169

Resumen

La investigación denominada “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar eficiencia global de máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020”, fue planteada con el objetivo de Aplicar el mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Esta investigación corresponde al tipo aplicado, con diseño pre experimental, de nivel explicativo. En la investigación la población de estudio son los datos cuantitativos sobre los problemas ocurridos que originaron el baja eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn antes de la aplicación del TPM, es decir, el OEE y sus dimensiones disponibilidad, eficiencia y calidad doce semanas antes y doce semanas después de la aplicación del TPM.

Los resultados demuestran que el OEE antes promedio es 75.37% y el OEE después promedio es 96.40%, lo que ha permitido mejorar el OEE en 21.03%; el VAN es S/. 83,289.73, la TIR 25% y el Beneficio-Costo es 3.0112 para un horizonte de planeación de 12 meses.

Palabras clave: Eficiencia, disponibilidad, calidad, equipo, TPM.

Abstract

The research called "Application of total productive maintenance (TPM) to improve overall efficiency of the Meyn gutting machine in a poultry company, Chancay 2020", was proposed with the objective of Applying total productive maintenance (TPM) to improve the overall efficiency of the Meyn gutting machine in a poultry company, Chancay 2020.

This research corresponds to the applied type, with a pre-experimental design, of an explanatory level. In the research, the study population is the quantitative data on the problems that occurred that caused the low overall efficiency of the Meyn gutting machine before the application of the TPM, that is, the OEE and its dimensions availability, efficiency and quality twelve weeks before and twelve weeks after the application of the TPM.

The results show that the OEE before average is 75.37% and the OEE after average is 96.40%, which has allowed to improve the OEE by 21.03%; the NPV is S / . 83,289.73, the IRR 25% and the Benefit-Cost is 3.0112 for a planning horizon of 12 months.

Keywords: Efficiency, availability, quality, equipment, TPM.

I. INTRODUCCIÓN

La gestión del mantenimiento es un tema de importancia estratégica para los fabricantes. De hecho, un proceso de mantenimiento efectivo y un procedimiento de mantenimiento preventivo (PM) pueden reducir significativamente el riesgo de fallas en los equipos que pueden conducir al tiempo de inactividad en las líneas de producción (Ribeiro, 2019). La interacción entre mantenimiento y producción ha sido una búsqueda constante en las industrias manufactureras. En este sentido, la metodología más utilizada es el mantenimiento productivo total TPM, con su guía de pilares sostenibles creará rutinas que permitan esa interacción. Las empresas pueden clasificarse de tres maneras con respecto a TPM: las que realmente tienen la metodología estructurada y de trabajo; los que dicen que lo tienen, pero ni siquiera tienen los principios básicos estructurados; y los que ya habían establecido los pilares pero dejaron caer esta estructura sirviendo sus fragmentos solo para satisfacer la auditoría (Suryaprakash et. al, 2019). Para Djatnaa & Alitub (2015) en un estudio realizado en una compañía avícola en la ciudad de Bogor en Indonesia indican que con la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) en esta compañía ha implementado la medición de Eficacia general del equipo (OEE) como un indicador de la utilización y condición del equipo, se logró mejorar el OEE en un 10%. La empresa estableció una estrategia de gestión de TPM, la acción tomada por la compañía indujo a una mayor confiabilidad, aumentó la efectividad de la respuesta, la eficiencia del tiempo y redujo los costos. Según Toala & Zambrano (2009) con la eficiencia global de los equipos (OEE), podemos medir la productividad de la máquina a través de los siguientes parámetros: disponibilidad, desempeño y eficiencia y calidad. Así mismo podemos hallar las pérdidas dentro del proceso, cuellos de botella.

La unidad de análisis es una empresa avícola ubicada en Chancay con 30 años en el mercado, cuenta con una máquina evisceradora de pollo de marca Maestro Meyn, cuya función es retirar todo del interior del pollo: Hígado, molleja, vísceras; trabaja 8 horas diarias, eviscera 60,000 pollos por día, 6 días a la semana, el problema es que a veces no logra eviscerar todos los pollos entonces hay operarios que hacen de nuevo una inspección manual retrasando el proceso, actualmente la eficiencia global promedio de la máquina es 75% por día siendo el

estándar de 90% por día según el fabricante. Para esto se han dimensionado las principales causas que luego se han priorizado en las variables más críticas utilizando la herramienta de diagrama de Pareto y finalmente se han sustentado por qué el Mantenimiento Productivo Total es la herramienta más adecuada para superar las principales causas que conllevan a un bajo nivel de eficiencia global de la máquina evisceradora en una empresa Avícola, Chancay 2020.

En la Figura 1, se observa como problema principal la baja eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn y sus causas que la afectan que están divididas en las seis categorías, las seis M's.

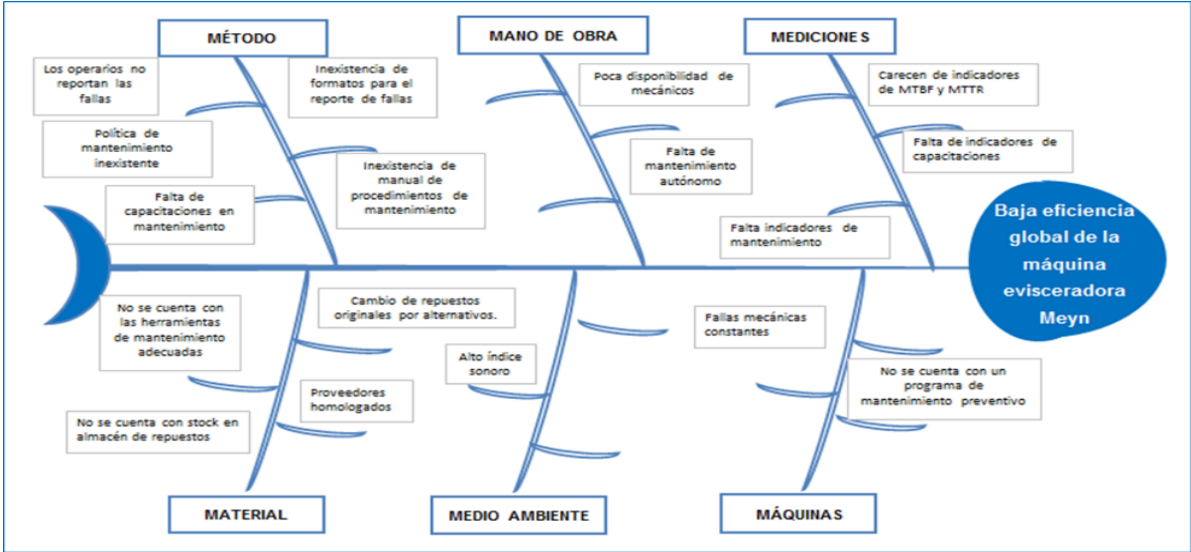


Figura. 1: Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia.

Para un mejor análisis cuantificaremos mediante la técnica de Pareto, para esto realizaremos una matriz de correlación (Tabla 1), teniendo en cuenta que si tienen una relación fuerte = 3, media = 2, débil = 1, no hay relación = 0

En la Tabla 1, con la matriz de correlación podemos establecer cuáles son las posibles causas que actúan con mayor fuerza frente al problema principal, conociendo los puntajes de influencia.

En la tabla 2, se realizó una encuesta a 10 colaboradores para determinar el puntaje de frecuencia de cada causa.

Tabla 1: Matriz de correlación

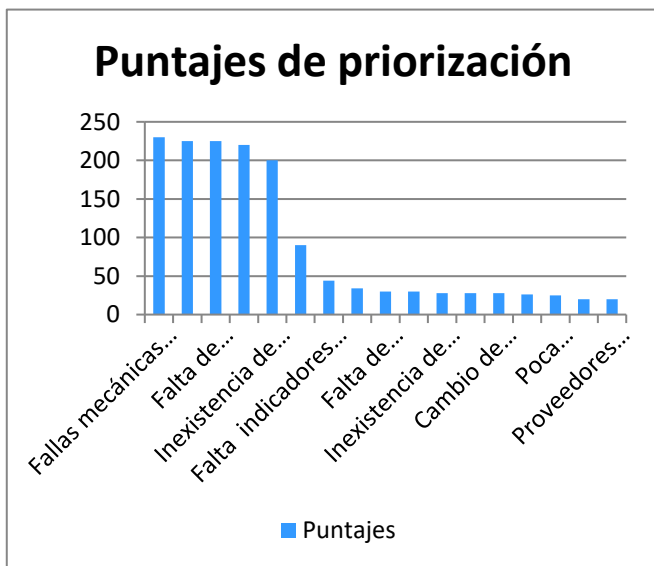
Causa que origina el problema	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	Puntaje de influencia
1 Los operarios no reportan las fallas	1	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	34
2 Política de mantenimiento inexistente	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30
3 No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	45
4 Inexistencia de manual de procedimientos de mantenimiento	4	3	3	3	3	3	1	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	40
5 Inexistencia de formatos para el reporte de fallas	5	3	2	2	2	2	1	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	28
6 Falta de capacitaciones en mantenimiento	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	30
7 Poca disponibilidad de mecánicos calificados	7	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2	2	25
8 Falta de mantenimiento autónomo	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	45
9 Falta indicadores de mantenimiento	9	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	44
10 Falta de indicadores de capacitaciones	10	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	26
11 No se cuenta con las herramientas de mantenimiento adecuadas	11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	30
12 No se cuenta con stock en almacén de repuestos	12	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	28
13 Cambio de repuestos originales por alternativos	13	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	28
14 Alto índice sonoro	14	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	20
15 Fallas mecánicas constantes	15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	46
16 Proveedores homologados	16	0	2	2	2	0	2	0	0	0	2	2	3	0	3	0	0	20
17 Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	17	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	44
Total de Dependencia		31	38	37	34	33	38	29	37	34	30	35	35	36	21	39	39	363

Tabla 2: Encuesta para establecer puntaje de frecuencia

CAUSAS QUE ORIGINAN EL PROBLEMA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	TOTAL	FRECUENCIA	FRECUENCIA	PUNTAJE
Los operarios no reportan fallas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	Muy Alta	5
Política de mantenimiento inexistente	1	2	2	3	1	3	1	2	2	3	20	3	Alta	4
No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo	3	4	3	3	4	3	3	3	5	4	35	5	Media	3
Inexistencia de manual de procedimientos de mantenimiento	3	3	4	5	3	3	5	4	4	3	37	5	Media Baja	2
Inexistencia de formato para el reporte de fallas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	Baja	1
Falta de capacitaciones en mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
Poca disponibilidad de mecánicos calificados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
Falta de mantenimiento autónomo	3	4	3	3	4	3	3	3	5	4	35	5	Alta	5
Falta indicadores de mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	Media	3
Falta de indicadores de capacitaciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	Baja	1
No se cuenta con las herramientas de mantenimiento adecuadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
No se cuenta con stock de almacén de repuestos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
Cambio de repuestos originales por alternativos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
Alto índice sonoro	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	12	1		
Fallas mecánicas constantes	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	47	5		
Proveedores homologados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1		
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	3	3	5	4	3	3	4	4	5	3	37	5		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Puntaje de priorización



CAUSAS QUE ORIGINAN EL PROBLEMA	Puntaje de influencia	Frec.	Puntaje Total
Los operarios no reportan fallas	34	1	34
Política de mantenimiento inexistente	30	3	90
No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo	45	5	225
Inexistencia de manual de procedimientos de mantenimiento	40	5	200
Inexistencia de formato para el reporte de fallas	28	1	28
Falta de capacitaciones en mantenimiento	30	1	30
Poca disponibilidad de mecánicos calificados	25	1	25
Falta de mantenimiento autónomo	45	5	225
Falta indicadores de mantenimiento	44	1	44
Falta de indicadores de capacitaciones	26	1	26
No se cuenta con las herramientas de mantenimiento adecuadas	30	1	30
No se cuenta con stock de almacén de repuestos	28	1	28
Cambio de repuestos originales por alternativos	28	1	28
Alto índice sonoro	20	1	20
Fallas mecánicas constantes	46	5	230
Proveedores homologados	20	1	20
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	44	5	220

Figura. 2: Puntajes de priorización por causa

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3, los puntajes de influencia se multiplican por los puntajes de frecuencia (Alta=5, Media=3, Baja=1) para obtener los puntajes de priorización y poder desarrollar el Pareto. En la Tabla 4, se muestra los puntajes y porcentajes relativos y acumulados, para graficar el diagrama de Pareto.

Tabla 4: Tabulación de puntajes

CAUSAS QUE ORIGINAN EL PROBLEMA	Puntaje de Influencia	Frec.	Puntaje Total	Puntaje Acumulado	% Relativo	% Acumulado
Fallas mecánicas constantes	46	5	230	230	15.30%	15.30%
No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo	45	5	225	455	14.97%	30.27%
Falta de mantenimiento autónomo	45	5	225	680	14.97%	45.24%
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	44	5	220	900	14.64%	59.88%
Inexistencia de manual de procedimientos de mantenimiento	40	5	200	1100	13.31%	73.18%
Política de mantenimiento inexistente	30	3	90	1190	5.99%	79.17%
Falta indicadores de mantenimiento	44	1	44	1234	2.93%	82.10%
Los operarios no reportan fallas	34	1	34	1268	2.26%	84.36%
Falta de capacitaciones en mantenimiento	30	1	30	1298	2.00%	86.36%
No se cuenta con las herramientas de mantenimiento adecuada	30	1	30	1328	2.00%	88.35%
Inexistencia de formato para el reporte de fallas	28	1	28	1356	1.86%	90.22%
No se cuenta con stock de almacén de repuestos	28	1	28	1384	1.86%	92.08%
Cambio de repuestos originales por alternativos	28	1	28	1412	1.86%	93.94%
Falta de indicadores de capacitaciones	26	1	26	1438	1.73%	95.67%
Poca disponibilidad de mecánicos calificados	25	1	25	1463	1.66%	97.34%
Alto índice sonoro	20	1	20	1483	1.33%	98.67%
Proveedores homologados	20	1	20	1503	1.33%	100.00%
			1503		100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados del cuadro de tabulación de puntajes (tabla 4), se realiza el diagrama de Pareto (figura 3), con el propósito de cumplir con la ley 20- 80.

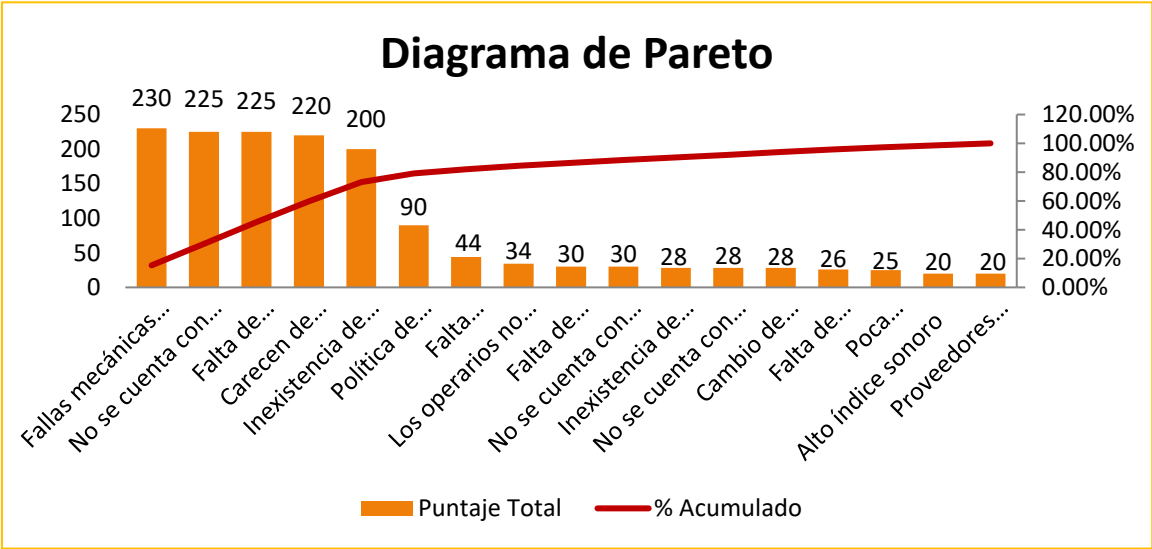


Figura. 3: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia.

Luego del análisis se establece que las 5 primeras causas representan aproximadamente el 73.19% del problema, son las que tendremos que resolver y

están relacionadas con el mantenimiento productivo total (TPM). Cabe indicar que según Cabrera (2015), la herramienta de Pareto es flexible no necesariamente representa con exactitud el 80% puede ser el 70%, el 65%.

En la siguiente tabla 5, se presenta la estratificación de causas por áreas con el fin de hallar las causas que tengan mayor intensidad.

Tabla 5: Estratificación de las causas por Áreas

CAUSAS QUE ORIGINAN EL PROBLEMA	PUNTAJE DE INFLUENCIA	
Los operarios no reportan fallas	34	M A N T E N I M I E N T O
Inexistencia de manual de procedimientos de mantenimiento	40	
Falta de mantenimiento autónomo	45	
Falta indicadores de mantenimiento	44	
No se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo	45	
Fallas mecánicas constantes	46	
Carecen de indicadores de MTBF y MTTR	44	
Política de mantenimiento inexistente	30	G E S T I Ó N
Inexistencia de formato para el reporte de fallas	28	
Falta de capacitaciones en mantenimiento	30	
Poca disponibilidad de mecánicos calificados	25	
Falta de indicadores de capacitaciones	26	
No se cuenta con las herramientas de mantenimiento adecuadas	30	
No se cuenta con stock de almacén de repuestos	28	
Cambio de repuestos originales por alternativos	28	
Proveedores homologados	20	
Alto índice sonoro	20	SGSST

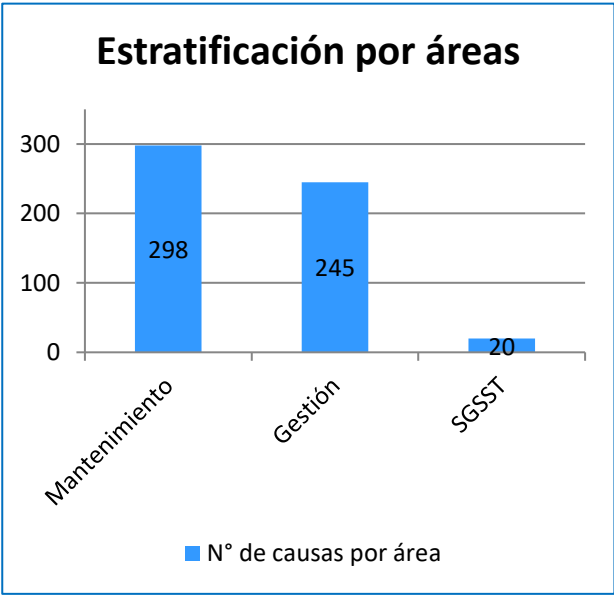


Figura. 4: Diagrama de estratificación por áreas

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4, agrupamos las causas en sus respectivas áreas para hallar con mayor facilidad su influencia en ellas, el área de mantenimiento tiene la mayor cantidad de causas 298 puntos en la influencia; el área de gestión 245 puntos de influencia; y el área de SGSST 20 puntos, con estos resultados se puede concluir que es el área de mantenimiento donde se tiene que aplicar la estrategia para eliminar y reducir las causas que afectan la eficiencia de equipos de la maquina Meyn.

Tabla 6: Alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	Solución a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	
TPM	2	1	2	2	7
Mantenimiento Correctivo	0	0	2	2	4
Homologación de proveedores	1	0	1	1	3
No bueno (0)-Bueno(1)-Muy Bueno(2)					
Los criterios fueron establecidos con el jefe de mantenimiento					

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6, se plantean tres alternativas bajo cuatro criterios de solución, aquella que tenga la mayor puntuación será la alternativa correcta.

Tabla 7: Matriz de priorización de las causas a resolver

Consolidación de causas por área	Medición	Mano de Obra	Materia Prima	Ambiente	Métodos	Nivel de Criticidad	Total de problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
Mantenimiento	100	0	0	0	267	ALTO	367	70.71%	5	1835	1	TPM
Gestión	0	0	0	0	135	MEDIO	135	26.01%	3	405	2	Homologación de proveedores, gestión del talento humano
SGSST	0	0	0	17	0	BAJO	17	3.28%	1	17	3	SGSST
Total de Problemas	100	0	0	17	402		519	100.00%				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 7, observamos que según los resultados que la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM), es la mejor opción ya que busca el mantenimiento autónomo en donde el operario de producción intervenga en el mantenimiento de la máquina junto con el técnico de mantenimiento, usando herramientas factibles con el fin de mejorar la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn.

El problema general en esta investigación se expresa en:

- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejorará la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020?.

Los problemas específicos son los siguientes:

- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejorará la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020?
- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejorará la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020?
- ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejorará la calidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020?

La investigación posee justificación práctica ya que va a reducir los tiempos muertos por parada de máquina, tiempos innecesarios, para ello se emplea un diseño experimental como la aplicación del mantenimiento productivo total con el objetivo de lograr una mejora significativa.(Bernal, 2010, p.106)

La justificación metodológica, esta investigación se va a constituir en una herramienta metodológica para otras áreas de la empresa cuando se quiera realizar otra mejora o pueda ser utilizada en problemas similares. La justificación metodológica va más orientada hacia la empresa, hacia la sociedad, hacia una universidad (Valderrama, 2013, p.141).

La justificación económica, esta investigación generará ahorros por energía eléctrica, parada de máquina, mantenimientos correctivos, pago de horas extras, esto alcanza a un VAN de S/. 83,289.73 en un horizonte de planificación de 12 meses (Baca, 2013, p.207).

El objetivo general en esta investigación se expresa en:

- Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay2020.
- Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.
- Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la calidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

La hipótesis general en esta investigación se expresa en:

- La aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Las hipótesis específicas son las siguientes:

- La aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejora la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.
- La aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.
- La aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejora la calidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Alvino (2017) realizó una tesis sobre *Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos seydel en el área tops de la Empresa Sudamericana de Fibras S.A., Callao, 2017*. Tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia global de los equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa Sudamericana de Fibras S.A., Callao, 2017. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. La población estuvo constituida por los datos tomados de la producción de fibra acrílica en toneladas métricas por mes de los equipos SEYDEL instalados en el área de TOPS, los cuales fueron tomados por un periodo de 6 meses, antes y después de que se introdujeran las variables de control. Los resultados fueron: Se evidencia la mejora luego de la aplicación del TPM obteniéndose un aumento en la disponibilidad del equipo en un 14.46%, en un promedio de tiempo de 6 meses. Se establece una mejora significativa luego de la aplicación del TPM obteniéndose un incremento en la calidad del producto final producido por el equipo SEYDEL en un 1.42%, en un promedio de tiempo de 6 meses. Se observa una diferencia a favor en el rendimiento del equipo SEYDEL en un 17.29%, en un promedio de tiempo de 6 meses. El estudio concluye: Se concluye que la aplicación de cada una de las etapas del mantenimiento autónomo junto con las del mantenimiento planificado como pilares básicos del TPM, permitieron mejorar la eficiencia global de los equipos SEYDEL en un 24.04%, cuyo promedio ha sido calculado en un periodo de 6 meses después de la aplicación de la metodología del TPM, logrando reducir significativamente las paradas imprevistas, incrementando la vida útil de los equipos productivos y el reordenamiento del área de trabajo, todo lo cual, permitió aumentar la capacidad de producción registrada anteriormente presentando además un ahorro de inversiones en nuevos equipos.

Condori (2017) realizó una tesis sobre *Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar el índice de Eficiencia global de máquinas CNC del Área de producción de la Empresa Mimco S.A.C. Callao 2017*. Tuvo como objetivo demostrar como la aplicación de un mantenimiento autónomo, mejorar el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017. El nivel de investigación fue explicativo de

corte longitudinal, de diseño pre experimental. Para la presente investigación definimos la población como el conjunto conformado por la producción de 3 máquinas CNC (Anglemaster AFPS 643, FPB 1800/3C y Revolution 1900/4C) de las que se registraron los OEE durante 24 semanas antes y después, y que se encuentra ubicada en el área de mecanizado CNC de una empresa metal mecánica Lima Perú 2017. Los resultados fueron: Después de la aplicación se evidencia una mejora significativa ya que de estar un 67.36% llegó a un 85.86% es significa un porcentaje de mejora de un 27.46%, asimismo los resultados obtenidos nos permite alcanzar nuestros objetivos. La disponibilidad ha mejorado notablemente, antes teníamos un porcentaje de 84.8% y con la Aplicación del Mantenimiento Autónomo, se obtiene un promedio semestral de 93%, lográndose incrementar un 9.6%, esto nos permite mejorar la disponibilidad de todos los equipos la producción. Se ha mejorado la calidad, antes teníamos un porcentaje de 93.7 y con la, Aplicación del Mantenimiento Autónomo se obtiene un promedio semestral de 97.4, lográndose incrementar un 3.9% esto nos beneficia ya que se reduce las pérdidas de la producción, y se produce con menos defectos. Se ha mejorado la efectividad ya que antes teníamos un porcentaje de 84.6% y con la, Aplicación del Mantenimiento Autónomo se obtiene un promedio semestral de 94.8%, lográndose incrementar un 12% esto nos permite mejorar la efectividad asegurando los pedidos de producción. El estudio concluye: La correcta programación y el cumplimiento de las estrategias del mantenimiento preventivo y correctivo permitieron mejorar los índices bajos de eficiencia, asimismo se pudo reducir los tiempos de intervención de las máquinas. Tales mejoras obtenidas se puede observar en el resultado de la eficiencia global de las máquinas antes 67.36% después de la aplicación logró 85.86% haciendo una mejora de 27.46%.

La Jara (2018) realizó una tesis sobre ***Aplicación del TPM para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018.*** Tuvo como objetivo determinar como la aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de los Equipos en una fábrica de alimentos en el área de hojalatería, Cercado, 2018. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. La población está dada por los datos diarios tomados de la producción de la línea de envase, es decir la

producción de 78 días antes y después. Los resultados fueron: La aplicación del TPM mejora la Disponibilidad de los Equipos global, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, donde el antes corresponde a una media de 0,79% mejorando al 0,89%. La aplicación del TPM mejora el rendimiento de los equipos en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, donde el antes corresponde a una media de 0,82% mejorando al 0,90 %. La aplicación del TPM no mejora la calidad de los productos en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, donde el antes corresponde a una media de 0,996% manteniéndose en 0,996 %. Esto se da por la gran cantidad de envases fabricados y la poca cantidad de estos rechazados. El estudio concluye: La aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de los Equipos en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, en donde el antes corresponde a una media de 0,65% mejorando al 0,81%, puesto que se minimizo los mantenimientos no planeados.

Maguiña (2017) realizó una tesis sobre ***Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016.***

Tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria-Huachipa 2016. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. La población de estudio estuvo conformada por la producción semanal de panetones medidos durante 24 semanas. Cuyos datos fueron obtenidos durante un periodo de producción Por lo tanto la población es de 24 semanas antes y 24 semanas después de la aplicación del mantenimiento preventivo. Los resultados fueron: La investigación permitió confirmar que la aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de panetones, mejoro la eficiencia general de los equipos OEE de 69,48% a 91,18%. El aporte de la investigación confirma que se logró en el desarrollo del presente trabajo de investigación en una mejora de la disponibilidad de los equipos con la aplicación del mantenimiento de 88,67% a 97,22% la disponibilidad de los equipos de la línea de panetones que es un porcentaje óptimo para lograr mejora del OEE. La aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de panetones se ve la mejora de 88,67% a 97,22% de rendimiento de los equipos del

horno tipo túnel de la línea de panetones. Se mejoró la dimensión de calidad de producción de 87,35% a 96,96%. El estudio concluye: La aplicación del mantenimiento preventivo mejoro la eficiencia general de los equipos de la línea de panetones del área de panificación en la empresa Gloria-Huachipa del año 2107 con un 69,48% a 91,18%, lo que demuestra una mejora de 21,69% con un nivel de significancia menor que 0.05.

Meza (2017) realizó una tesis sobre ***Aplicación de tres pilares del mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos en la Planta Merrill Crowe de la Empresa Minera Barrick Misquichilca Unidad Pierina HUARAZ-2017.*** Tuvo como objetivo evaluar en qué medida la aplicación del mantenimiento productivo total mejora la eficiencia global de los equipos del área de Merrill Crowe de la empresa minera Barrick Misquichilca Huaraz 2017. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. La población está constituida por los datos tomados de las bombas worthigton por un periodo de 6 meses, sub divididos en 4 semanas por mes en total 24 datos, antes y después. Los resultados fueron: A lo largo de esta implantación se realizaron diversas actividades en las áreas de mantenimiento y el personal de procesos, como las capacitaciones, enfocadas al mantenimiento autónomo, que permiten a los operadores a formarse y asimilar el desarrollo de este mantenimiento para luego aplicarlo en las actividades asignadas, empezando con la limpieza inicial aplicando las 5s en los talleres de mantenimiento y en las bombas worthington en el área de procesos merrill crowe. El estudio concluye: Luego de la aplicación del mantenimiento productivo total TPM, se logró disminuir los paros por averías y operación, en los primeros 6 meses del 2017, mejorando la eficiencia global de los equipos en un 33% lo cual es aceptable para el desarrollo de las actividades en el proceso de recuperación del oro en la planta merril crowe.

Reyes (2019) realizó una tesis sobre ***Aplicación del sistema TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019.*** Tuvo como objetivo analizar cómo la aplicación del sistema de TPM mejora la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019. El nivel de investigación fue explicativo de

corte longitudinal, de diseño pre experimental. Se contará con una población que será constituida por datos cuantitativo eso datos fueron seleccionado en el área de mantenimiento ubicada en Alicorp, la población en este proyecto de investigación estará compuesta N = 6 meses. Los resultados fueron: Se evidencia la mejora luego de la aplicación del sistema del TPM obteniéndose un aumento del OEE un 11.50 %, en un promedio de tiempo de 3 meses. Se demuestra la mejora luego de la aplicación del TPM obteniéndose un incremento en la Disponibilidad de los equipos en un 11.58%, en un promedio de tiempo de 3 meses. Se demuestra la mejora luego de la aplicación del sistema del TPM logra un incremento en el Rendimiento de los equipos en un 12,17%, en un promedio de tiempo de 3 meses. Se establece una mejora significativa luego de la aplicación del TPM obteniéndose un incremento en la Calidad de los equipos del montacargas en un 10.5%, en un promedio de tiempo de 3 meses. El estudio concluye: Respecto al objetivo general, se determinó que la aplicación del sistema TPM mejorará la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019., siendo el nivel de significancia de la prueba de T Student 0,000. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación alterna, teniendo como resultado de 79.54% a 91.30% logrando un incremento 11.76 %.

Seminario (2019) realizó una tesis sobre ***Implementación del mantenimiento productivo total (tpm) para incrementar la eficiencia de las máquinas cnc de una empresa metal mecánica Lima - Perú 2017.*** Tuvo como objetivo determinar de qué manera la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) incrementa la Eficiencia en las máquinas CNC de una Empresa Metal Mecánica, Lima-Perú 2017. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. Para la presente investigación se define a la población como el conjunto conformado por los registros de los Factores OEE durante 20 semanas antes y después; y que, se tomaron de las 02 Máquinas CNC ubicadas en el área de mecanizados CNC de una Empresa Metal Mecánica Lima – Perú 2017. Los resultados fueron: El nivel de la media de la Disponibilidad presente en la pre-prueba se encuentra en un 72,40%, mientras que después de implementado el TPM, el valor de la media de la Disponibilidad se acrecienta en un 81,97%. De los resultados verificamos que los valores iniciales de la media de

la Efectividad era de 73.26% y después de implementado el TPM, la media de la Efectividad tiende a un nivel de 86%. Se observa que el nivel de la media del coeficiente de Calidad, antes del TPM, alcanza el 87,58% mientras que, después de implementado el TPM el valor de la media del coeficiente de Calidad crece a 93.83%. El estudio concluye: Se implementó el Mantenimiento Productivo Total, en sus 02 primeras fases (Desarrollo y Aplicación), en la Empresa Metal Mecánica, lo cual resultó en el incremento en los niveles de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE); los cuales mostraron en la post-prueba un resultado del nivel del OEE en un 46.32%, para posteriormente a la implementación del TPM, durante 20 semanas de evaluación, alcanzar un nivel de la media OEE de 66.24%.

Yauri (2018) realizó una tesis sobre ***Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar los índices de la Eficiencia Global en el área de Mantenimiento de la empresa PANORAMA S.A.C. Lima, 2017.*** Tuvo como objetivo determinar en qué medida la aplicación del mantenimiento autónomo mejora los índices de la eficiencia global en el área de mantenimiento de la empresa Panorama S.A.C. Lima - 2017. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal, de diseño pre experimental. La población para la presente investigación será considerada 24 semanas que estarán divididas en 12 semanas antes y 12 semanas después. Los resultados fueron: La disponibilidad tuvo un incremento de 25%, el rendimiento tuvo un incremento de 24%, el incremento de la calidad fue de 23%. El estudio concluye: Se concluye que una buena gestión del mantenimiento autónomo incrementa significativamente los indicadores de la eficiencia global, el incremento fue de un 41%.

Chlebus et.al (2015) realizaron un estudio sobre ***A new approach on implementing TPM in a mine – A case study.*** Tuvo como objetivo implementar el TPM en una mina. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: El TPM en una mina, en comparación con el estándar "TPM House", de acuerdo con el enfoque de los autores, debe reducirse a 3 pilares principales: mejora del entorno de trabajo, mantenimiento autónomo y planificado y estándares en desarrollo. El estudio concluye: El estándar completo de la reparación incluye una lista de todas las

herramientas, repuestos, materiales, fluidos y lubricantes necesarios, y los medios necesarios para realizar la reparación. El tiempo de reparación calculado sobre la base del estándar creado es de 273 minutos, que es cercano al tiempo mínimo (270 minutos) identificado en 73 observaciones descritas en DCS. El tiempo de reparación del cubo del HV real máximo fue de 450 min y el promedio fue de 445,41 min. La implementación del proceso de revisión estándar puede acortar el tiempo promedio casi dos veces. El desarrollo de estándares para otras reparaciones puede mejorar significativamente los procesos de revisión, es decir, mediante la eliminación de operaciones inútiles. Debido a que el estándar presenta las mejores prácticas de los procesos de reparación, puede desempeñar un papel de manual y ser una herramienta útil para los nuevos mecánicos. Además, se creó el procedimiento de preparación para la estandarización de la reparación. La plantilla es tan universal que se puede usar con éxito para describir las reparaciones de otras máquinas, así como las actividades relacionadas con las reparaciones.

Djatna & Alitub (2015) realizaron un estudio sobre *An application of association rule mining in total productive maintenance strategy: an analysis and modelling in wooden door manufacturing industry*. Tuvo como objetivo implementar el TPM en la compañía. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: La implementación de TPM en esta compañía ha implementado la medición de Eficacia general del equipo (OEE) como un indicador de la utilización y condición del equipo, la máquina de moldeo, mostró un valor OEE del 40-60%, entonces la gerencia realiza una evaluación del orden de trabajo, un OEE con un valor inferior al 60% es más bajo que el promedio mundial OEE, se realizan las mejoras y OEE se eleva entre 85-90% el cual es un valor alto en el promedio mundial (superior al 85%). El estudio concluye: la acción tomada por la compañía indujo a una mayor confiabilidad y aumentó la efectividad de la respuesta y la eficiencia del tiempo y los costos.

Guariente et.al (2017) realizaron un estudio sobre *Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer*. Tuvo como objetivo incrementar la disponibilidad de sus máquinas y equipos mediante la

implementación de un mantenimiento autónomo. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: Debido a las mejoras realizadas, se incrementó de 75% a 85% es decir un 10% el indicador mensual de disponibilidad de equipos en la línea AA3 de la empresa donde se realizó el estudio. El estudio concluye: Esto, a su vez, resultó en un aumento del 8% en OEE (Eficacia general del equipo) durante el mismo período de tiempo, que se debió principalmente a una reducción tanto en las tasas de avería de la máquina, como en el MTTR (Tiempo medio de reparación) en la misma línea.

Mwanza & Mbohwa (2015) realizaron un estudio sobre *Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company*. Tuvo como objetivo desarrollar un modelo eficaz de TPM para mejorar el sistema de mantenimiento en una empresa de fabricación de productos químicos en Zambia. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: El conocimiento de TPM dedujo que el 70.5% de los empleados conocía el concepto de TPM, mientras que el 14.7% indicó que el concepto de TPM ayudaría a mejorar el sistema de mantenimiento actual y el 14.7% no estaba seguro. El estudio concluye: El 29.5% de los empleados no conocía TPM y el 64.3% no está seguro de que el concepto TPM pueda ayudar a mejorar el sistema de mantenimiento actual. En base a estos resultados, se debe compartir el conocimiento y la información, la participación del operador y la capacitación.

Okpala, Anozie & Mgbemena (2020) realizaron un estudio sobre *The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company*. Tuvo como objetivo evaluar la Eficiencia general del equipo (OEE) después de la implementación del Mantenimiento productivo total (TPM). El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: Se utilizó el software Minitab 16.0 para analizar los datos recopilados, y los resultados mostraron que el valor más alto de 98.90 y 96.39 en las estadísticas descriptivas para el máximo y la media respectivamente, subrayan la importancia de la calidad en los productos de la compañía. El estudio concluye: El porcentaje promedio de calidad, disponibilidad y rendimiento

obtenido fue 96.3906, 60.4938 y 27.6188 respectivamente. Esto demostró una vez más que la calidad de los productos es el mayor factor OEE que las compañías farmacéuticas deben tomar en serio para reducir las seis grandes pérdidas en sus procesos de fabricación. OEE debe establecerse entre 10.3 y 629.5 para los límites inferior y superior respectivamente, a fin de reducir el tiempo de inactividad, el costo de instalación, los desechos inherentes, así como las seis grandes pérdidas (pérdidas por tiempo de mantenimiento, pérdidas por tiempo de mantenimiento, pérdidas del tiempo de disponibilidad, pérdidas de tiempo ocioso, pérdida de reducción de velocidad, pérdida de tiempo de calidad, pérdida de tiempo de misceláneas).

Singh et.al (2013) realizaron un estudio sobre ***Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study***. Tuvo como objetivo implementar el mantenimiento productivo total (TPM) en una máquina de taller: un caso de estudio. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: La experiencia de implementar el Mantenimiento Productivo Total se comparte e investiga para una empresa que fabrica componentes automotrices. El concepto se implementa en el taller de máquinas con centros de torneado CNC de diferente capacidad. La eficacia general del equipo se utiliza como medida del éxito de la implementación de TPM. Se identifican las pérdidas asociadas con la efectividad del equipo. El estudio concluye: 1. El éxito de TPM depende de varios pilares como 5-S, Jishu Hozen, Mantenimiento planificado, Mantenimiento de calidad, Kaizen, Office TPM y Seguridad, salud y medio ambiente. 2. La eficacia general del equipo ha mejorado del 63% al 79%, lo que indica una mejora en la productividad y una mejora en la calidad del producto. 3. Se observa que la mayoría de los componentes defectuosos se deben al proceso anterior, es decir, la fundición, por lo tanto, para mejorar los esfuerzos de productividad también se debe dar al proceso anterior. 4. Los factores clave para esta implementación son la participación de los trabajadores y el apoyo de la alta dirección. Aún es posible la implementación de TPM de clase mundial con soporte continuo en todos los niveles junto con el suministro de los recursos necesarios.

Yavuz et.al (2019) realizaron un estudio sobre ***Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry***. Tuvo como objetivo analizar prácticas de mantenimiento centradas en la confiabilidad en la industria alimentaria. El nivel de investigación fue explicativo de corte longitudinal de diseño pre experimental. Los resultados fueron: La disciplina del mantenimiento en las industrias ha cambiado más que otras disciplinas de gestión. Este cambio se debe al aumento en la cantidad y variedad de activos físicos, el desarrollo de tecnología, la aparición de nuevas técnicas de mantenimiento y el cambio en la perspectiva del mantenimiento. Los equipos de mantenimiento en la empresa generalmente aplican métodos basados en el tiempo para mantener los activos físicos. Sin embargo, las prácticas de mantenimiento no siempre proporcionan la eficiencia Global del equipo (OEE) esperada del equipo. El estudio concluye: Evaluamos los datos de OEE de este estudio piloto dentro de un período de seis meses a partir de la primera fecha de intervención. Se muestra el aumento y comportamiento de los datos de OEE en el 2018 como resultado de la intervención en la máquina de embalaje: mayo 76%, junio 80.5%, julio 80%, agosto 78.5%, septiembre 78 y octubre 79.5%, con un promedio de 78.75% y un incremento promedio de 2.75% del OEE.

Teorías relacionadas al tema

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para Socconini (2016, p316), mantenimiento productivo total es una metodología, una guía de enseñanza, de mejora que permite continuidad de la operación en los equipos y edificios, al introducir los conceptos de:

- Prevención.
- Cero defectos ocasionados por máquinas.
- Cero accidentes.
- Cero paros.
- Participación total de las personas.

Es un proceso sistemático para optimizar la efectividad total de los equipos, minimizando la indisponibilidad de la maquinaria debido a descomposturas o reducciones de velocidad.

TPM involucra a los operadores como apoyo en el mantenimiento: los operadores llevan a cabo rutinas de limpieza y mantenimiento menor (revisiones, ajustes menores, etc), mientras que el departamento de mantenimiento trabaja en sistemas mecánicos, eléctricos y de control.

El mantenimiento productivo total (TPM) fue desarrollado por el japonés Seichi Nakajima, quien enfatizó la magnitud de involucrar al personal de mantenimiento y al personal de producción en actividades de mantenimiento productivo, ya que esta acción da buenos resultados en las industrias. Dounce (2014, p.2)

Para Pascal et.al (2019) para alcanzar el objetivo de la política de mantenimiento, proponen evaluar y mejorar la confiabilidad el diagnóstico y el pronóstico como base del Mantenimiento Productivo Total.

Para Mora (2013, p.35), el papel de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades. Tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos.

Para Mora (2013, p.35), la misión principal de mantenimiento es garantizar que el parque industrial esté con la máxima disponibilidad cuando lo requiera el usuario, durante el tiempo solicitado para operar, con las velocidades requeridas, en las condiciones técnicas y tecnológicas exigidas previamente.

Dimensiones e indicadores de la variable independiente

Para Chlebus (2015, p.3):

El objetivo de TPM es mejorar la eficacia de las máquinas mediante:

- Gestión temprana de equipos y prevención de mantenimiento.
- Desplazar las actividades rutinarias de operación y mantenimiento de maquinaria para sus operadores.
- Aumentar la participación de los empleados en esos procesos.

Cuando se eliminan las fallas y defectos, la velocidad de operación de las máquinas aumentará, los costos de operación se reducirán y la productividad

aumentará. El entorno es particularmente importante, porque es el factor que más influye en la tasa de fallas. La adaptación e implementación de TPM debería ser una solución al problema de alta frecuencia de fallas, según el enfoque de los autores debe reducirse a 3 principales pilares: mejora del entorno de trabajo, mantenimiento autónomo y planificado y desarrollo de estándares (Fig. 1). Cada uno de estos pilares consta de varios pasos para lograr una tarea en particular. La totalidad se basa en el análisis de datos y está respaldada por las prácticas 5S y la mejora continua. Un aspecto importante, e incluso esencial, se convierte en un programa de capacitación del personal.

Mejora del entorno de trabajo

La mejora del entorno del trabajo se refiere al correcto listado de equipos, a la identificación de los dispositivos, así como el método de suministros. Por otro lado a considerar la parte ergonómica, la seguridad y salud ocupacional, por ultimo a la implementación de las 5's. Chlebus (2015, p.4).

Mantenimiento autónomo y planificado

El mantenimiento autónomo y planificado es el proceso de observar el servicio diario, análisis y operación del mantenimiento manual, definir la lista de actividades y optimizar el servicio. Para Chlebus (2015, p.4).

Debido a la necesidad de desarrollo continuo, la dirección de la empresa debe implementar soluciones que apoyen la operación de la empresa. La necesidad de mejora de la empresa conduce a la implementación de conceptos de gestión desarrollados destinados a mejorar la calidad del producto y aumentar la productividad al tiempo que se reducen los costos primarios. Uno de esos conceptos es TPM y su componente crucial, el mantenimiento autónomo Kosicka et.al (2019, p.2).

Trabajo estándar

El trabajo estándar tienes diferentes etapas como: proceso de reparación, mejores prácticas, definir lista de actividades, definir lista de equipos necesarios, herramientas y piezas de repuesto, diseño de plantillas de reparación, cumplimiento de la plantilla de reparación, reparación estándar. Dounce (2014, p.4).

Eficiencia Global del Equipo (OEE)

Según Okpala (2020, p.2): Rouse (2017), define la OEE como "una medida del rendimiento y la productividad de las operaciones de producción, que se expresa como un porcentaje", y observó que "indica el grado en que un proceso de fabricación es realmente productivo y sirve como una medida general e inclusiva de qué tan bien están funcionando las operaciones de fabricación de una empresa".

Según Kigsirisin et.al (2016,p.2): Hoy en día, muchas plantas de tratamiento de agua enfrentan problemas de avería de equipos y pérdida de agua durante el proceso de producción. Un método para resolver estos problemas es implementar la estrategia de ocho pilares (EPS) de Estrategia de mantenimiento productivo (TPM) para reducir la avería del equipo, disminuir la pérdida de agua y mejorar la eficacia del equipo. Tasa de falla (FR), disponibilidad (A), eficiencia de desempeño (PE), tasa de calidad (QR) fueron determinado mediante la evaluación de la eficacia del equipo a través de la eficacia global del equipo (OEE).

Además, Okpala et al. (2018), explicaron que OEE es una forma efectiva de analizar el rendimiento del equipo, y también tiene en cuenta las seis principales grandes pérdidas. Señalaron que es una función de calidad, tasa de rendimiento y disponibilidad, que en realidad mide las pérdidas de equipos.

Sin embargo, Adolph et al. (2016), observaron que OEE es un enfoque común para la medición de la eficiencia de los equipos de producción, y se originó en el marco de la gestión eficiente con la introducción del Mantenimiento Productivo Total.

En TPM, el rendimiento de un sistema productivo se mide utilizando una métrica cuantitativa central llamada OEE. De acuerdo con Ravishankar et al. (1992), la metodología OEE incorpora métricas de todas las pautas de fabricación de equipos en un sistema de medición que ayuda a los equipos de fabricación y operación a mejorar el rendimiento del equipo, reduciendo así el costo de mantenimiento. OEE puede mejorar el rendimiento de la máquina identificando oportunidades de rendimiento relevantes. Es métrico, que es la relación entre la

salida real del equipo y su mayor producción teórica, mide y también mejora la confiabilidad de la máquina, la calidad de los productos y las mejoras de los cambios Okpala y Anozie (2018).

Disponibilidad

La disponibilidad se define en el tiempo disponible de la maquinaria o equipo para las operaciones de producción. Okpala (2020, p.2).

Eficiencia

La eficiencia se refiere a la cantidad de productos procesados en un día o mes y el tiempo de funcionamiento es la diferencia entre el tiempo de carga y la falta de tiempo. Okpala (2020, p.2).

Calidad

La calidad es el número de productos rechazados debido a la incapacidad del producto para cumplir con el diseño de producción, y por lo tanto requiere ser reelaborado o puede considerarse como chatarra. Okpala (2020, p.2)

Para Okpala (2020, p.3) los objetivos de clase mundial para el OEE son:

Disponibilidad > 90%

Eficiencia > 95%

Calidad > 99%

OEE > 85%.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque cuantitativo de la investigación: Se caracteriza por dar respuesta al problema de investigación haciendo uso de la recolección y el análisis de datos, de igual forma, emplea técnicas estadísticas para contrastar la verdad o falsedad de las hipótesis. En la investigación las variables serán numéricas cuantificables con las cuales probaremos las hipótesis. Valderrama (2013, p.106).

Tipo de investigación

La investigación aplicada depende de los descubrimientos y aportes teóricos para poder generar beneficios y bienestar a la sociedad. Valderrama (2013, p.39).

La investigación será de tipo aplicada ya que se utilizará la base del conocimiento científico existente para hallar la solución del problema. Para la investigación, la base de conocimiento científico de referencia han sido los libros, tesis, revistas, artículos, papers referentes al TPM y Eficiencia Global de equipos industriales.

Nivel de la investigación

La investigación explicativa además de describir conceptos, está orientada a responder las causas de los eventos físicos o sociales. Así mismo centra su interés en hallar la razón por la cual ocurre un fenómeno, estableciendo en qué condiciones se da éste, o porqué están relacionadas dos o más variables. Valderrama (2013, p45).

El nivel de la presente investigación será explicativo ya que estudiará el problema con mayor profundidad y se utilizará el TPM para mejorar la baja Eficiencia Global de la máquina evisceradora Meyn.

Diseño de la investigación

El diseño es el plan o estrategia concebida de obtención de información para responder a las preguntas de investigación Valderrama (2013, p59).

Según Valderrama (2013, p59), de acuerdo con las categorías de Campell y Stanly (citado por Hernández Sampieri, 2010), la investigación experimental puede dividirse en preexperimental, experimentos puros (llamados también verdaderos y cuasi experimentos).

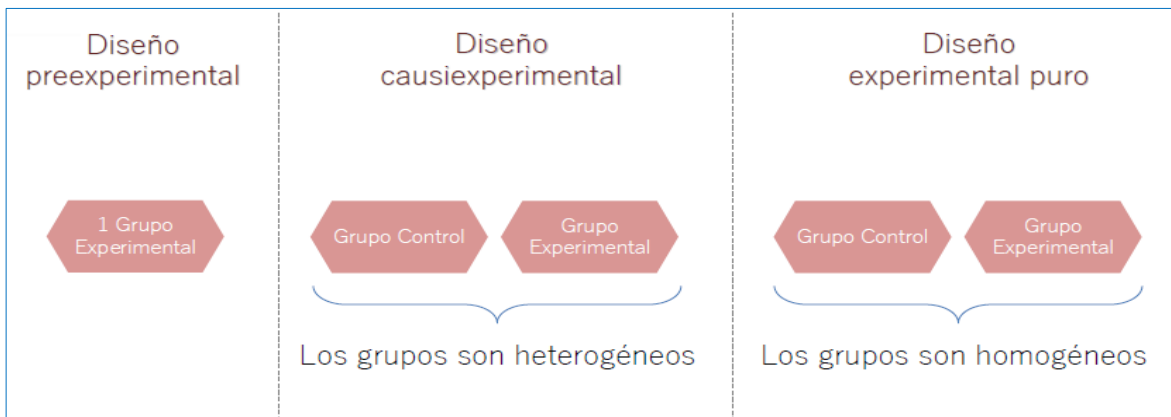


Figura. 5: Diseños experimentales

Fuente: (Baldarrago 2018, p. 8)

¿Qué es un diseño pre-experimental?	Los diseños pre-experimentales son diseños de <i>un solo grupo</i> donde el grado de control es mínimo.
¿Cuáles son los tipos de Diseño Pre-Experimental?	Los principales tipos son: a) <u>Estudios de caso con una sola medición</u> G---X---O b) <u>Diseño de pre-prueba/pos-prueba con un solo grupo</u> G---O1---X---O2
	G= grupo X= tratamiento (VI) O= test o medición (VD)

Figura. 6: Diseños pre experimentales

Fuente: (Millones, 2020)

Según Valderrama (2013, p61), los diseños experimentales puros o verdaderos pueden presentarse a través de siete variantes, las cuales son:

- Diseño de dos grupos, con sujetos aleatorizados y solo con posprueba.
- Diseño de dos grupos, de sujetos apareados aleatoriamente, y solo con posprueba.
- Diseño con preprueba y con dos grupos aleatorizados.
- Diseño de tres grupos (Solomón)
- Diseño de cuatro grupos (Solomón)
- Diseño factorial
- Diseño factorial simple

Diseño pre experimental, es el diseño de un grupo con pre prueba y pos prueba. El diseño de un grupo casi siempre consta de tres etapas: 1. Administrar una prueba preliminar para medir la variable dependiente. 2. Aplicar el tratamiento experimental X a los sujetos. 3. Administrar una pos prueba que mida otra vez la variable dependiente Valderrama (2013, p46).

El diseño de la investigación para demostrar la hipótesis será de diseño experimental: pre experimental, la misma señala que la aplicación del TPM solo se efectuará a un mismo sujeto de estudio, en un único local, en una única máquina, donde se piensa manipular la variable TPM y observar el incremento de la eficiencia global de la máquina. Se analizará la eficiencia global de la máquina antes y después de la implementación del TPM.

3.2 Variables, Operacionalización

Para Tipacti (2018, p.6) de UNI la definición operacional está referida al cómo se medirá la aplicación de una variable, cuáles son los procedimientos, los métodos, las fórmulas que permitirán medir cuantitativamente los valores de la variable de respuesta o variable dependiente, que es la que se debe medir para demostrar una hipótesis.

Llámesese variable a la característica o combinación de varias características de una población, por ejemplo variables es: altura, peso, edad, duración de una enfermedad, temperatura, etc. Una variable puede ser cuantitativa o cualitativa. Son generalmente cuantitativas las variables que se toman con algún instrumento de medida, mientras que son cualitativas las que se obtienen por clasificación, digamos razas, lugar de nacimiento, sexo, regiones naturales, etc.

Las variables cuantitativas, pueden clasificarse en continuas y discontinuas o discretas. Una variable es continua cuando puede tomar cualquier valor comprendido entre los valores extremos; por ejemplo; el rendimiento de las hectáreas de trigos sembradas en una región, la velocidad de los autos que corren por una carretera, etc. Una variable es discontinua cuando sus datos no pueden tomar todos los valores comprendidos entre los extremos, por ejemplo: el número de hijos de 10000 familias puede variar de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, etc., pero ninguna familia puede tener digamos 3.25 hijos.

Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Dounce (2014, p.2) El japonés Seichi Nakajima fue quien desarrolló el mantenimiento productivo total (TPM), enfatizando la magnitud de involucrar al personal de mantenimiento y al personal de producción en actividades de mantenimiento productivo, ya que esta acción da buenos resultados en las industrias.

Según Seiti et.al (2017, p.2) el mantenimiento se considera un factor importante en la mejora del rendimiento de la máquina. De hecho, el mantenimiento juega un papel importante para mantener la confiabilidad, disponibilidad, calidad de los productos, reducir el riesgo, mejorar la eficiencia y la seguridad. En los problemas de mantenimiento, los datos reales deseados no se pueden encontrar fácilmente, por lo que la toma de decisiones mediante la aplicación de conocimientos expertos es la única forma. Sin embargo, debido a la existencia de incertidumbres en estas evaluaciones, la exactitud de las evaluaciones puede ser cuestionada.

Según Garza-Reyes et.al (2018, p.2) TMP y JIT tienen una mayor importancia en el desempeño ambiental, mientras que kaizen /mejora continua solo muestra un efecto en el uso de materiales y liberación de contaminantes, autonomía y VSM (mapa de valor) no muestran ningún impacto en el desempeño ambiental.

Dimensiones e indicadores de la variable independiente

Entorno de trabajo

Para Chlebus (2015, p.4), referido al listado de equipos y dispositivos necesarios, método de suministros, considerar la parte ergonómica, la seguridad y salud ocupacional, implementación de las 5's.

$$EU = \frac{\text{Repuestos ubicados correctamente}}{\text{Total de repuestos solicitados}} \times 100\%$$

EU = Exactitud de ubicación de repuestos

PUC = Repuestos ubicados correctamente

TPS = Total de repuestos solicitados

$$ES = \frac{\text{Cantidad de repuestos reales}}{\text{Cantidad de repuestos en el sistema}} \times 100\%$$

ES = Exactitud de Stock

CPR = Cantidad de repuestos reales

CPS = Cantidad de repuestos en el sistema

Mantenimiento autónomo y planificado

Para Chlebus (2015, p.4), observar el proceso del servicio diario, análisis y operación del mantenimiento manual, definir la lista de actividades y optimizar el servicio.

$$MBT = \frac{\text{Mantenimiento por recorrido realizado}}{\text{Mantenimiento por recorrido programado}} \times 100\%$$

MBT = Mantenimiento basado en tiempo

MRr = Mantenimiento por recorrido realizado

MRp = Mantenimiento por recorrido programado

Trabajo estándar

Para Dounce (2014, p.4), Es el proceso de reparación, mejores prácticas, definir lista de actividades, definir lista de equipos necesarios, herramientas y piezas de repuesto, diseño de plantillas de reparación, cumplimiento de la plantilla de reparación, reparación estándar.

$$IAAV = \frac{AAV - AV \text{ no VALOR}}{\sum TA}$$

IAAV = Índice de actividades que agregan valor

AAV valor = Actividades que agregan valor

AV no valor = Actividades que no agregan valor

$\sum TA$ = Sumatoria de todas las actividades

$$TE = TN \times (1 + S)$$

TE = Tiempo Estándar

TN = Tiempo nominal

S = Suplementos

Variable Dependiente: Eficiencia Global del Equipo (OEE)

Para Okpala (2020, p.2) define:

Rouse (2017), definió la OEE como "una medida del rendimiento y la productividad de las operaciones de producción, que se expresa como un porcentaje", y observó que "indica el grado en que un proceso de fabricación es realmente productivo y sirve como una medida general e inclusiva de qué tan bien están funcionando las operaciones de fabricación de una empresa". Además, Okpala et al. (2018), explicaron que OEE es una forma efectiva de analizar el rendimiento del equipo, y también tiene en cuenta las seis principales grandes pérdidas. Señalaron que es una función de calidad, tasa de rendimiento y disponibilidad, que en realidad mide las pérdidas de equipos.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

Disponibilidad

Para Okpala (2020, p.2) define disponibilidad al tiempo disponible de la maquinaria o equipo para las operaciones de producción.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo planificado} - \text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo planificado}}$$

El tiempo planificado es el tiempo disponible por día o mes para operaciones de producción, mientras que el tiempo de inactividad se refiere al tiempo total de producción durante el cual el sistema integrado no funciona debido a fallas del equipo o requisitos de configuración / ajuste.

Eficiencia

Para Okpala (2020, p.2) la eficiencia se refiere a la cantidad de productos procesados en un día o mes y el tiempo de funcionamiento es la diferencia entre el tiempo de carga y la falta de tiempo.

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Cantidad procesada} \times \text{Tiempo ciclo}}{\text{Tiempo operativo}}$$

Calidad

Para Okpala (2020, p.2) define calidad como el número de productos rechazados debido a la incapacidad del producto para cumplir con el diseño de producción, y por lo tanto requiere ser reelaborado o puede considerarse como chatarra.

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{Cantidad defectuosa}}{\text{Cantidad procesada}}$$

3.3 Población, muestra y muestreo

Sujeto de estudio

Según Nel, “cualquier elemento que aporte información sobre el fenómeno que se estudia” (2015, p.95). El sujeto de estudio considerado para el desarrollo de la investigación, será la máquina evisceradora Meyn.

Población

Según Valderrama, Puede ser un conjunto infinito o finito con características comunes que siempre y cuando sean cuantificables como un universo de familias, Organizaciones, instituciones (2013, p.182). La población en estudio serán los datos cuantitativos de la eficiencia global del equipo (OEE).

Criterios de inclusión

Son los días laborables de una jornada laboral de 8 horas al día.

Criterios de exclusión

Son los días no laborables, es decir domingos y feriados.

Muestra

Según Valderrama, es un subconjunto representativo de un universo o población, es decir es solo una parte que se va a estudiar de la población, para ello se incluye en número de unidades más relevantes de la población (2013, p.184).

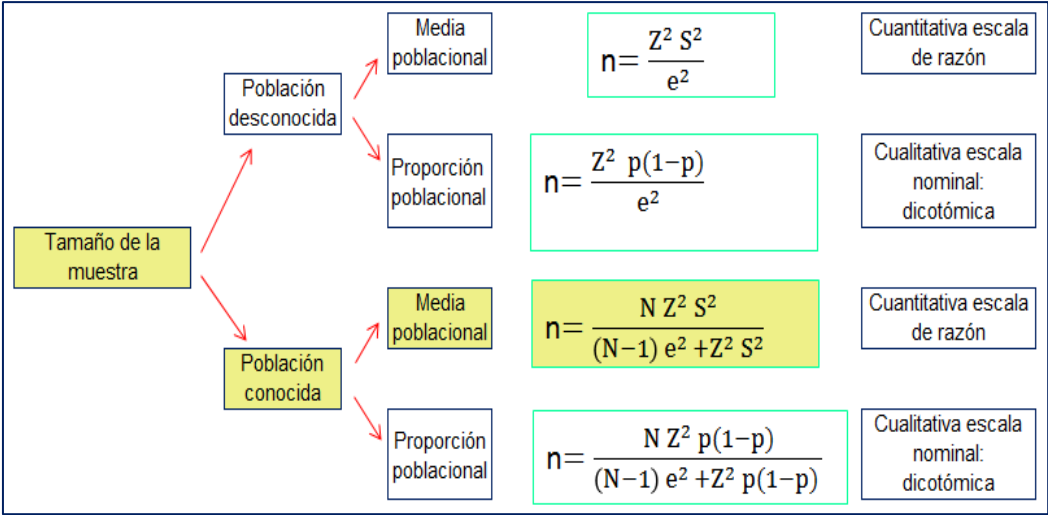


Figura. 7: Fórmulas estadísticas para el cálculo de la muestra

Fuente: Valderrama (2013, p.184)

Según Valderrama por tratarse de una investigación con variables cuantitativas y de investigación pre experimental los datos que se analizan son los datos de la variable dependiente y de sus dimensiones para el desarrollo de las pruebas de hipótesis (2013, p.231).

En nuestro caso por tratarse de una población conocida, deseando estimar el parámetro de la media poblacional y por ser la variable dependiente cuantitativa de escala razón se usa la fórmula sombreada en la figura.

Para esto según Valderrama (2013, p.184) es necesario conocer la varianza de una muestra (S^2). Se realiza el cálculo de una pequeña muestra de 10 datos del OEE y sobre estos se calcula el S^2 .

Tabla 8: Promedio Muestral de OEE en 10 días

Dato N°	OEE
1	77%
2	75%
3	77%
4	73%
5	74%

6	73%
7	77%
8	74%
9	76%
10	74%
Promedio	75%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Cálculo de la varianza muestral

Dato N°	OEE	OEE - Promedio	(OEE-Promedio) ²
1	77%	2	4
2	75%	0	0
3	77%	2	4
4	73%	-2	4
5	74%	-1	1
6	73%	-2	4
7	77%	2	4
8	74%	-1	1
9	76%	1	1
10	74%	-1	1
Promedio	75%		24
S			1.632993162
S²			2.666666667

Fuente: Elaboración propia.

Aplicamos la fórmula estadística para calcular el tamaño de la muestra según Valderrama referenciada anteriormente y reemplazamos:

N= 78 datos

Z = 1.96, con un nivel de confianza del 95%

S²= Varianza

e = 5%, ya que es el complemento del nivel de confianza.

$$n = \frac{78 \times 1.96^2 \times 2.666666667}{(78-1)(0.05)^2 + 1.96^2 \times 2.666666667}$$

$$n = 76.53 \text{ datos} = 77 \text{ datos}$$

Por ser nuestra muestra cercana a la población se tomará el total de los datos siendo estos 78.

Lo cual confirma lo que dice Triola (2013, p.382) “para poblaciones pequeñas donde N es menor que 50 el tamaño de la muestra debe ser el mismo de la población, es decir $N = n$ ”. Por ser nuestra muestra cercana a la población se tomará el total de los datos siendo estos 78 datos.

Muestreo

Valderrama (2013, p.123), indica que al ser la población similar a la muestra, no se hace necesario el muestreo. Es un censo, es decir se toma a toda la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Metodología

Según (Baena, 2017) son las condiciones necesarias para saber cuál es el camino idóneo. Es una disciplina que estudia, analiza, promueve, y depura al método, el cual se multiplica y particulariza en cada rama científica.

Método

Según (Baena, 2017) método es el camino. Significa el camino por seguir mediante una serie de operaciones y reglas prefijadas de antemano para alcanzar el resultado propuesto. Ejemplo método deductivo.

Técnicas

Para Baena (2017, p.68):

Las técnicas se vuelven respuesta al “cómo hacer” y permiten la aplicación del método en el ámbito donde se aplica, las técnicas son prácticas conscientes y reflexivas dirigidas al apoyo del método.

La técnica es el arte o la manera de reconocer el camino.

Para Baena, la observación directa es aquella donde el mismo investigador procede a la recopilación de información; sin dirigirse a los sujetos involucrados; recurre directamente a su sentido de observación. Se procederá por observación

directa cuando la información investigada esté directamente disponible. La guía de observación se destina al observador (2017, p.72).

Para Hernández et.al (2017, p. 148). se refiere a recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de análisis.

Las técnicas utilizadas serán las siguientes:

Observación Directa: Se realizará una observación del proceso de almacenamiento para recolectar datos y luego elaborar los diagramas de procesos.

Revisión de documentos: Se realizará un análisis de las actividades realizadas documentadas en el área de almacén, para posteriormente hacer un control de las actividades.

Instrumento

Para Baena, los instrumentos son los apoyos que se tienen para que las técnicas cumplan su propósito, en el caso del cazador sería tu equipo, las armas, inclusive botiquín o provisiones. Otros instrumentos serían el microscopio, el telescopio, la cédula de entrevista, libreta de campo, cámara, grabadora, entre otros (2017, p.68).

Para Valderrama “son los medios materiales que emplea el investigador para recoger y almacenar la información” (2013, p. 95).

Para el desarrollo de la investigación haremos uso de los instrumentos siguientes:

Observación directa (técnica):

- Hoja toma de tiempo.
- Tomas fotográficas, las cuales se obtendrán de las actividades operativas del área, las mismas que se mostrarán en los anexos respectivos.
- Videos de las actividades. Para analizar la secuencia de actividades.
- Cronómetro.
- Lápiz.
- Borrador.
- Regla.
- Tablet.

- Tabla sujeta documentos.
- Otros.

Revisión de documentos (técnica):

- Fotocopiadora.
- Escáner.
- Cámara fotográfica.
- Cámara filmadora.
- Hoja de apuntes.
- Tabla sujeta documentos.
- Lápiz.
- Borrador.
- Tablet.
- Otros

Validez

“La validez, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (Hernández et.al, 2017, p. 148).

Para la investigación, la validez del instrumento se obtendrá recurriendo al juicio de expertos, 03 docentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Confiabilidad

“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”. (Hernández et.al, 2017, p. 173).

La confiabilidad de contenido de la información trabajada, está referida a que nuestra información es obtenida del sistema de la empresa para que el personal de la empresa lo utilice, por lo que es una información creíble, válida para la investigación, la empresa cuenta con una cultura de calidad en donde cada uno de los trabajadores buscamos la excelencia en nuestras actividades diarias, por lo que el colaborador que ingresa la información lo realiza de una manera ética, como colaborador de la empresa doy fé de que efectivamente los datos son ciertos.

Para calcular la confiabilidad se utilizará la técnica de Test-retest, la que analiza a un mismo grupo o a un mismo sujeto de estudio, utiliza como medida al coeficiente r (R) de Pearson (Valderrama, 2013, p.215). El valor del coeficiente de correlación varía entre +1 y -1.

3.5 Procedimientos

a) Breve reseña histórica de la empresa

La empresa Grupo Santa Elena pertenece al sector avícola (ganadería), se dedica a la incubación de huevos; crianza, producción y comercialización de pollo-pavo fresco y productos pre cocidos.

Dentro de su infraestructura operacional cuenta con granjas reproductoras, maquinarias de incubación, planta de molino y planta de beneficios.

Fue fundada en octubre de 1992, para ese entonces se dedicaba al engorde de ganado vacuno.

Posteriormente en 1996 surgió la oportunidad de criar y comercializar aves por lo cual migró al sector avícola.

A partir de enero del 2017 Avinka S.A y Ganadera Santa Elena forman una sola organización: Grupo Santa Elena, con el fortaleció presencia en los mercados tradicional y moderno.

En el 2018, con el objetivo de estar más cerca del consumidor, abrimos nuestras tiendas Avinka, en las que ofrecemos pollo fresco, huevos frescos y productos pre cocidos.

Aspectos estratégicos

Misión

Nutrir a los peruanos con productos de calidad, respetando el medio ambiente y promoviendo el bienestar de sus colaboradores y sociedad.

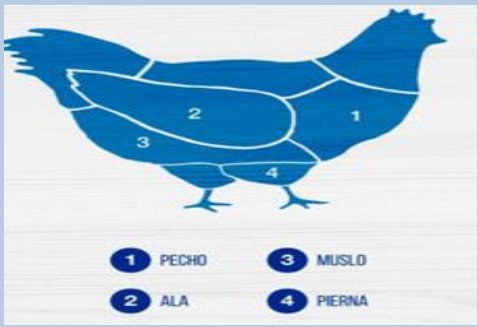


Visión


Lograr crecimiento mediante la constante innovación y llegar directamente a nuestros consumidores.

Portafolio de productos

Algunos de los productos que se producen se muestran en el detalle adjunto:

Tabla 10: Productos

PRODUCTOS		
Productos	Descripción	Imagen
Pollo.	Desde su alto valor nutricional hasta su exquisito sabor, te presentamos el producto que nos acompaña desde nuestros comienzos.	
Pavo.	Desde nuestro jugosísimo pavo hasta nuestra exquisita pechuga de pavita, conoce nuestros productos.	
Cerdo.	Disfrútalo en nuestras distintas presentaciones: ricas, jugosas y perfectas para cada comida y ocasión.	

<p>Huevo.</p>	<p>Nuestros huevos de calidad y garantía provienen de gallinas alimentadas con granos y alimentos naturales de calidad.</p>	
----------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Principales clientes

	 <p>DELOSI S.A. KFC</p> <p>Empresa dedicada a la preparación de comida rápida, necesita un Community Manager con experiencia en el rubro.</p> <p>REQUISITOS:</p> <p>Que sepa trabajar en equipo, ordenado, creativo, empático, paciente, buena redacción, desarrollo de estrategias, conocimiento en marketing y publicidad.</p> <p>Enviar CV con el código CM-KFC al e-mail: rrhh@kfc.com.pe</p>
	
	

Fuente: Elaboración propia.

Jefatura de Calidad

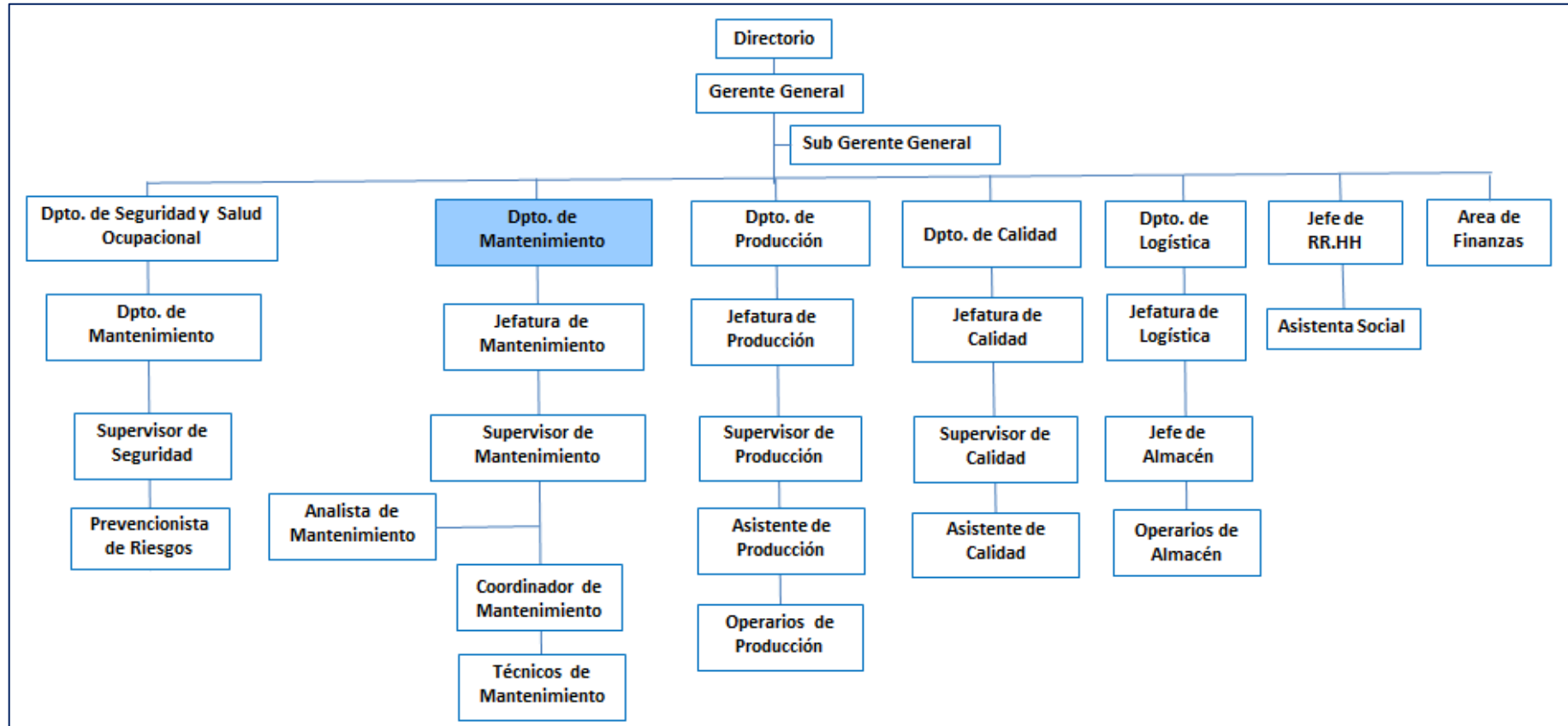


Figura. 8: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

b) Situación actual

Para poder tener un mejor enfoque global con respecto a la situación actual de la empresa, se hará referencia primeramente a la descripción actual del proceso.

1) Recepción de materia prima:

En el área de recepción se realiza el pesaje de las jabas, cabe indicar que por jaba ingresan 8 pollos, a través de fajas transportadoras ingresa al área de colgado.



Figura. 9: Recepción de materia prima

Fuente: Elaboración propia

2) Colgado:

Los operarios cuelgan el pollo de las patas en la cadena aérea de colgado la cual lleva hacia el aturdidor.



Figura. 10: Colgado

Fuente: Elaboración propia.

3) Aturdido:

En esta área se aturde el pollo realizando una descarga eléctrica en la cabeza de $0.24 \mu\text{A}$, luego es degollado de forma manual por los operarios. A través de la cadena aérea el ave tiene un recorrido de 50 metros para que pueda desangrar, esta sangre es recogida en una plataforma para luego ser bombeada hacia un tanque de almacenamiento para su posterior venta.



Figura. 11: Aturdido

Fuente: Elaboración propia.

4) Escaldado y Pelado:

El ave sigue su recorrido en la cadena aérea para luego ingresar hacia los escaldadores, éstos son tinas de agua con ingreso de vapor y aire, el agua debe mantenerse en un rango de 50°C a 60°C , para que pueda ablandar las plumas.



Figura. 12: Escaldado

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente ingresa hacia las 3 máquinas peladoras, cuya función es la de retirar las plumas del ave, a la salida de ellas los operarios cortan el pescuezo (éste es enviado a través de una bomba de diafragma hacia un chiller de menudencia) siguiendo el recorrido, la cadena de colgado ingresa hacia el área de eviscerado para ingresar por la cuchilla cortadora de patas, depositando el ave en la faja transportadora de re colgado de eviscerado.



Figura. 13: Peladoras

Fuente: Elaboración propia

5) Eviscerado:

En el área de eviscerado se vuelve a recoger el ave de forma manual en la cadena aérea de eviscerado.



Figura. 14: Recolgado de Aves

Fuente: Elaboración propia.

Ingresando a la maquina “**cortadora de cloacas**” esta máquina tiene como función retirar la cloaca del ave a través de una cuchilla circular que desciende en el interior del pollo a medida que avanza la cadena aérea.



Figura. 15: Máquina Cortadora de cloacas Meyn

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente en serie pasa por la “**máquina de apertura**” como paso previo a la evisceración.



Figura. 16: Máquina de Apertura Meyn

Fuente: Elaboración propia.



Figura. 17: Máquina Evisceradora Meyn

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente la cadena sigue su recorrido y el ave ingresa a la máquina **Evisceradora “Meyn”** (Máquina del presente estudio); esta máquina tiene una cuchara con resorte que ingresa en el interior del pollo para retirar las vísceras (Hígado, Molleja, Intestinos) sin ningún daño, a la salida de la máquina hay una

estación que realiza el lavado del aves de forma compacta, para reducir el riesgo de contaminación fecal.

“Ésta máquina (**Evisceradora Meyn**); presenta problemas durante el proceso ya que al tener baja eficiencia, ocasiona que los operarios retiren las vísceras de forma manual retrasando el proceso.

Sin embargo el ave sigue su recorrido en la cadena e ingresa a la máquina Extractora de buches, esta máquina posiciona al ave de tal forma que ingrese su taladro rotativo a través de su cavidad corporal con el fin de eliminar las partes residuales del buche y esófago, a la salida de la máquina se encuentra un cepillo giratorio que limpia el taladro, para repetir la operación.

Seguidamente el ave a través de su recorrido en la cadena, ingresa a la máquina de Inspección final para limpiar la cavidad abdominal del ave removiendo los pulmones y otras partes restantes, y en serie hacia

Luego el ave es llevada por la cadena hacia la máquina “Lavadora de Aves” para realizar un lavado en la parte interna y externa, por medio de una boquilla giratoria que ingresa en la cavidad abdominal con presión de agua de 500-1200 Kpa.

6) Empaque:

Posteriormente ingresa hacia unas guías de forma horizontal que hacen que el ave se deposite en el Pre chiller; el Pre chiller es un tanque de lavado y pre-enfriamiento con paletas de mezclado, en su interior con depósito de agua en donde se sumerge el ave por completo con la finalidad obtenga una temperatura de 20°C a 24°C.

El ave es trasladado del Pre Chiller al Chiller a través de las paletas de descarga, el chiller es un tanque de agua que contiene 3PPM (partes por millón) de cloro, para disminuir la carga bacteriana. El ave desde su ingreso hasta su salida tiene un tiempo de 45 minutos a una temperatura de 0°C para que el ave baje su temperatura a 4°C.



Figura. 18: Pre chiller
Fuente: Elaboración propia.



Figura. 19: Chiller
Fuente: Elaboración propia.

Después de pasar por el Chiller el ave es descargada por las paletas hacia la faja transportadora de re colgado en el área de empaque, los operarios cuelgan nuevamente el ave esta vez de la parte del ala en la cadena aérea de empaque, pasando por la balanza electrónica “Stork”, que activara los cilindros neumáticos y estos a la vez la paletas para que cada ave sea descargada en la estación correspondiente según sea su peso.



Figura. 20: Área de Empaque

Fuente: Elaboración propia.

7) Almacenado y despacho:

Los operarios realizan el embolsado del ave según el lote, es almacenado en las cámaras (túneles de refrigeración) a una temperatura de -25°C , para luego finalmente realizar su posterior despacho y distribución.

DIAGRAMA DOP DE POLLO BENEFICIADO GANADERA SANTA ELENA

PROCESO DE POLLO BENEFICIADO



Figura. 21: Diagrama DOP

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DAP PROCESO DEL POLLO BENEFICIADO

Tabla 12: Diagrama DAP proceso de pollo

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO									
Diagrama No. 01 Hoja No. 01	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>						
Objetivo: Proceso del pollo beneficiado	RESUMEN								
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
	Operación	22							
Proceso analizado: Producción de pollo beneficiado	Transporte	4							
	Espera	2							
Metodo: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Inspección	2							
	Almacenamiento	1							
Localización: Planta Beneficio Ganadera Santa Elena	Distancia (m)	500							
Operario: Colaborador proceso 1 - 2	Tiempo (hr/hombre)	8							
Elaborado por: Frank Ancajima Silva Aprobado por: Ing. Pablo Parra	Fecha: 15/09/2020 Fecha: 29/09/20	Comentarios		El diagrama en mención describe específicamente el proceso del pollo beneficiado. Cabe resaltar que el procedimiento ha sido determinado conforme a las necesidades de la empresa.					
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo			Observaciones		
				○	➔	D	□	▽	
Recepción de aves	1	10	5	●					
Colgado	1	15	3	●					
Aturdido	1	10	0.5	●					
Degollado	1	5	0.5	●					
Desangrado	1	40	2	●					
Escaldado	1	80	3	●					
Desplumado	1	20	1	●					
Cortar Cabeza	1	5	0.05	●					
Quebrar pescuezo	1	3	0.05	●					
Inspeccionar moretones en la piel	1	2	0.05	●				●	
Cortar patas del ave	1	3	0.05	●				●	
Ave a evisceración	1	10	0.5	●				●	
Recolgado del ave en la cadena de evisceración	1	11	0.5	●				●	
Extracción de cloaca automática	1	3	0.08	●				●	
Corte de apertura abdominal automática	1	3	0.08	●				●	
Extracción automática de vísceras	1	5	0.17	●				●	
Extracción automática de buches	1	3	0.08	●				●	
Extracción automática de pulmones	1	3	0.08	●				●	
Inspección final	1	5	0.08	●				●	
Lavado final del ave	1	5	0.08	●				●	
Transportar el ave a Prechiller	1	10	0.5	●				●	
Prechiller	1	30	15	●				●	
Transportar el ave a Chiller	1	2	0.08	●				●	
Chiller	1	20	25	●				●	
Recolgar el ave en la cadena aérea de empaque	1	5	0.08	●				●	
Pesaje automático	1	30	1	●				●	
Empacado	1	40	3	●				●	
Transportar el ave a Cámara de congelado	1	100	5	●				●	
Almacenado en cámara de congelado	1	10	2	●				●	
Congelado en cámara	1	60	120	●				●	
Despacho final	1	10	5	●				●	
TOTAL	31	558	193.51						

Fuente: Elaboración propia.

DIAGRAMA DAP MTTO. CORRECTIVO A MÁQUINA

Tabla 13: Diagrama DAP Mantenimiento a máquina

DAP MANTENIMIENTO CORRECTIVO MÁQUINA EVISCERADORA MEYN										
Diagrama No. 01 Hoja No. 01		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input type="checkbox"/>		EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>				
Objetivo: Proceso de Mantenimiento preventivo a Máquina Meyn		RESUMEN								
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
Proceso analizado: Producción de pollo beneficiado		Operación		13						
		Transporte		2						
Metodo: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Espera		0						
		Inspección		8						
Localización: Planta Beneficio Ganadera Santa Elena		Almacenamiento		0						
		Distancia (m)								
Operario: Mantenimiento - Producción		Tiempo (hr/hombre)								
Elaborado por: Frank Ancajima Silva	Fecha: 15/09/2020	Comentarios		El diagrama en mención describe específicamente el proceso del mantenimiento preventivo a la Máquina Meyn. Cabe resaltar que el procedimiento ha sido determinado conforme a las necesidades de la empresa.						
Aprobado por: Ing. Pablo Parra	Fecha: 29/09/20									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones	
Bloquear el sistema eléctrico de la cadena aérea	1	30	3							
Desmontar la Cadena aérea	2	5	5							
Desmontar las unidades	2	10	84							
Llevar al taller las unidades	2	50	20							
Desmontar piñones reguladores	2	1	140							
Desmontar la cuchara de apertura y cierre	2	2	112							
Inspeccionar rodamientos de cuchara	2	2	56							
Inspeccionar rodamientos de desplazamiento vertical	1	3	10							
Lubricar chumaceras del eje central	1	3	10							
Inspeccionar el esparrago de regulación	1	2	5							
Inspeccionarlos piñones superiores de teflon	1	2	10							
Inspeccionar tornamesa	1	3	12							
Reajustar el templador de los piñones de teflón	1	2	7							
Inspeccionar los cojinetes de bronce	2	2	8							
Inspeccionar el estado de las chumaceras de pared	2	3	5							
Inspeccionar los rodamientos de las unidades	2	2	84							
Lubricar los rodamientos de las unidades	2	3	170							
Pulir el teflon central	1	3	10							
Desmontar guías de desplazamiento vertical	2	3	20							
Llevar las unidades al área de eviscerado	2	50	20							
Montar las unidades	2	10	200							
Regular las guías de desplazamiento vertical	2	2	10							
Realizar el montaje de la cadena aérea	2	3	5							
Desplazar el sistema eléctrico	1	30	4							
TOTAL		39	226	1010.00						

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13, se observa el diagrama de actividades sobre el mantenimiento correctivo a la máquina evisceradora Meyn, este diagrama se incluye para tener referencia sobre los tiempos, las distancias que se recorren y la cantidad de técnicos que se emplean para cada actividad cuando la máquina ha presentado un estado crítico y se ha tenido que intervenir.

Histórico de Producción 2019 - 2020

En la Tabla observamos el histórico de producción del periodo enero del 2019 hasta el mes de Junio del presente año en curso 2020.

Tabla 14: Producción periodo enero 2019 – Junio 2020

AÑO	MES	Producción /Día(Aves)	Peso promedio - Ave (Kg)	Días hábiles	Proceso/Diario (Horas)	Tiempo planificado /mes (Horas)	Ton/Día	Ton/Mes
2019	ENERO	60000	2	26	8	208	120	3120
2019	FEBRERO	60000	2	24	8	192	120	2880
2019	MARZO	60000	2	26	8	208	120	3120
2019	ABRIL	60000	2	24	8	192	120	2880
2019	MAYO	60000	2	27	8	216	120	3240
2019	JUNIO	60000	2	24	8	192	120	2880
2019	JULIO	60000	2	26	8	208	120	3120
2019	AGOSTO	60000	2	26	8	208	120	3120
2019	SEPTIEMBRE	60000	2	25	8	200	120	3000
2019	OCTUBRE	60000	2	26	8	208	120	3120
2019	NOVIEMBRE	60000	2	25	8	200	120	3000
2019	DICIEMBRE	60000	2	25	8	200	120	3000
2020	ENERO	60000	2	26	8	208	120	3120
2020	FEBRERO	60000	2	25	8	200	120	3000
2020	MARZO	60000	2	26	8	208	120	3120
2020	ABRIL	60000	2	25	8	200	120	3000
2020	MAYO	60000	2	25	8	200	120	3000
2020	JUNIO	60000	2	25	8	200	120	3000

Fuente: Elaboración propia.

Como observamos en la tabla, la producción diaria ya se encuentra establecida por 60,000 aves con un peso promedio por ave de 2 Kg. Así mismo se observa las toneladas alcanzadas por día, los días hábiles dentro del mes en referencia según sea y las toneladas por mes.

c) Datos PRE – TEST

Dimensiones de la variable independiente TPM

Entorno del Trabajo

Exactitud de Ubicación de repuestos

Como se observa en la tabla 15, los repuestos se encuentran debidamente registrados así como la unidad de éstos, sin embargo no se tiene un registro exacto sobre la ubicación actual de cada repuesto por separado, siendo esto pérdida tiempo valioso ya que al momento de realizar el mantenimiento de la máquina evisceradora Meyn no se ubican los repuestos.

Tabla 15: Repuestos de Máquina Meyn

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	Stock	UMB
Correctivo	701010100033	ARANDELA PRESION ZINCADA 5/16"	3,065	UN
Preventivo	701010100143	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 1"	1,250	UN
Correctivo	601020100668	0803.0000.001.66 PERNO DE FIJACION-NYLON	600	UN
Correctivo	601020100032	0990.T022.004.00 PERNO DE MONTAJE TROLLE	500	UN
Correctivo	701010100333	ARANDELA PRESION F.N. DE 1/2"	374	UN
Preventivo	703030100015	ACEITE MYKOIL40 P/REFRIGERANTE AMONIACO	159	GLN
Correctivo	601020100033	0990.T039.000.62 CADENA TRANSP. 6"	150	UN
Correctivo	701010100389	PERNO INOXIDABLE M10 X 50 MM.	111	UN
Correctivo	601020100285	1536076 SOCKET TORNILLO DE CABEZA M6X20	64	UN
Correctivo	701010100145	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 2"	60	UN
Preventivo	703030100009	ACEITE MEROPA 460	55	GLN
Preventivo	703030100008	ACEITE MEROPA 220	55	GLN
Preventivo	701010100410	PERNO SOCKET INOX. 1/4" X 2"	50	UN
Correctivo	703010100008	ACEITE ROTO INJECT 2901052200	40	L
Correctivo	601020100745	0990.PK25.006.00 TUERCA TUBO	40	UN
Correctivo	601020100815	0595.0000.030.00 COJINETE DE FIJACION	39	UN
Correctivo	701010100414	PERNO SOCKET INOX. M4 X 30	29	UN
Correctivo	601020100322	203364 IES CADENA DENT.N-40	23.48	UN
Correctivo	601020100667	20 O'RING P/CORTAPESC	21	UN
Correctivo	701010700122	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 4"	20	UN
Correctivo	701010700120	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 2"	20	UN
Correctivo	601020100308	1976115110 RESORTE COMPRES.	16	UN
Correctivo	601020100424	526579 ESLABON DE CIERRE DE CADENA	13	UN
Correctivo	601020100391	422204 TAPON	13	UN
Correctivo	703030100020	ACEITE PENETRANTE P/CADENA SPRAY UMP-495	12	UN

Correctivo	701020600152	EMPAQUETADURA SANITARIA 1/8" (PLANCHA)	9.4	M
Correctivo	601020100229	1-040-06-41648 O'RING	9	UN
Correctivo	601060101290	O'RING BUNA P/TAPA SELLO MECAN.PA12-090	8	UN
Correctivo	601020100272	15201010 ORING	7	UN
Correctivo	601020100215	1000-0825 SHIM RING	7	UN
Correctivo	601020100199	05 O RING P/CORTAPESC	7	UN
Correctivo	601060100262	O'RING NITRIL DE 3.5 X 51MM.	6	UN
Correctivo	601060100700	KO 10504 ANILLO TEFLON 1 1/4"	6	UN
Correctivo	601020100748	2.068.001.01215 TAMPA CEGA MANCAL	6	UN
Correctivo	703010100007	ACEITE MEROPA 150	5	GLN
Correctivo	601060100739	O'RING (PKG3) PARTE 1035345	4	UN
Correctivo	601060100705	KO 10855 ANILLO OBTURADOR 4"	4	UN
Correctivo	701020600156	KO 10070 RETEN 30 - 40 5/7	4	UN
Correctivo	703030100018	ACEITE P/COMPRESOR DE ESTER POLIOL 32	4	GLN
Preventivo	601020100355	272 027 105 RESORTES	4	UN
Preventivo	601020100219	10307 SCREW	4	UN
Preventivo	601020100203	080122000 TUERCA	4	UN
Preventivo	601060100703	KO 10675 ANILLO OBTURADOR 2"	3	UN
Preventivo	701010100087	ESPARRAGO INOXIDABLE M5	3	M
Preventivo	701010100083	ESPARRAGO INOXIDABLE 5/16"	3	M
Preventivo	601060100156	ESLABON INOX. MEDIO PASO 3/4"	3	UN
Preventivo	701020600015	EMPAQUETADURA GRAFITADA DE 1/16"	3	UN
Preventivo	601020100125	CR71129-WBH08 JUEGO EMPAQUETADURA	3	UN
Preventivo	601020100517	8838001 EMPAQUETADURA	3	UN
Preventivo	601020100405	4301393 JAR EMPAQUETADURA	3	UN
Preventivo	601020100318	20150072 ORING	3	UN
Preventivo	601020100312	200178390 PRISIONERO DE EJE	3	UN
Preventivo	601020100218	1030004 BISAGRA DE PLASTICO	3	UN
Preventivo	601020100228	1-040-06-39679 O'RING	3	UN
Preventivo	701090100012	01921 A RETEN VILTER	3	UN
Preventivo	701020100399	OBTURACION TSN 615 L	2	UN
Preventivo	701020100403	OBTURACION TSN 517 L	2	UN
Preventivo	601060100704	KO 10765 ANILLO OBTURADOR 3"	2	UN
Preventivo	601060100701	KO 10555 ANILLO DE TEFLON DE 1 1/4"	2	UN
Preventivo	601060100699	KO 08960 O RING - 90 X 5	2	UN
Preventivo	703030100011	ACEITE MONOGRADO SAE40	2	GLN
Preventivo	601020100521	8838573 INSERCIÓN TRAMPA	2	UN
Preventivo	601020100520	8838498 EMPAQUETADURA	2	UN
Preventivo	601020100482	782611303 SENSOR GR70-700MM	2	UN

Fuente: Elaboración propia.

$$EU = \frac{\text{Repuestos ubicados correctamente}}{\text{Total de repuestos solicitados}} \times 100\%$$

Tabla 16. Exactitud de repuestos pre-test

Exactitud de ubicación de repuestos					
Mes	N°	Semanas	Total de repuestos solicitados	N° Repuestos ubicados correctamente	%
Abril	1	06/04-11/04	32	20	63%
	2	13/04-18/04	21	18	86%
	3	20/04-25/04	23	15	65%
	4	27/04-02/05	34	29	85%
Mayo	5	04/05-09/05	31	30	97%
	6	11/05-16/05	33	24	73%
	7	18/05-23/05	44	38	86%
	8	25/05-30/05	19	9	47%
Junio	9	01/06-06/06	39	32	82%
	10	08/06-13/06	37	28	76%
	11	15/06-20/06	44	30	68%
	12	22/06-27/06	20	14	70%

Fuente: Elaboración propia



Figura. 22: Repuestos ubicados incorrectamente

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22, se observa que no hay una adecuada ubicación de los repuestos.

Exactitud de stock

Tener el stock adecuado en el sistema es prioridad para asegurar el mantenimiento de la máquina, así mismo el consolidado de los repuestos en el sistema debe ser igual a los repuestos reales.

$$ES = \frac{\text{Cantidad de repuestos reales}}{\text{Cantidad de repuestos en el sistema}} \times 100\%$$

Los repuestos registrados en la tabla 15 se tienen en total 64 repuestos, con éste indicador “Exactitud de repuestos”, se debe hacer una comprobación a través de una revisión visual e ir validando aquellos repuestos que están tanto en el sistema como en físico.

Tabla 17. Exactitud de stock pre-test

Exactitud de stock					
Mes	N°	Semanas	Repuestos en el sistema	Repuestos reales	%
Abril	1	06/04-11/04	64	58	91%
	2	13/04-18/04	64	50	78%
	3	20/04-25/04	64	45	70%
	4	27/04-02/05	64	52	81%
Mayo	5	04/05-09/05	64	55	86%
	6	11/05-16/05	64	49	77%
	7	18/05-23/05	64	61	95%
	8	25/05-30/05	64	48	75%
Junio	9	01/06-06/06	64	64	100%
	10	08/06-13/06	64	59	92%
	11	15/06-20/06	64	49	77%
	12	22/06-27/06	64	47	73%

Fuente: Elaboración propia



Figura. 23: Falta de control sobre Stock de repuestos
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, se observa que no se tiene un control adecuado sobre el stock de repuestos.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PLANIFICADO

El mantenimiento autónomo no se práctica ya que no existe una integración de labores de mantenimiento entre personal técnico de mantenimiento y producción. En cuanto a su planificación de actividades éstas no se cumplen en su totalidad tal como se observa en la siguiente tabla 18, en el cual tenemos 18 actividades que si bien se encuentran programadas muchas no son ejecutadas.

$$MBT = \frac{\text{Mantenimiento por recorrido realizado}}{\text{Mantenimiento por recorrido programado}} \times 100\%$$

MBT = Mantenimiento basado en tiempo.

Tabla 18: Mantenimientos planificados pre-test Abril -Junio

MANTENIMIENTO PREVENTIVOS PLANIFICADOS PRE-TEST 2020			
CONTROL DE CUMPLIMIENTO	Fecha de elaboración : Abril		
MÁQUINA EVISCERADORA MEYN	MES		
ACTIVIDADES	ABRIL	MAYO	JUNIO
megado de motor eléctrico	x	x	
Realizar seguimiento con cámara termográfica	x	x	x
Realizar muestra de la viscosidad de aceite	x	x	
Alineamiento del eje central	x	x	x
Reajuste de pernos y tuercas	x	x	x
Lubricacion de chumaceras	x	x	
Revisión de aceite del motorreductor		x	x
Recisión de mangueras hidráulicas	x	x	x
Reajuste de conectores de mangueras hidráulicas	x	x	x
Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	x	x	x
Lubricación a cadena principal del gusano vertical	x	x	x
Lubricacion del sistema de transmisión	x		x
Reengrase de chumaceras	x	x	x
Revisión de cuchara de apertura y cierre	x		x
Medición de holguras de cuchara	x	x	x
Reajuste de pernos de sujeción a bocina de bronces		x	
Revisión de boxinas de bronces en cuchara cosechadora	x		x
Cequear temperatura con pirómetro	x	x	x
Programadas	16	15	14
Ejecutadas	9	11	11
Nivel de cumplimiento / mes (%)	56%	73%	79%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Mantenimiento Planificado pre-test

Mantenimiento autónomo planificado					
Mes	Nº	Semanas	Mantenimiento por recorrido programado	Mantenimiento por recorrido realizado	%
Abril	1	06/04-11/04	2	1	50%
	2	13/04-18/04	6	3	50%
	3	20/04-25/04	4	2	50%
	4	27/04-02/05	4	3	75%
Mayo	5	04/05-09/05	5	4	80%
	6	11/05-16/05	3	2	67%
	7	18/05-23/05	4	3	75%
	8	25/05-30/05	3	2	67%
Junio	9	01/06-06/06	3	2	67%
	10	08/06-13/06	2	2	100%
	11	15/06-20/06	4	3	75%
	12	22/06-27/06	5	4	80%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 19, en el mes de abril se programaron 16 actividades de las cuales se ejecutaron 9 teniendo como resultado en el nivel de cumplimiento de 56%, en mayo se programaron 15 y se ejecutaron 11 obteniendo un 73%, y en junio de 14 actividades programadas se ejecutaron 11 obteniendo un 79%.

Trabajo Estándar

El trabajo estándar de la aplicación del mantenimiento preventivo de la máquina evisceradora Meyn, son las actividades que se muestran a continuación como se observa en la siguiente tabla 20.

Tabla 20: Actividades del mantenimiento preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO MÁQUINA EVISCERADORA MEYN	
TODAS LAS ACTIVIDADES	
ACTIVIDADES	TOTAL
Megado de motor eléctrico	1
Realizar seguimiento con cámara termográfica	1
Realizar muestra de la viscosidad del aceite	1
Alineamiento del eje central	1
Reajuste de pernos y tuercas	1
Lubricación de chumaceras	1
Revisión de aceite del motor reductor	1
Revisión de mangueras hidráulicas	1
Reajuste de conectores de mangueras hidráulicas	1
Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	1
Lubricación a cadena de transmisión del gusano vertical	1
Lubricación del sistema de transmisión	1
Reengrase de chumaceras	1
Revisión de cuchara de apertura y cierre	1
Medición de holguras de cuchara	1
Reajuste de pernos de sujeción a bocina de bronce	1
Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora	1
Chequear temperatura con pirometro	1
TOTAL	18

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Estándar

Se había realizado un levantamiento de las actividades que se realizaban en el mantenimiento preventivo, pero no existía información acerca de los tiempos ya que se realizaba de manera empírica.

Dimensiones Variable Dependiente OEE

En la siguiente tabla 21, se muestran los registros de fallas sobre la máquina evisceradora Meyn, durante los meses de Abril, Mayo y Junio.

Tabla 21: Registro de fallas Pre-test

REGISTRO DE FALLAS								
Mes	N°	Semanas	N° de fallas	Tiempo promedio por falla (Hrs.)	Tiempo inactivo (Hrs.)	Tiempo Planificado (Hrs.)	Tiempo Operativo (Hrs.)	Acciones tomadas
Abril	1	06/04-11/04	1	2	2	48	46	Mtto. correctivo
	2	13/04-18/04	1	2	2	48	46	Mtto. correctivo
	3	20/04-25/04	3	3	3	48	45	Mtto. correctivo
	4	27/04-02/05	3	2	6	48	42	Mtto. correctivo
Mayo	5	04/05-09/05	5	1	5	48	43	Mtto. correctivo
	6	11/05-16/05	2	2.5	5	48	43	Mtto. correctivo
	7	18/05-23/05	2	1	2	48	46	Mtto. correctivo
	8	25/05-30/05	1	2	2	48	46	Mtto. correctivo
Junio	9	01/06-06/06	2	1.5	3	48	45	Mtto. correctivo
	10	08/06-13/06	3	3	9	48	39	Mtto. correctivo
	11	15/06-20/06	4	2	8	48	40	Mtto. correctivo
	12	22/06-27/06	1	2	2	48	46	Mtto. correctivo
Total			28	24	49	576	527	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, se observa el número de fallas, determinando que el promedio de éstas durante el pre-test es de 2.3 fallas.

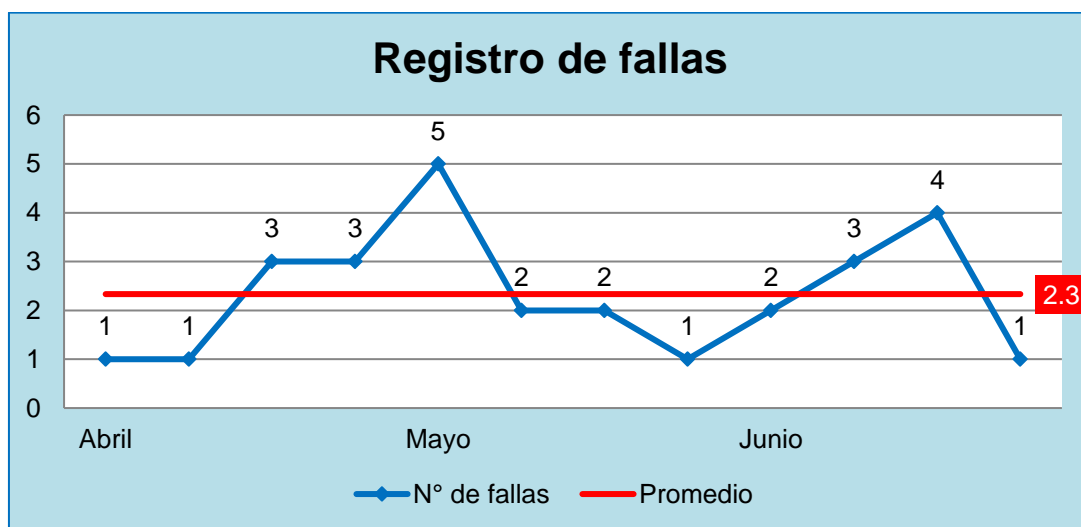


Figura. 24: Registro de fallas Pre-test

Fuente: Elaboración propia.

Disponibilidad

En la tabla 22, se muestra el registro sobre el porcentaje de disponibilidad de la máquina Evisceradora Meyn, teniendo como promedio un 90.63%.

Tabla 22: Disponibilidad Pre-test

DISPONIBILIDAD							
Mes	N°	Semanas	Producción Planificada (Aves)	Tiempo Planificado (Hrs.)	Tiempo Inactivo (Hrs.)	Tiempo Operativo (Hrs.)	Disponibilidad (%)
Abril	1	06/04-11/04	360000.00	48	3	46	93.75%
	2	13/04-18/04	360000.00	48	4	46	91.67%
	3	20/04-25/04	360000.00	48	6	45	87.50%
	4	27/04-02/05	360000.00	48	6	42	87.50%
Mayo	5	04/05-09/05	360000.00	48	5	43	89.58%
	6	11/05-16/05	360000.00	48	5	43	89.58%
	7	18/05-23/05	360000.00	48	4	46	91.67%
	8	25/05-30/05	360000.00	48	2	46	95.83%
Junio	9	01/06-06/06	360000.00	48	6	45	87.50%
	10	08/06-13/06	360000.00	48	4	39	91.67%
	11	15/06-20/06	360000.00	48	7	40	85.42%
	12	22/06-27/06	360000.00	48	2	46	95.83%
Total							90.63%

Fuente: Elaboración propia.

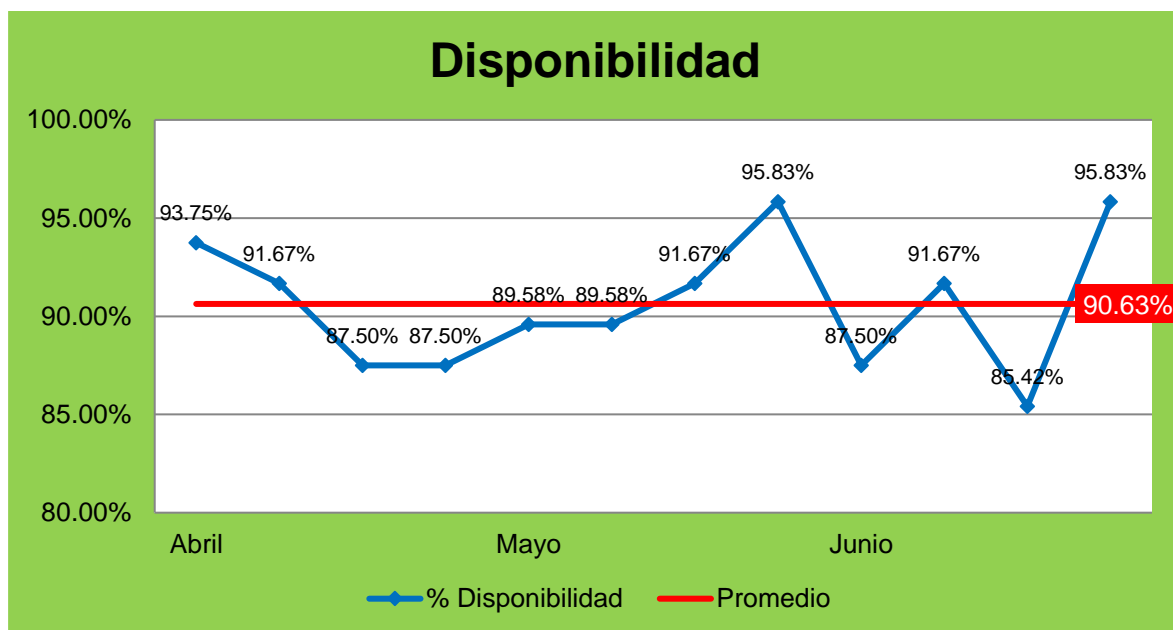


Figura. 25: Disponibilidad Pre-test

Fuente: Elaboración propia.

Eficiencia

La gráfica 25 muestra que la línea de tendencia durante las 12 semanas (Abril, Mayo, Junio) no se mantiene de manera constante.

En la tabla siguiente se muestra el registro sobre el porcentaje de Eficiencia de la máquina Evisceradora Meyn, teniendo como promedio un 91%.

Tabla 23: Eficiencia Pre-test

EFICIENCIA								
Mes	N°	Semanas	Producción Planificada (Aves)	Tiempo Planificado (Hrs.)	Tiempo Inactivo (Hrs.)	Tiempo operativo (Hrs.)	Cantidad procesada (Aves)	Eficiencia
Abril	1	06/04-11/04	360000.00	48	2	46	345000.00	95.83%
	2	13/04-18/04	360000.00	48	2	46	345000.00	95.83%
	3	20/04-25/04	360000.00	48	3	45	337500.00	93.75%
	4	27/04-02/05	360000.00	48	6	42	315000.00	87.50%
Mayo	5	04/05-09/05	360000.00	48	5	43	322500.00	89.58%
	6	11/05-16/05	360000.00	48	5	43	322500.00	89.58%
	7	18/05-23/05	360000.00	48	2	46	345000.00	95.83%
	8	25/05-30/05	360000.00	48	2	46	345000.00	95.83%
Junio	9	01/06-06/06	360000.00	48	3	45	337500.00	93.75%
	10	08/06-13/06	360000.00	48	9	39	292500.00	81.25%
	11	15/06-20/06	360000.00	48	8	40	300000.00	83.33%
	12	22/06-27/06	360000.00	48	2	46	345000.00	95.83%
Total								91.49%

Fuente: Elaboración propia.

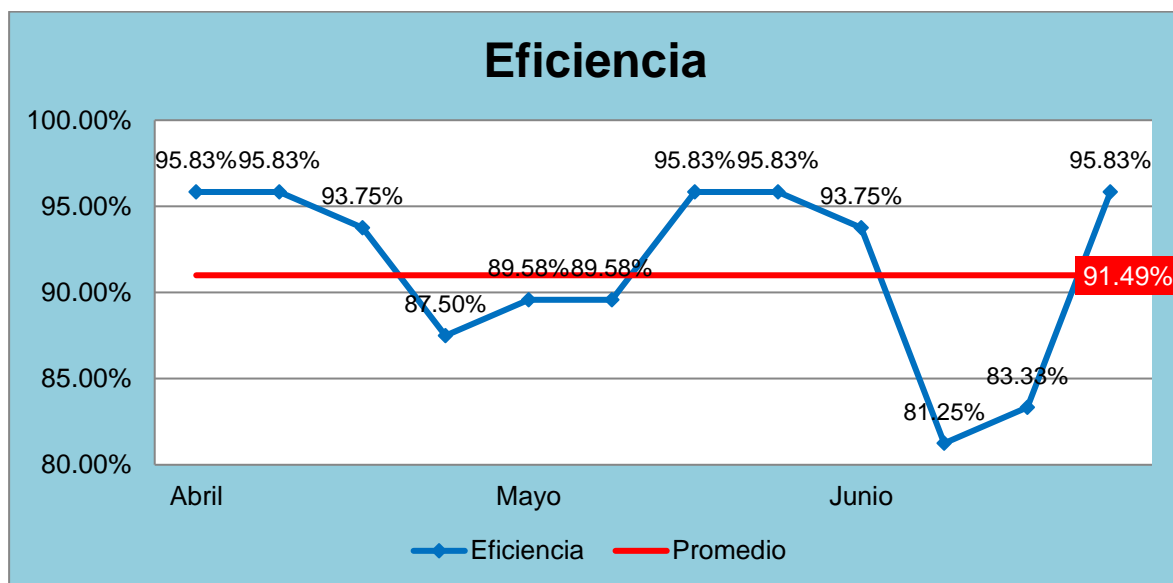


Figura. 26: Eficiencia Pre-test

Fuente: Elaboración propia.

Calidad

La gráfica 26 muestra que de igual forma la línea de tendencia no se mantiene de manera constante.

En la tabla 24 se muestra el registro sobre el porcentaje de Calidad de la máquina Evisceradora Meyn, teniendo como promedio un 90.36%.

Tabla 164: Calidad Pre-test

CALIDAD							
Mes	N°	Semanas	Cantidad procesada	Tiempo Planificado	Tiempo operativo	Cantidad defectuosa	Calidad
Abril	1	06/04-11/04	345000.00	48	46	15000.00	95.65%
	2	13/04-18/04	345000.00	48	46	15000.00	95.65%
	3	20/04-25/04	337500.00	48	45	22500.00	93.33%
	4	27/04-02/05	315000.00	48	42	45000.00	85.71%
Mayo	5	04/05-09/05	322500.00	48	43	37500.00	88.37%
	6	11/05-16/05	322500.00	48	43	37500.00	88.37%
	7	18/05-23/05	345000.00	48	46	15000.00	95.65%
	8	25/05-30/05	345000.00	48	46	15000.00	95.65%
Junio	9	01/06-06/06	337500.00	48	45	22500.00	93.33%
	10	08/06-13/06	292500.00	48	39	67500.00	76.92%
	11	15/06-20/06	300000.00	48	40	60000.00	80.00%
	12	22/06-27/06	345000.00	48	46	15000.00	95.65%
Total							90.36%

Fuente: Elaboración propia.

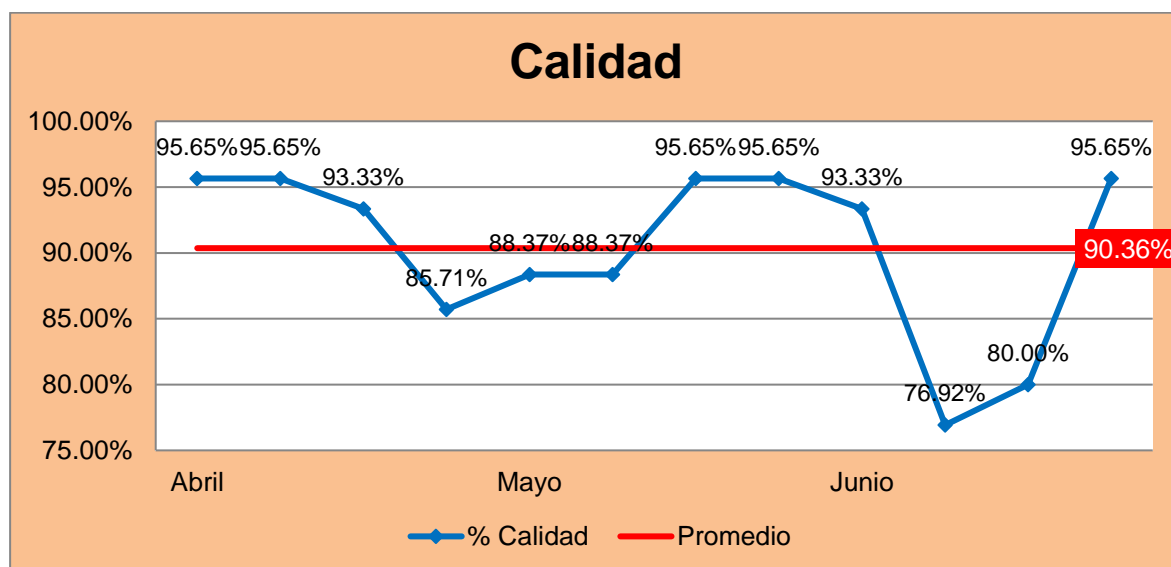


Figura. 27: Calidad Pre-test

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 27, muestra que la calidad se encuentra dentro de un rango de 95.65% y 76.92%.

Eficiencia Global del Equipo

En la siguiente tabla 25, se muestra los datos sobre la Eficiencia global del equipo (OEE), “Máquina Evisceradora Meyn” siendo en esta caso de la máquina Evisceradora Meyn los cuales han sido calculados según fórmula del autor Okpala (2020, p.2).

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

Tabla 25: Eficiencia Global del equipo (OEE) Pre-test

OEE						
Mes	N°	Semanas	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
Abril	1	06/04-11/04	93.75%	95.83%	95.65%	85.94%
	2	13/04-18/04	91.67%	95.83%	95.65%	84.03%
	3	20/04-25/04	87.50%	93.75%	93.33%	76.56%
	4	27/04-02/05	87.50%	87.50%	85.71%	65.63%
Mayo	5	04/05-09/05	89.58%	89.58%	88.37%	70.92%
	6	11/05-16/05	89.58%	89.58%	88.37%	70.92%
	7	18/05-23/05	91.67%	95.83%	95.65%	84.03%
	8	25/05-30/05	95.83%	95.83%	95.65%	87.85%
Junio	9	01/06-06/06	87.50%	93.75%	93.33%	76.56%
	10	08/06-13/06	91.67%	81.25%	76.92%	57.29%
	11	15/06-20/06	85.42%	83.33%	80.00%	56.94%
	12	22/06-27/06	95.83%	95.83%	95.65%	87.85%
Total						75.38%

Fuente: Elaboración propia.

El panorama que se presenta a diario son las continuas paradas de la Máquina evisceradora Meyn debido a problemas tanto mecánicos como operativos trayendo como consecuencia que la eficiencia global de estos equipos (OEE), sea baja teniendo como promedio durante los últimos 3 meses un 75.38%, tal como se muestra en la Tabla 25, cuyos datos fueron calculados según la información recopilada de los registros del área de producción y mantenimiento.

En la siguiente figura 27, se muestra con mayor apreciación la línea de tendencia de la (OEE), de la máquina, encontrándose en un rango de 56.94% y 87.85%.

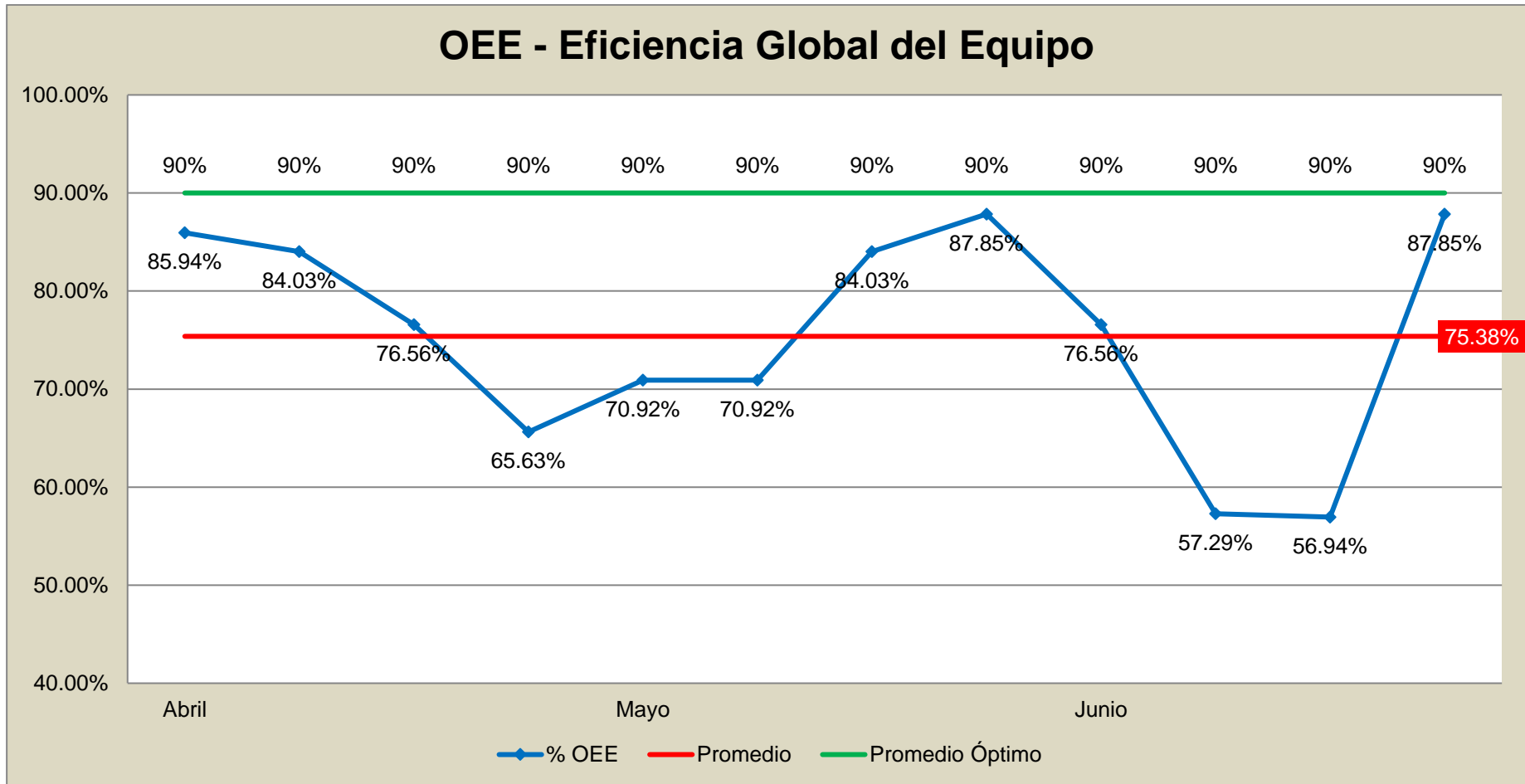


Figura. 28: OEE Maquina Evisceradora Meyn Pre-test
Fuente: Elaboración propia.

d) Desarrollo de la Mejora

La aplicación del mantenimiento productivo total TPM a seguir, es según el autor Chlebus, ya que afirma que se puede mejorar la eficiencia de las máquinas a través de la mejora del entorno del trabajo, el mantenimiento autónomo y planificado, y el trabajo estándar.

Las actividades que responden a los objetivos para dar respuesta al problema de la Baja eficiencia global de la máquina Meyn, según el diagrama de Pareto.

Las causas que originan el 80% del problema de la “Baja eficiencia global”, son aquellas que se darán solución recordemos que Pareto no fue Ingeniero Industrial, Pareto fue economista contemporáneo con Adam Smith el padre de la economía liberal, ellos buscaban la eficiente distribución de los escasos recursos.

El TPM tiene como objetivo mejorar la eficiencia de las máquinas a través de:

1. Gestión de equipos y recursos.
2. Integrar al personal de mantenimiento y de producción en tareas de mantenimiento
3. Reducir las actividades de rutina a los operadores ya fuese por mantenimiento u operación.

Con el levantamiento de datos a través del control de registro de fallas, podemos anticipar las fallas y eliminarlas en su mayor rango posible, incrementando tanto el tiempo y la velocidad de operación de la máquina, por ende la productividad incrementará ya que se verán reducidos los costos ocasionados por la reparación de la máquina.

La aplicación del TPM es la solución al problema ya que en referencia a los autores citados anteriormente, el entorno del trabajo es un punto muy importante porque al momento de realizar el mantenimiento a dicha máquina en ocasiones no se sabe en realidad la ubicación exacta de los repuestos y la exactitud del stock que se cuenta en ese momento. Por lo antes expuesto primero se iniciará con la implementación de las 5 ´s. en el taller de mantenimiento, lugar en donde se realiza el mantenimiento puesto que las piezas de la máquina son trasladadas hacia el taller.

Así mismo el mantenimiento autónomo y planificado es otro punto que se logra con el TPM, ya que involucra de manera integral a personal técnico de mantenimiento y al personal de producción, esto es un acierto por parte del TPM ya que el operario es quien mayor tiempo pasa con la máquina durante el proceso y he ahí la retroalimentación que habrá entre ellos, ya que el técnico de igual forma compartirá sus conocimientos, esto con el único fin en común el que la máquina no falle durante el proceso, lógicamente que ambos deben tener la misma visión sobre el mantenimiento; logrando con ello los siguientes objetivos:

1. Muestra resultados con gran significancia, optimizando la funcionabilidad de la máquina, reduciendo paradas no programadas de máquina e incrementando la calidad del ave que procesa.
2. Motivación de los trabajadores: El personal tanto operario como técnico se siente motivado ya que se sienten importantes sumado a ello mejoran la perspectiva que tienen de la organización, conllevando a que el personal se involucre de manera voluntaria ante los cambios.

La totalidad se basa en el análisis de datos y está respaldada por las prácticas 5S y la mejora continua. Un aspecto importante, e incluso esencial, se convierte en un programa de capacitación del personal.

Seguidamente pasamos a detallar el proceso de la aplicación del mantenimiento productivo total en la planta productiva de beneficios Grupo Santa Elena.

Aplicación de la Mejora

La aplicación de la mejora del TPM en la compañía, específicamente en el área de mantenimiento, sobre la máquina evisceradora Meyn, sostuvo las actividades siguientes:

- Prolongación del ciclo de vida de la máquina evisceradora Meyn.
- Establecimiento del mantenimiento autónomo sobre la máquina evisceradora MEYN.
- Establecimiento del mantenimiento autónomo sobre la máquina evisceradora MEYN.

- Creación y entrenamiento del equipo de mantenimiento en conjunto con producción.

Tabla 26: Diagrama Gantt de las actividades a realizar

N°	ACTIVIDADES	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre			
		sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4
1	Decisión de aplicar el TPM	■																							
2	Información sobre el TPM		■	■	■																				
3	Aplicación del TPM					■																			
5	Mejora del entorno del trabajo						■																		
6	Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo y planificado						■	■	■	■															
7	Consolidación del Trabajo estándar										■	■													
8	Control de Cumplimiento												■	■	■	■	■	■	■	■					
9	Consolidación del TPM u elevación de metas.																				■	■	■	■	

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades del TPM mencionadas anteriormente se desarrollaran durante 9 etapas, éstas deberán cumplirse para alcanzar el objetivo trazado en este proyecto.

Etapas 1: Decisión de aplicar el TPM en la máquina.

En coordinación con el supervisor y jefe del área de mantenimiento se informa al jefe del departamento de proyectos, sobre la necesidad que existe de aplicar el TPM en la máquina evisceradora Meyn, debido a los constantes problemas de la máquina en mención, que afecta la productividad de la misma. A través de ello el jefe de

proyectos se expuso a la participación de éste con la habilitación de los recursos permitiendo iniciar la aplicación del TPM de la máquina en el área de eviscerado.

El jefe del Dpto. de proyectos a través de una reunión llevada a cabo el día 05 de Abril del 2020, presenta públicamente el propósito de aplicar el programa TPM, dicha reunión la realizó en la sala de conferencia de la compañía con presencia de los supervisores de producción, supervisores de calidad y supervisores de seguridad, cabe indicar que este fue un proyecto adjunto.



Figura. 29: Decisión de aplicar el TPM

Fuente: Área de recursos humanos

Etapa 2: Información sobre el TPM

El 10 de Abril se da inicio a las capacitaciones informativas tanto para los operarios calificados como para los técnicos de mantenimiento, para que tengan una visión mucho más amplia del TPM, y para saber su rol al momento de intervenir el equipo, así como dar a conocer por qué se vio en la mediada de aplicar el TPM específicamente en la máquina evisceradora Meyn.

Los temas que se tocaron en las capacitaciones fueron: ¿Qué es el TPM?, objetivos del TPM, ventajas de la aplicación del TPM, entorno del trabajo, mantenimiento autónomo, planificación del mantenimiento, trabajo estándar.

Las charlas se realizaron en 5 sesiones de 3 horas por sesión, realizándose por 10 días. Luego de dichas capacitaciones los trabajadores se encontraban mejor preparados y tenían ya una noción mucho más amplia de la inicial.



Figura 30. Capacitación a personal Técnico de mantenimiento sobre TPM.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 31. Capacitación al personal operario de producción sobre TPM.
Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 32. Capacitación al personal operario de producción sobre TPM.
Fuente: Elaboración propia.*



Figura 33. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (1).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (2).

Fuente: Elaboración propia.

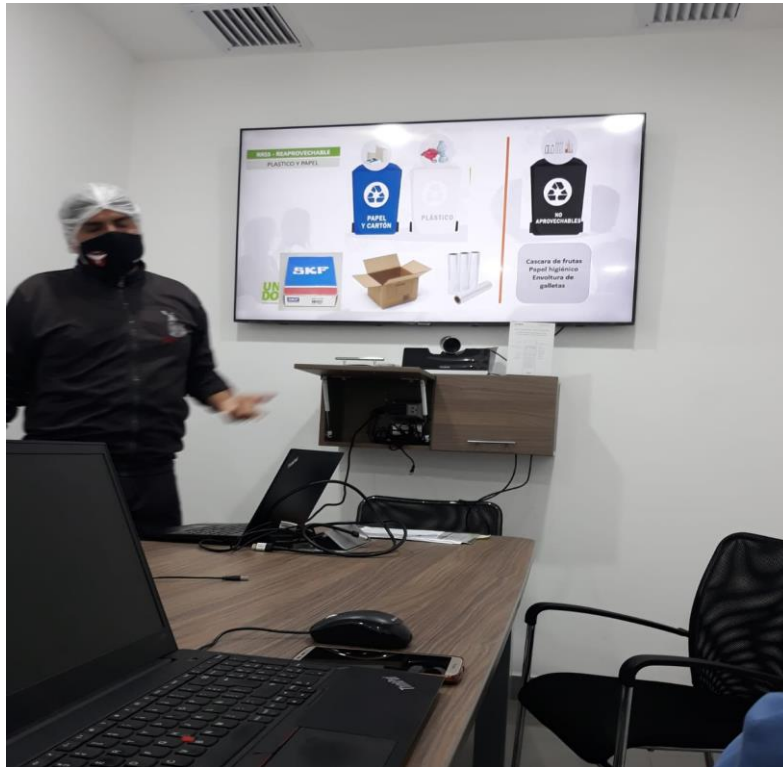


Figura 35. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (3).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Capacitación: las 5 S son parte de la buena gestión de residuos (4).

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3: Aplicación del TPM

El 1 de Mayo se realizó la puesta en práctica sobre lo aprendido en las charlas de capacitación, En esta etapa los técnicos de mantenimiento brindaron el apoyo técnico en base a su conocimiento y experiencia en el mantenimiento de dicha máquina, en si fue una retroalimentación mutua ya que los operarios de igual forma daban su punto de vista e intercambiaban ideas con respecto a las posibles fallas de la máquina durante el proceso.

Así mismo se realizó la designación de los líderes de grupo, y se asignaron los roles de funcionamiento antes una falla imprevista de la máquina, con el objetivo de poder distribuirse de manera equitativa las diversas acciones que tomará dicho mantenimiento de la máquina.



Figura 37. Charlas en taller con personal técnico – operario (1).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 38. Charlas en taller con personal técnico – operario (2).

Fuente: Elaboración propia.



Figura 39. Personal técnico de mantenimiento y operario de producción

Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Retroalimentación de información mutua técnico – operario.

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 4: Mejora del Entorno del trabajo

Exactitud de Ubicación de Repuestos

La mejora del entorno del trabajo es muy importante para el taller del área de mantenimiento, ya que se puede ubicar de forma correcta y oportuna los repuestos a cambiar en la máquina, así mismo poder tener la exactitud de stock de repuestos reales con respecto a los que se encuentran registrados en el sistema.

Los repuestos han sido clasificados según la necesidad de cambio ya sea para cuando se realice un mantenimiento preventivo o correctivo. Así mismo están correctamente distribuidos en los diferentes racks de almacenamiento del taller de repuestos, teniendo un total de 4 racks con repuestos netamente de la máquina.

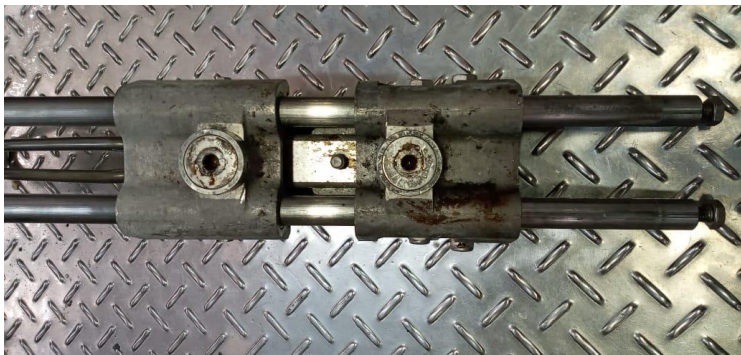
En la figura 41 se observa al técnico verificando el estado de los rodamientos, el estado de las barras verticales, que no se encuentren dobladas ya que ocasionaría trabamiento de la máquina, de igual forma verifica las bocinas de bronce, por lo cual se evidencia la “necesidad de cambio que se tiene para cambiar los repuestos”.

Figura 41. Unidad de la máquina con partes desgastadas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Unidades desmontadas para cambio de repuestos



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 42 se evidencia las piezas que necesitan cambio, debido al desgaste por el trabajo de la máquina, repuestos cambiados en un mantenimiento preventivo.

Figura 43. Unidades desmontadas para cambio de repuestos



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 43 se observa las unidades identificadas con repuestos desgastados lo cual se evidencia la necesidad de cambio que se tiene para cambiar los repuestos.

Tabla 27: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1005

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack
Correctivo	601020100032	0990.T022.004.00 PERNO DE MONTAJE TROLLE	1005
Correctivo	701010100333	ARANDELA PRESION F.N. DE 1/2"	1005
Preventivo	703030100015	ACEITE MYKOIL40 P/REFRIGERANTE AMONIACO	1005
Correctivo	601020100033	0990.T039.000.62 CADENA TRANSP. 6"	1005
Correctivo	701010100389	PERNO INOXIDABLE M10 X 50 MM.	1005
Correctivo	601020100285	1536076 SOCKET TORNILLO DE CABEZA M6X20	1005
Correctivo	701010100145	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 2"	1005
Preventivo	703030100009	ACEITE MEROPA 460	1005
Preventivo	703030100008	ACEITE MEROPA 220	1005
Preventivo	701010100410	PERNO SOCKET INOX. 1/4" X 2"	1005
Correctivo	703010100008	ACEITE ROTO INJECT 2901052200	1005
Preventivo	601020100418	5040050 ANILLO DE FRICCIÓN	1005
Preventivo	601020100395	42275 O-RING STATIC	1005
Preventivo	601020100390	42049 ORING MIN CYL	1005
Preventivo	601020100381	4.252249 RUEDA DE CADENA	1005

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 178: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1006

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack
Correctivo	601020100668	0803.0000.001.66 PERNO DE FIJACION-NYLON	1006
Correctivo	601020100745	0990.PK25.006.00 TUERCA TUBO	1006
Correctivo	601020100815	0595.0000.030.00 COJINETE DE FIJACION	1006
Correctivo	701010100414	PERNO SOCKET INOX. M4 X 30	1006
Correctivo	601020100322	203364 IES CADENA DENT.N-40	1006
Correctivo	601020100667	20 O-RING P/CORTAPESC	1006
Correctivo	701010700122	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 4"	1006
Correctivo	701010700120	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 2"	1006
Correctivo	601020100308	1976115110 RESORTE COMPRES.	1006
Correctivo	601020100424	526579 ESLABON DE CIERRE DE CADENA	1006
Correctivo	601020100391	422204 TAPON	1006
Correctivo	601020100748	2.068.001.01215 TAMPAS CEGA MANCAL	1006
Correctivo	703010100007	ACEITE MEROPA 150	1006
Correctivo	601060100739	O-RING (PKG3) PARTE 1035345	1006
Correctivo	601060100705	KO 10855 ANILLO OBTURADOR 4"	1006
Correctivo	701020600156	KO 10070 RETEN 30 - 40 5/7	1006

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1007

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack
Correctivo	701010100033	ARANDELA PRESION ZINCADA 5/16"	1007
Preventivo	701010100143	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 1"	1007
Correctivo	703030100020	ACEITE PENETRANTE P/CADENA SPRAY UMP-495	1007
Correctivo	701020600152	EMPAQUETADURA SANITARIA 1/8" (PLANCHA)	1007
Correctivo	601020100229	1-040-06-41648 O'RING	1007
Correctivo	601060101290	O'RING BUNA P/TAPA SELLO MECAN.PA12-090	1007
Correctivo	601020100272	15201010 ORING	1007
Correctivo	601020100215	1000-0825 SHIM RING	1007
Correctivo	601020100199	05 O RING P/CORTAPESC	1007
Correctivo	601060100262	O'RING NITRILLO DE 3.5 X 51MM.	1007
Correctivo	601060100700	KO 10504 ANILLO TEFLON 1 1/4"	1007
Correctivo	703030100018	ACEITE P/COMPRESOR DE ESTER POLIOL 32	1007
Preventivo	601020100355	272 027 105 RESORTES	1007
Preventivo	601020100219	10307 SCREW	1007
Preventivo	601020100203	080122000 TUERCA	1007

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Repuestos de la máquina evisceradora Meyn rack n°1008

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack
Preventivo	601060100156	ESLABON INOX. MEDIO PASO 3/4"	1008
Preventivo	701020600015	EMPAQUETADURA GRAFITADA DE 1/16"	1008
Preventivo	601020100125	CR71129-WBH08 JUEGO EMPAQUETADURA	1008
Preventivo	601020100517	8838001 EMPAQUETADURA	1008
Preventivo	601020100405	4301393 JAR EMPAQUETADURA	1008
Preventivo	601020100318	20150072 ORING	1008
Preventivo	601020100312	200178390 PRISIONERO DE EJE	1008
Preventivo	601020100218	1030004 BISAGRA DE PLASTICO	1008
Preventivo	601020100228	1-040-06-39679 O'RING	1008
Preventivo	701090100012	01921 A RETEN VILTER	1008
Preventivo	701020100399	OBTURACION TSN 615 L	1008
Preventivo	701020100403	OBTURACION TSN 517 L	1008
Preventivo	601060100704	KO 10765 ANILLO OBTURADOR 3"	1008
Preventivo	601020100217	10071 AMP SMUTI OFF VALVE	1008
Preventivo	601020100707	0990.V006.051.00 RESORTE DE COMPRESION	1008
Preventivo	601020100024	0990.OH06.A02.63 TRINQUETE DE BLOQUEAR	1008
Preventivo	601020100023	0990.LB00.000.10 COJINETE DE SOPORTE	1008
Preventivo	601020100022	0990.LB00.000.05 COJINETE EMBRIDADO YET	1008

Fuente: Elaboración propia.

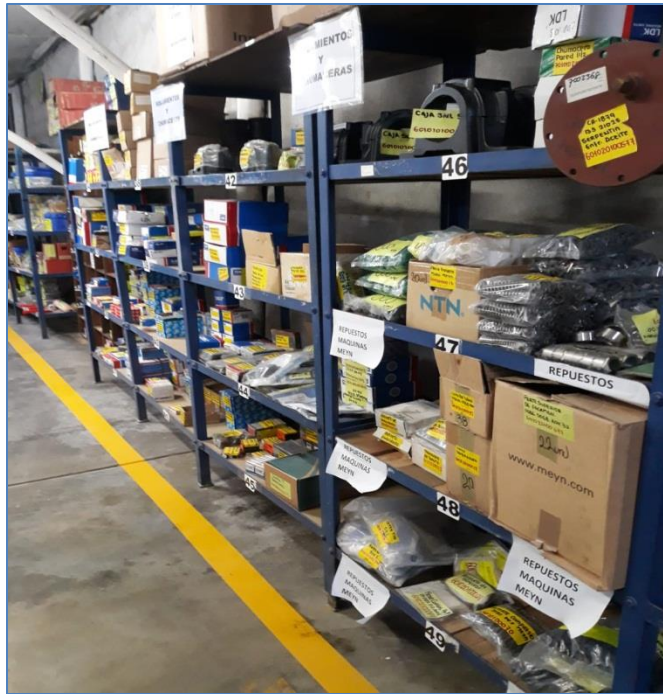


Figura. 44: Repuestos ubicados correctamente

Fuente: Elaboración propia

Etapas 5. Exactitud de stock

La exactitud de Stock es la comprobación de que la cantidad de repuestos que están en el sistema sean los mismos que los repuestos reales. Esta etapa es de suma importancia en la aplicación del TPM porque a través de él se puede prevenir la falta de stock de algún repuesto, del que en alguna eventualidad se requiera y de no tener la pieza de recambio motivo que ocasionaría retraso en el mantenimiento de la máquina y con ello la puesta en marcha para el proceso de producción, disminuyendo por ende su disponibilidad, con lo cual afectaría directamente el indicador del presente estudio OEE (Eficiencia global del equipo).

Es por ello que se debe realizar un inventario de forma periódica para actualizar la base de datos sobre los repuestos disponibles, tal como lo muestran las tablas de los racks de almacenamiento del taller (1005, 1006, 1007,1008).

Tabla 31: Validación del Stock de repuestos rack n° 1005

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack	Unid. sistema	Unid. Reales
Correctivo	601020100032	0990.T022.004.00 PERNO DE MONTAJE TROLLE	1005	500	448
Correctivo	701010100333	ARANDELA PRESION F.N. DE 1/2"	1005	374	370
Preventivo	703030100015	ACEITE MYKOIL40 P/REFRIGERANTE AMONIACO	1005	159	159
Correctivo	601020100033	0990.T039.000.62 CADENA TRANSP. 6"	1005	150	150
Correctivo	701010100389	PERNO INOXIDABLE M10 X 50 MM.	1005	111	100
Correctivo	601020100285	1536076 SOCKET TORNILLO DE CABEZA M6X20	1005	64	64
Correctivo	701010100145	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 2"	1005	60	60
Preventivo	703030100009	ACEITE MEROPA 460	1005	55	55
Preventivo	703030100008	ACEITE MEROPA 220	1005	55	50
Preventivo	701010100410	PERNO SOCKET INOX. 1/4" X 2"	1005	50	48
Correctivo	703010100008	ACEITE ROTO INJECT 2901052200	1005	40	40
Preventivo	601020100418	5040050 ANILLO DE FRICCIÓN	1005	2	1
Preventivo	601020100395	42275 O-RING STATIC	1005	2	2
Preventivo	601020100390	42049 ORING MIN CYL	1005	2	1
Preventivo	601020100381	4.252249 RUEDA DE CADENA	1005	2	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Validación del Stock de repuestos rack n° 1006

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack	Unid. sistema	Unid. Reales
Correctivo	601020100668	0803.0000.001.66 PERNO DE FIJACION-NYLON	1006	600	600
Correctivo	601020100745	0990.PK25.006.00 TUERCA TUBO	1006	40	36
Correctivo	601020100815	0595.0000.030.00 COJINETE DE FIJACION	1006	39	39
Correctivo	701010100414	PERNO SOCKET INOX. M4 X 30	1006	29	29
Correctivo	601020100322	203364 IES CADENA DENT.N-40	1006	23.48	23.48
Correctivo	601020100667	20 O'RING P/CORTAPESC	1006	21	21
Correctivo	701010700122	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 4"	1006	20	18
Correctivo	701010700120	NIPLE SCH-40 DE 1 1/2" X 2"	1006	20	20
Correctivo	601020100308	1976115110 RESORTE COMPRES.	1006	16	16
Correctivo	601020100424	526579 ESLABON DE CIERRE DE CADENA	1006	13	13
Correctivo	601020100391	422204 TAPON	1006	13	11
Correctivo	601020100748	2.068.001.01215 TAMPAS CEGA MANCAL	1006	6	5
Correctivo	703010100007	ACEITE MEROPA 150	1006	5	5
Correctivo	601060100739	O'RING (PKG3) PARTE 1035345	1006	4	3
Correctivo	601060100705	KO 10855 ANILLO OBTURADOR 4"	1006	4	4
Correctivo	701020600156	KO 10070 RETEN 30 - 40 5/7	1006	4	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Validación del Stock de repuestos rack n° 1007

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack	Unid. sistema	Unid. Reales
Correctivo	701010100033	ARANDELA PRESION ZINCADA 5/16"	1007	3,065	3,065
Preventivo	701010100143	PERNO INOXIDABLE 5/16" X 1"	1007	1,250	1,250
Correctivo	703030100020	ACEITE PENETRANTE P/CADENA SPRAY UMP-495	1007	12	10
Correctivo	701020600152	EMPAQUETADURA SANITARIA 1/8" (PLANCHA)	1007	9.4	9.4
Correctivo	601020100229	1-040-06-41648 O'RING	1007	9	9
Correctivo	601060101290	O'RING BUNA P/TAPA SELLO MECAN.PA12-090	1007	8	2
Correctivo	601020100272	15201010 ORING	1007	7	7
Correctivo	601020100215	1000-0825 SHIM RING	1007	7	3
Correctivo	601020100199	05 O RING P/CORTAPESC	1007	7	7
Correctivo	601060100262	O'RING NITRILO DE 3.5 X 51MM.	1007	6	4
Correctivo	601060100700	KO 10504 ANILLO TEFLON 1 1/4"	1007	6	6
Correctivo	703030100018	ACEITE P/COMPRESOR DE ESTER POLIOL 32	1007	4	4
Preventivo	601020100355	272 027 105 RESORTES	1007	4	5
Preventivo	601020100219	10307 SCREW	1007	4	4
Preventivo	601020100203	080122000 TUERCA	1007	4	3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Validación del Stock de repuestos rack n° 1008

Mantenimiento	Código	Tipo de repuesto	N° Rack	Unid. sistema	Unid. Reales
Preventivo	601060100156	ESLABON INOX. MEDIO PASO 3/4"	1008	3	2
Preventivo	701020600015	EMPAQUETADURA GRAFITADA DE 1/16"	1008	3	3
Preventivo	601020100125	CR71129-WBH08 JUEGO EMPAQUETADURA	1008	3	3
Preventivo	601020100517	8838001 EMPAQUETADURA	1008	3	1
Preventivo	601020100405	4301393 JAR EMPAQUETADURA	1008	3	3
Preventivo	601020100318	20150072 ORING	1008	3	3
Preventivo	601020100312	200178390 PRISIONERO DE EJE	1008	3	3
Preventivo	601020100218	1030004 BISAGRA DE PLASTICO	1008	3	1
Preventivo	601020100228	1-040-06-39679 O'RING	1008	3	3
Preventivo	701090100012	01921 A RETEN VILTER	1008	3	3
Preventivo	701020100399	OBTURACION TSN 615 L	1008	2	0
Preventivo	701020100403	OBTURACION TSN 517 L	1008	2	2
Preventivo	601060100704	KO 10765 ANILLO OBTURADOR 3"	1008	2	1
Preventivo	601020100217	10071 AMP SMUTI OFF VALVE	1008	2	2
Preventivo	601020100707	0990.V006.051.00 RESORTE DE COMPRESION	1008	2	2
Preventivo	601020100024	0990.OH06.A02.63 TRINQUETE DE BLOQUEAR	1008	2	1
Preventivo	601020100023	0990.LB00.000.10 COJINETE DE SOPORTE	1008	2	2
Preventivo	601020100022	0990.LB00.000.05 COJINETE EMBRIDADO YET	1008	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las tablas de validación de stock de repuestos, se comprueba que la cantidad de éstos no coinciden, es decir la cantidad de repuestos que están registrados en el sistema no es la misma que se encuentra realmente en físico.

En la figura 45, se observa al técnico haciendo la validación de los repuestos.



Figura. 45: Validación de repuestos en el sistema y en físico

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 6: Desarrollar un programa de mantenimiento Autónomo

“Con la adopción del mantenimiento autónomo, el operario de producción asume tareas de mantenimiento productivo, incluida la limpieza, así como algunas propias del mantenimiento preventivo y sobre todo advertir de las necesidades del mismo” (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p. 130).

El 10 de Junio se inicia el desarrollo del programa de mantenimiento autónomo, en la máquina Meyn basados en la aplicación de las 5s pues el mantenimiento autónomo está basado en esta filosofía.

A continuación se describirán los pasos de las 5's, siendo estas las siguientes:

Paso 1. Clasificación (Seiri)

Primeramente se trabajó en la eliminación de partes innecesarias de la máquina evisceradora Meyn debido a que la máquina se adecuó en su momento a las necesidades del proceso y por ende algunas partes de la máquina fueron retiradas debido a su reducido espacio en el área de evisceración, dichas decisiones se tomaron en conjunto con personal de producción y mantenimiento.

Con el fin de identificar estas partes en mención se elaboró un registro en donde los operadores y técnicos del área registren las partes que no crean necesario para su operación y funcionamiento, cabe recalcar que la máquina durante su montaje de instalación en el área de eviscerado se adecuó al espacio reducido que existe en esa parte del área, lo que dificulta en la mayoría de ocasiones tanto en la operación de la máquina como en el mantenimiento de la misma.

A continuación en la siguiente figura 31, se muestra el formato, el cual es llenado como se explicó anteriormente líneas arriba.

Luego se recogieron los formatos llenados según el criterio de cada uno de los colaboradores.

TPM	Empresa: Ganadera Santa Elena	Máquina: Evisceradora Meyn	Fecha:
	Partes Innecesarias		
Programa 5s			

Figura. 306: Plantilla para la aplicación de las 5s “Partes innecesarias”

Fuente: Elaboración propia

Finalmente en esta primera etapa se realizó con éxito el retiro de las partes registradas en los formatos, siguiendo así hacia el siguiente paso.

Paso 2. Orden (Seiton)

En este paso se procedió a ordenar tanto las herramientas necesarias para el mantenimiento, así como los repuestos e insumos entre ellos grasas, aceites, etc.

El orden debe perdurar, es por ello que se elaboró, un formato de control de orden.

TPM	Empresa: Ganadera Santa Elena			Máquina: Evisceradora Meyn	Fecha	
	Orden (Seiton)					
Programa 5s	Elemento	Cantidad	Ubicación actual	Ubicación propuesta	Frecuenci a de utilización	

Figura. 4731: Plantilla para la aplicación de las 5s “orden”

Fuente: Elaboración propia

En el formato, el trabajador ya sea operario o técnico debe indicar el orden que mejor se adecue según al espacio que se tiene, claro está que sea cualquiera el orden se debe ordenar según el tipo de repuesto o insumo ya sea de material inflamable, tóxico, etc.

Paso3. Limpiar (Seiso)

La limpieza es una de las partes fundamentales para el desarrollo y aplicación del TPM, ya que la simple operación de la máquina produce restos de suciedad y que éstos se pueden esparcir en el ambiente o en el caso más grave puede ocasionar una contaminación cruzada directamente con el ave, que está siendo procesada en su momento.

Además de ello limpiar en el caso sea que queden restos de grasa o soluciones de aceites cerca a la máquina, más allá de que contamine el producto en este caso el ave, estos restos pueden causar fricción entre sus partes ya sea por viruta o cualquier desgaste, reduciendo la vida útil de sus partes de la máquina evisceradora.

Esta “s” es una de las más efectivas al momento de realizar el mantenimiento ya que es en donde la mayoría de ocasiones logra detectar el desgaste, fisuras, ya sea de los repuestos o de la estructura misma de la máquina.



Figura. 48: Limpieza Inicial (Grupo autónomo)

Fuente: Elaboración propia

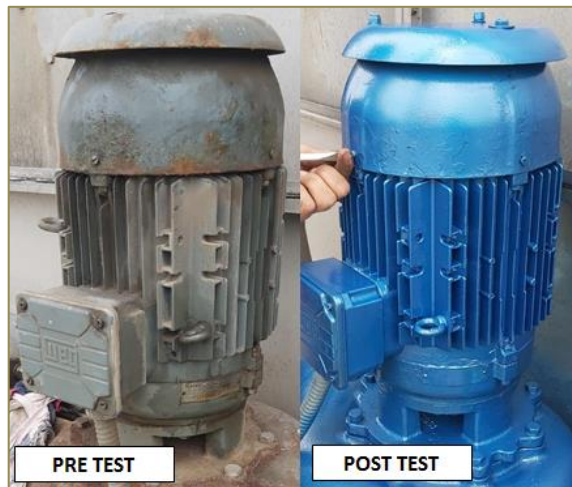


Figura. 49: Limpieza de Motor eléctrico

Fuente: Elaboración propia

Paso 4. Estandarizar (Seiketsu)

Ésta “S” se relaciona directamente con la conservación la máquina, para ello se deben adaptar nuevos hábitos con el fin de conservar la máquina adecuada para trabajar. Se dice estandarizar ya que toda máquina debería tener las mismas condiciones sin importar el área, o el tipo de proceso que ésta realice. Esta idea de trabajo es la que los colaboradores deben llevar consigo cuando deban operar alguna otra máquina.

Para ello se llevaron algunos hábitos de trabajo como los que se mencionaran a continuación:

- Limpiar regularmente.
- Adoptar la idea de mantener todo en orden y en su sitio.
- Programarse adecuadamente su trabajo a realizar para no ensuciar más de lo debido.
- Implantar Nuevos hábitos de trabajo.

Este formato (figura 36), es prueba del tipo de control que se hace en lo que a estandarizar se refiere en la máquina Meyn, detallando ordenadamente las actividades que se realizan.

Línea MEYN	Empresa: Ganadera Santa Elena	Turno	Fecha
TPM	Procedimiento de limpieza de Máquina Evisceradora Meyn		
Duración: 20 minutos	Tipo de mantenimiento:		
Descripción de las actividades			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar equipos de protección personal. 2. Seleccionar los materiales para la limpieza de la máquina. 3. Colocar rótulos de inoperatividad por limpieza. 4. Retirar polvo, grasa, aceite y desperdicios de toda el área delimitada con trapo seco. 5. Retirar el polvo y desperdicios de la superficie de la máquina y de su interior. Utilizar aspiradora para reducir el tiempo de limpieza. 6. Extraer la grasa solidificada de la superficie de las piezas y limpiar el aceite de las superficies interiores que han sido goteados por error. 7. Quitar y retirar las manchas de pintura de las superficies y de su interior. 8. Quitar el óxido de las superficies y se identifica algunas zonas que sean críticas para su próximo tratamiento. 9. Limpiar los circuitos del sistema eléctrico y botones de control (panel de control). 10. Limpiar los botes o cilindros y retirar los depósitos de desperdicio. Utilizar trapos secos para la limpieza de estos cilindros y/o aspiradoras. 11. Informar sobre la culminación de la limpieza. 12. Retirar el rótulo de inoperatividad por limpieza. 13. Verificar que no exista ningún elemento que no pertenezca a la zona, caso contrario retirarlo para su posterior clasificación. 14. Inventariar material de limpieza utilizados para informar al operario del siguiente turno. 			
Aprobado por:			
Observación:			

Figura. 50: Formato estándar del procedimiento de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Inspección general y autónoma

Este formato también fue implantado para tener un mejor control en lo que a inspección se refiere.

Línea: MEYN Máquina Evisceradora MEYN	Empresa: Ganadera Santa Elena	Turno	Fecha
TPM	Mantenimiento Autónomo - Hoja de Inspección		

¿Es correcto el funcionamiento del equipo en los siguientes aspectos?	Lubricación		Aprietes de tuercas y pernos		Sistema mecánico		Sistema eléctrico		Sistema neumático		Sistema hidráulico		Seguridad y Medio	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Equipo MEYN														
Zona 1,2														
Motor reductor														
Motor eléctrico														
Tapas de protección														
Cuchara de cierre y apertura														
Zona 3,4														
Poleas dentadas de transmisión														
Rodamientos verticales														
Tapas de protección														
Zona 5,6,7														
Guías de desplazamiento vertical														
Guías de desplazamiento horizontal														
Zona 8														
Paradas de emergencia														
Final de carrera														
Sistema eléctrico														

Observación:	
--------------	--

Encargado	Firma
-----------	-------

*Figura. 51: Hoja de Inspección Autónoma
Fuente: Elaboración propia*

Paso 5. Disciplina (Shitsuke)

La disciplina fue el paso que tuvo mucho más complicaciones al momento del cumplimiento por parte del operario, ya que como se sabe si ésta “S”, no se mantiene en práctica las otras 4 “S” no se sostendrían en el tiempo.

Al principio fue un poco complicado sin embargo, adaptaron la idea del que la disciplina es también importante para alcanzar el objetivo principal que es aplicar el TPM.

El proceso de adaptabilidad fue un poco más lento a diferencia de las 4”s” anteriores, sin embargo con el pasar de los días ponían más dedicación en esta “s” todo por alcanzar el objetivo común.

Con la experiencia adquirida en esta parte de la aplicación se considera estas pautas para seguir manteniendo la disciplina alcanzada, estas son:

- Respetarse a sí mismo y a los demás.
- Acatar las normas establecidas en el puesto de trabajo.
- Utilizar los equipos de protección personal
- Mantener los hábitos de limpieza.

Etapa 9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado

“El mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a una planta productiva al objetivo que pretende el TPM: cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes” (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p. 189).

Para desarrollar el programa de mantenimiento preventivo fue necesario realizar el levantamiento de datos referenciales, en función al número de horas que trabaja la máquina, así mismo que las actividades que se programen se ejecuten a tiempo, para poder llevar así un control de cumplimiento real en base a los mantenimientos programados en la planificación

Actividades realizadas

En la siguiente tabla se muestran las actividades a a ejecutar en función a las horas operativas.

Tabla 195: Plan de mantenimiento Máquina Evisceradora Meyn

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GRUPO SANTA ELENA S.A - AÑO 2020																								
AREA DE MANTENIMIENO	Fecha de elaboración: Junio																							
MÁQUINA	EVisCERADORA MEYN																							
ACTIVIDADES	JULIO				AGOSTO				SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200
Megado de motor eléctrico		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
Lubricación de chumaceras	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Revisión de aceite motor reductor	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Revisión de mangueras hidráulicas		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
Revisión al tornillo de desplazamiento vertical			x			x				x		x			x			x				x		x
Lubricación del sistema de transmisión	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Revisión de cuchara de apertura y cierre								X								X								X
Medición de holguras de cuchara			X			X			X			X			X			X			X			X
Revisión de guías horizontales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 206: Control de cumplimiento de actividades programadas

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GRUPO SANTA ELENA S.A - AÑO 2020						
CONTROL DE CUMPLIMIENTO	Fecha de elaboración: Junio					
MÁQUINA EVISCERADORA MEYN	MESES					
ACTIVIDADES	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Megado de motor eléctrico	x	x	x	x	x	x
Lubricación de chumaceras	x	x	x	x		x
Revisión de aceite del motor reductor	x	x	x	x	x	x
Revisión de mangueras hidráulicas	x	x		x	x	x
Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	x	x	x	x	x	x
Lubricación a cadena de transmisión del gusano vertical		x	x	x	x	x
Lubricación del sistema de transmisión	x	x	x	x	x	x
Revisión de cuchara de apertura y cierre	x	x	x	x	x	x
Medición de holguras de cuchara	x	x	x	x	x	x
Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora	x	x	x	x	x	x
Programadas	9	10	9	10	9	10
Ejecutadas	9	10	9	0	0	0
Nivel de cumplimiento/mes	100%	100%	100%	0%	0%	0%
Programadas acumuladas	9	19	28	38	47	57
Ejecutadas	9	19	28	0	0	0
Nivel de cumplimiento total (%)	100%	100%	100%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

Según el control de cumplimiento, se han ejecutado las actividades programadas en los meses (Julio, Agosto, Setiembre) 100%

En la tabla 36, de control de cumplimiento de actividades se obtiene que el mantenimiento autónomo planificado se está en un 100%, ya que si se están realizando los mantenimientos programados.

Así mismo aplicamos la fórmula correspondiente del mantenimiento autónomo y planificado.

$$MBT = \frac{\text{Mantenimiento por recorrido realizado}}{\text{Mantenimiento por recorrido programado}} \times 100\%$$

De igual en la tabla 37, se realiza el cálculo según fórmula, indicando que las actividades programadas son denominadas “mantenimiento por recorrido programado” y las actividades ejecutadas son denominadas como “mantenimiento por recorrido realizado”.

Tabla 3721: Cálculo del mantenimiento autónomo planificado

N° Actividades	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Programadas (Mtto. por recorrido programado)	9	10	9
Ejecutadas (Mtto. por recorrido realizado)	9	10	9
Nivel de cumplimiento / mes	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Julio: $MBT = (9 / 9) \times 100\% = 100\%$

Agosto: $MBT = (10 / 10) \times 100\% = 100\%$

Setiembre: $MBT = (9 / 9) \times 100\% = 100\%$

Actividades que se realizan en el mantenimiento



Figura 52. Megado de motor eléctrico

Fuente: Elaboración propia



Figura 53. Revisión del aceite del motorreductor

Fuente: Elaboración propia

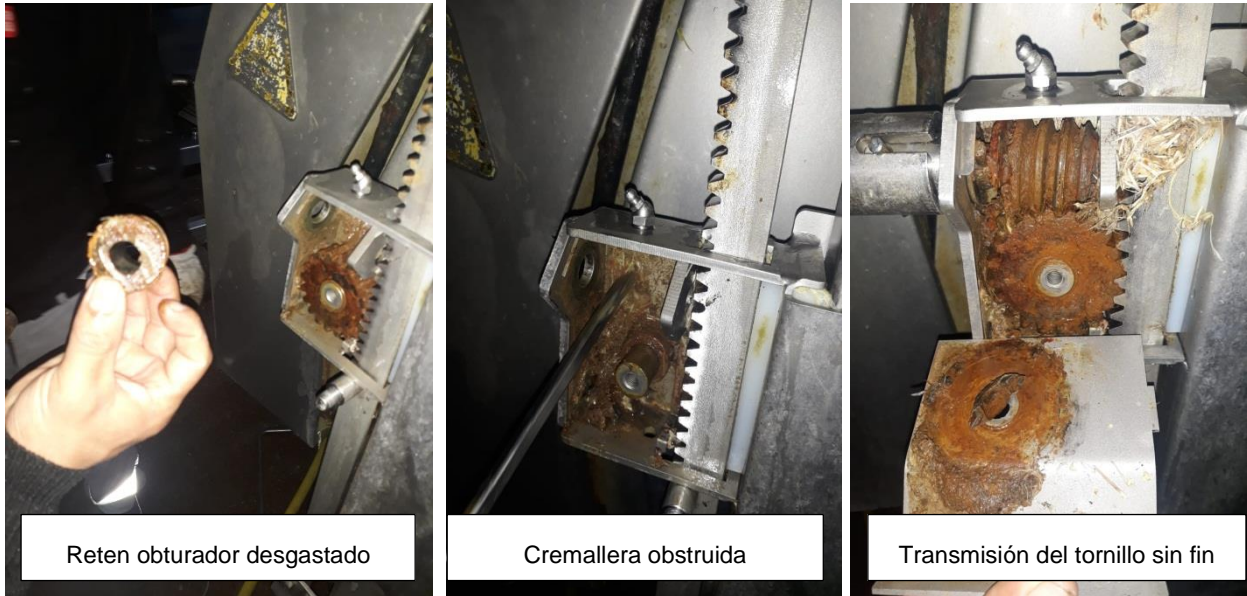


Figura 54. Revisión del tornillo de desplazamiento vertical
Fuente: Elaboración propia



Figura 55. Lubricación del sistema de transmisión
Fuente: Elaboración propia

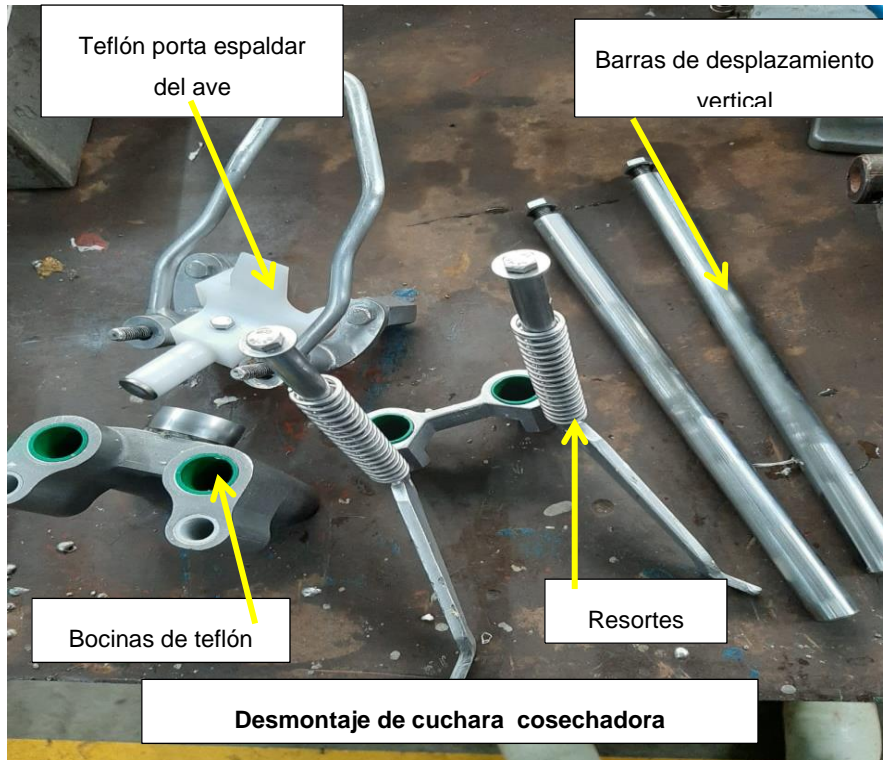


Figura 56. Revisión de cuchara de apertura y cierre
Fuente: Elaboración propia



Figura 57. Revisión de bocinas de bronce en cuchara cosechadora
Fuente: Elaboración propia

Etapas 7. Trabajo Estándar

Para determinar el trabajo estándar de la aplicación del mantenimiento preventivo de la máquina evisceradora Meyn, se registró primeramente las actividades que se realizan normalmente en una intervención, así mismo se realizó el seguimiento

respectivo a diferentes grupos de trabajo durante un periodo de tiempo para observar si todos los grupos hacen el mismo tipo y número de actividades.

En la siguiente tabla 38, se muestran las actividades que se realizaban anteriormente en el mantenimiento preventivo de la máquina Evisceradora Meyn, y se resaltan aquellas que “no” son innecesarias, que “no agregan valor” al mantenimiento de la máquina y por tanto fueron retiradas de las actividades del mantenimiento preventivo.

Tabla 38: Actividades que no agregan valor

MANTENIMIENTO MÁQUINA EVISCERADORA MEYN		
ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR		
N°	ACTIVIDADES	N° TÉCNICOS
1	Megado de motor eléctrico	2
2	Realizar seguimiento con cámara termográfica	1
3	Realizar muestra de la viscosidad del aceite	1
4	Alineamiento del eje central	1
5	Reajuste de pernos y tuercas	1
6	Lubricación de chumaceras	2
7	Revisión de aceite del motor reductor	2
8	Revisión de mangueras hidráulicas	2
9	Reajuste de conectores de mangueras hidráulicas	1
10	Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	2
11	Lubricación a cadena de transmisión del gusano vertical	2
12	Lubricación del sistema de transmisión	2
13	Reengrase de chumaceras	1
14	Revisión de cuchara de apertura y cierre	2
15	Medición de holguras de cuchara	2
16	Reajuste de pernos de sujeción a bocinas de bronce	1
17	Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora	2
18	Chequear temperatura con pirómetro	1

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 39, solo están registradas aquellas actividades que han sido evaluadas y se definen como las que si agregan valor, por tal serán éstas actividades las que finalmente se llevan a cabo.

De 18 actividades que se realizaban inicialmente, se restan 8 actividades que no agregan valor y por lo tanto son innecesarias por eso se retiraron, quedando 10 actividades que agregan valor.

Tabla 39: Actividades que agregan valor

MANTENIMIENTO MAQUINA EVISCERADORA MEYN		
ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR		
N°	ACTIVIDADES	N° TÉCNICOS
1	Megado de motor eléctrico	2
2	Lubricación de chumaceras	2
3	Revisión de aceite del motor reductor	2
4	Revisión de mangueras hidráulicas	2
5	Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	2
6	Lubricación a cadena de transmisión del gusano vertical	2
7	Lubricación del sistema de transmisión	2
8	Revisión de cuchara de apertura y cierre	2
9	Medición de holguras de cuchara	2
10	Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora	2

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo estándar

En la tabla 40, se registra la toma de tiempos de las actividades de mantenimiento de la máquina en el cual se observa que el tiempo estándar es de 728.43 minutos.

Tabla 40: Tiempo estándar

MANTENIMIENTO MÁQUINA EVISCERADORA MEYN						VALORIZACIÓN	90%	Proceso	
ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR						TOLERANCIA	15%	Fecha	
N°	ACTIVIDADES	G1	G2	G3	G4	G5	T.PROM	TN=T.P*FV	TS=TN*(1+TOLER.)
1	Megado de motor eléctrico	28	36	33	30	35	32	29.16	33.53
2	Lubricación de chumaceras	32	33	31	30	32	32	28.44	32.71
3	Revisión de aceite del motorreductor	35	34	31	30	28	32	28.44	32.71
4	Revisión de mangueras hidráulicas	32	33	30	35	26	31	28.08	32.29
5	Revisión al tornillo de desplazamiento vertical	35	36	32	30	28	32	28.98	33.33
6	Lubricación a cadena de transmisión del gusano vertical	65	60	63	60	58	61	55.08	63.34
7	Lubricación del sistema de transmisión	56	57	61	60	64	60	53.64	61.69
8	Revisión de cuchara de apertura y cierre	110	117	118	120	125	118	106.20	122.13
9	Medición de holguras de cuchara	145	150	147	155	150	149	134.46	154.63
10	Revisión bocinas de bronce en cuchara cosechadora	160	160	158	150	155	157	140.94	162.08
Tiempo Total		698	716	704	700	701	704	633.42	728.43

* Toma de tiempos en minutos.

Fuente: Elaboración propia.

e) Datos POST-TEST

Variable independiente Mantenimiento productivo total

Entorno del trabajo

Exactitud de ubicación de repuestos

$$EU = \frac{\text{Repuestos ubicados correctamente}}{\text{Total de repuestos solicitados}} \times 100\%$$

Tabla 41: Exactitud de ubicación de repuestos post-test

Exactitud de ubicación de repuestos					
Mes	Nº	Semanas	Total de repuestos solicitados	Nº Repuestos ubicados correctamente	%
Julio	1	06/07-11/07	22	21	95%
	2	13/07-18/07	32	30	94%
	3	20/07-25/07	26	24	92%
	4	27/07-01/08	39	38	97%
Agosto	5	03/08-08/08	45	45	100%
	6	10/08-15/08	23	23	100%
	7	17/08-22/08	46	45	98%
	8	24/08-29/08	35	33	94%
Setiembre	9	31/08-05/09	24	22	92%
	10	07/09-12/09	26	26	100%
	11	14/09-19/09	37	37	100%
	12	21/09-26/09	48	44	92%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 41, con el mantenimiento productivo total ha mejorado considerablemente el porcentaje correspondiente a la exactitud de ubicación de repuestos.

Exactitud de Stock

$$ES = \frac{\text{Cantidad de repuestos reales}}{\text{Cantidad de repuestos en el sistema}} \times 100\%$$

Tabla 42: Exactitud de stock post-test

Exactitud de stock					
Mes	Nº	Semanas	Repuestos en el sistema	Repuestos reales	%
Julio	1	06/07-11/07	64	64	100%
	2	13/07-18/07	64	62	97%
	3	20/07-25/07	64	60	94%
	4	27/07-01/08	64	61	95%
Agosto	5	03/08-08/08	64	60	94%
	6	10/08-15/08	64	63	98%
	7	17/08-22/08	64	64	100%
	8	24/08-29/08	64	64	100%
Setiembre	9	31/08-05/09	64	63	98%
	10	07/09-12/09	64	63	98%
	11	14/09-19/09	64	62	97%
	12	21/09-26/09	64	60	94%

Fuente: Elaboración propia.

Mantenimiento Autónomo planificado

$$MBT = \frac{\text{Mantenimiento por recorrido realizado}}{\text{Mantenimiento por recorrido programado}} \times 100\%$$

Tabla 43: Mantenimiento autónomo planificado post-test

Mantenimiento autónomo planificado					
Mes	Nº	Semanas	Mantenimiento por recorrido programado	Mantenimiento por recorrido realizado	%
Julio	1	06/07-11/07	2	2	100%
	2	13/07-18/07	3	3	100%
	3	20/07-25/07	2	2	100%
	4	27/07-01/08	2	2	100%
Agosto	5	03/08-08/08	3	3	100%
	6	10/08-15/08	3	3	100%
	7	17/08-22/08	2	2	100%
	8	24/08-29/08	2	2	100%
Setiembre	9	31/08-05/09	3	3	100%
	10	07/09-12/09	2	2	100%
	11	14/09-19/09	2	2	100%
	12	21/09-26/09	2	2	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 43, se observa que se alcanzado un 100% en la aplicación del mantenimiento planificado del TPM, tal como muestra el control de nivel de cumplimiento.

Trabajo Estándar

En lo que respecta al trabajo estándar se realizó el registro adecuado de las actividades que “agregan valor”, y las que “no agregan valor” fueron retiradas de la lista de actividades en las labores de mantenimiento de la máquina evisceradora Meyn.

En el tiempo estándar se registró los tiempos por cada actividad, el porcentaje de valoración y tolerancia fueron asignados por el investigador llegando a un total 728.43 minutos, determinando que es el tiempo el que se tarda en realizar el mantenimiento a la máquina entre los 2 colaboradores (técnico-operario) por grupo de trabajo, tal como se muestra en la tabla 44.

Tabla 224: Trabajo estándar

Tiempos	Minutos	Valorización	Tolerancia
Tiempo Promedio	704	90%	
Tiempo Normal $TN = T.P * FV$	633.42		15%
Tiempo estándar $TS = TN * (1+TOLER.)$	728.43		

Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones de variable dependiente

Disponibilidad

Con la aplicación del TPM, podemos observar que la disponibilidad post-test ha aumentado obteniendo un promedio de 98.78%.

Tabla 45: Disponibilidad Post-test

DISPONIBILIDAD							
Mes	N°	Semanas	Producción Planificada	Tiempo Planificado	Tiempo Inactivo	Tiempo Operativo	Disponibilidad
Julio	1	06/07-11/07	360000.00	48	0.5	47.50	98.96%
	2	13/07-18/07	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
	3	20/07-25/07	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
	4	27/07-01/08	360000.00	48	0.5	47.50	98.96%
Agosto	5	03/08-08/08	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
	6	10/08-15/08	360000.00	48	0.0	48.00	100.00%
	7	17/08-22/08	360000.00	48	0.0	48.00	100.00%
	8	24/08-29/08	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
Setiembre	9	31/08-05/09	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
	10	07/09-12/09	360000.00	48	0.0	48.00	100.00%
	11	14/09-19/09	360000.00	48	1.0	47.00	97.92%
	12	21/09-26/09	360000.00	48	0.0	48.00	100.00%
Total							98.87%

Fuente: Elaboración propia.

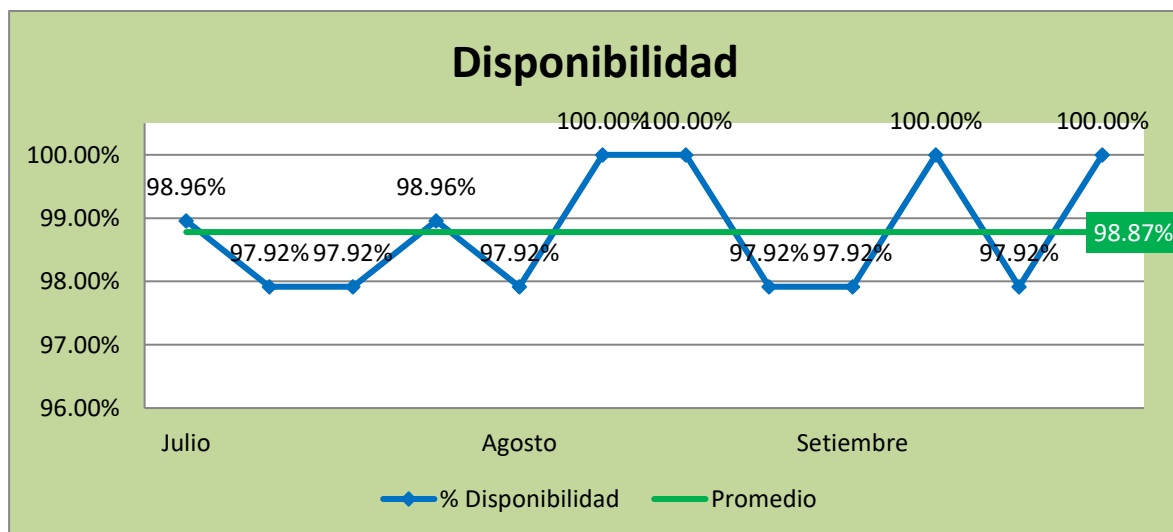


Figura. 58: Disponibilidad Post-test

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico 58, la disponibilidad se mantiene en un rango de 97.92% y 100%.

Eficiencia

En la tabla 46, se observa que la eficiencia post-test ha incrementado a 99%, esto con la aplicación del TPM.

Tabla 46: Eficiencia Post-test

EFICIENCIA								
Mes	N°	Semanas	Producción Planificada	Tiempo Planificado	Tiempo Inactivo	Tiempo operativo	Cantidad procesada	Eficiencia
Julio	1	06/07-11/07	360000.00	48	0.5	47.5	356250.00	98.96%
	2	13/07-18/07	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
	3	20/07-25/07	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
	4	27/07-01/08	360000.00	48	0.5	47.5	356250.00	98.96%
Agosto	5	03/08-08/08	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
	6	10/08-15/08	360000.00	48	0.0	48.0	360000.00	100.00%
	7	17/08-22/08	360000.00	48	0.0	48.0	360000.00	100.00%
	8	24/08-29/08	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
Setiembre	9	31/08-05/09	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
	10	07/09-12/09	360000.00	48	0.0	48.0	360000.00	100.00%
	11	14/09-19/09	360000.00	48	1.0	47.0	352500.00	97.92%
	12	21/09-26/09	360000.00	48	0.0	48.0	360000.00	100.00%
Total								99%

Fuente: Elaboración propia.

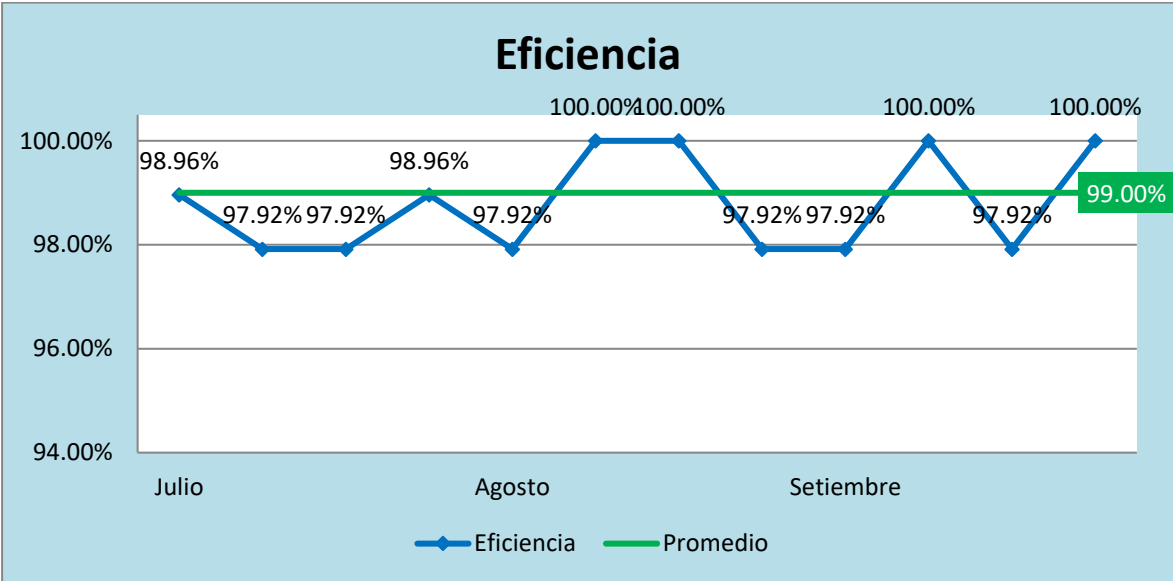


Figura. 59: Eficiencia Post-test

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 59, se observa que la eficiencia se mantiene en un rango de 97.9% y 100%.

Calidad

En la siguiente tabla 47, se observa el porcentaje de la calidad el cual ha obtenido un promedio de 98.76%.

Tabla 237: Calidad Post-test

CALIDAD							
Mes	N°	Semanas	Cantidad procesada	Tiempo Planificado	Tiempo operativo	Cantidad defectuosa	Calidad
Julio	1	06/07-11/07	356250.00	48	48	3750.00	98.95%
	2	13/07-18/07	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
	3	20/07-25/07	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
	4	27/07-01/08	356250.00	48	48	3750.00	98.95%
Agosto	5	03/08-08/08	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
	6	10/08-15/08	360000.00	48	48	0.00	100.00%
	7	17/08-22/08	360000.00	48	48	0.00	100.00%
	8	24/08-29/08	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
Setiembre	9	31/08-05/09	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
	10	07/09-12/09	360000.00	48	48	0.00	100.00%
	11	14/09-19/09	352500.00	48	47	7500.00	97.87%
	12	21/09-26/09	360000.00	48	48	0.00	100.00%
Total							98.76%

Fuente: Elaboración propia.

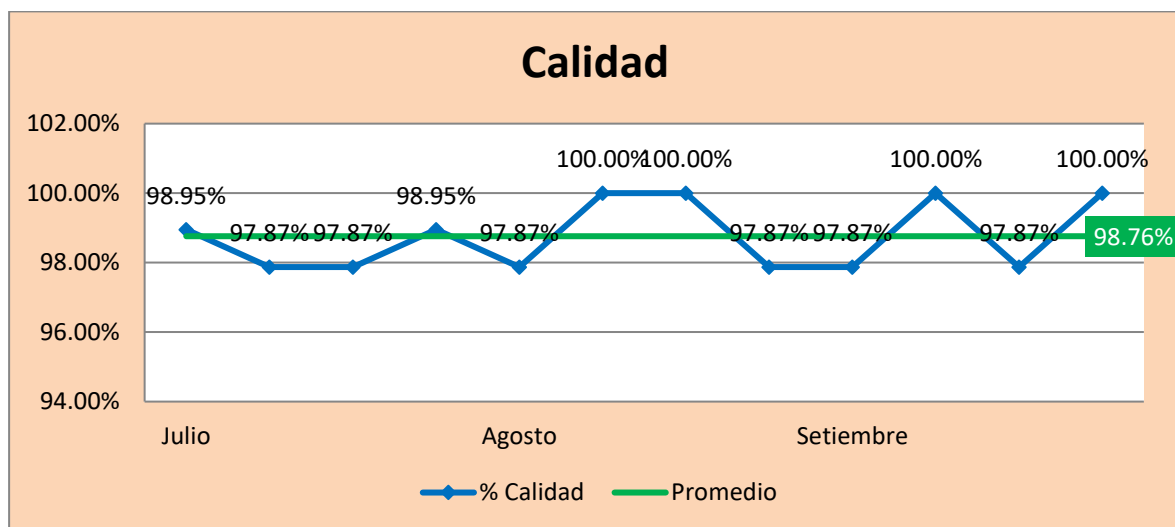


Figura. 60: Calidad Post-test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 60, se observa que la calidad se mantiene en un rango de 97.8% y 100%.

En la tabla 48, se observa el porcentaje de la Eficiencia Global del equipos (OEE), el cual ha incrementado con la aplicación del TPM, obtenido un promedio de 96.4%, cabe destacar que el resultado fue más que favorable ya que está por encima del porcentaje óptimo de 90%.

Tabla 48: OEE Post-test

OEE						
Mes	N°	Semanas	Disponibilidad	Eficiencia	Calidad	OEE
Julio	1	06/07-11/07	98.96%	98.96%	98.95%	96.90%
	2	13/07-18/07	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
	3	20/07-25/07	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
	4	27/07-01/08	98.96%	98.96%	98.95%	96.90%
Agosto	5	03/08-08/08	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
	6	10/08-15/08	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	7	17/08-22/08	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	8	24/08-29/08	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
Setiembre	9	31/08-05/09	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
	10	07/09-12/09	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	11	14/09-19/09	97.92%	97.92%	97.87%	93.84%
	12	21/09-26/09	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Total						96.40%

Fuente: Elaboración propia.

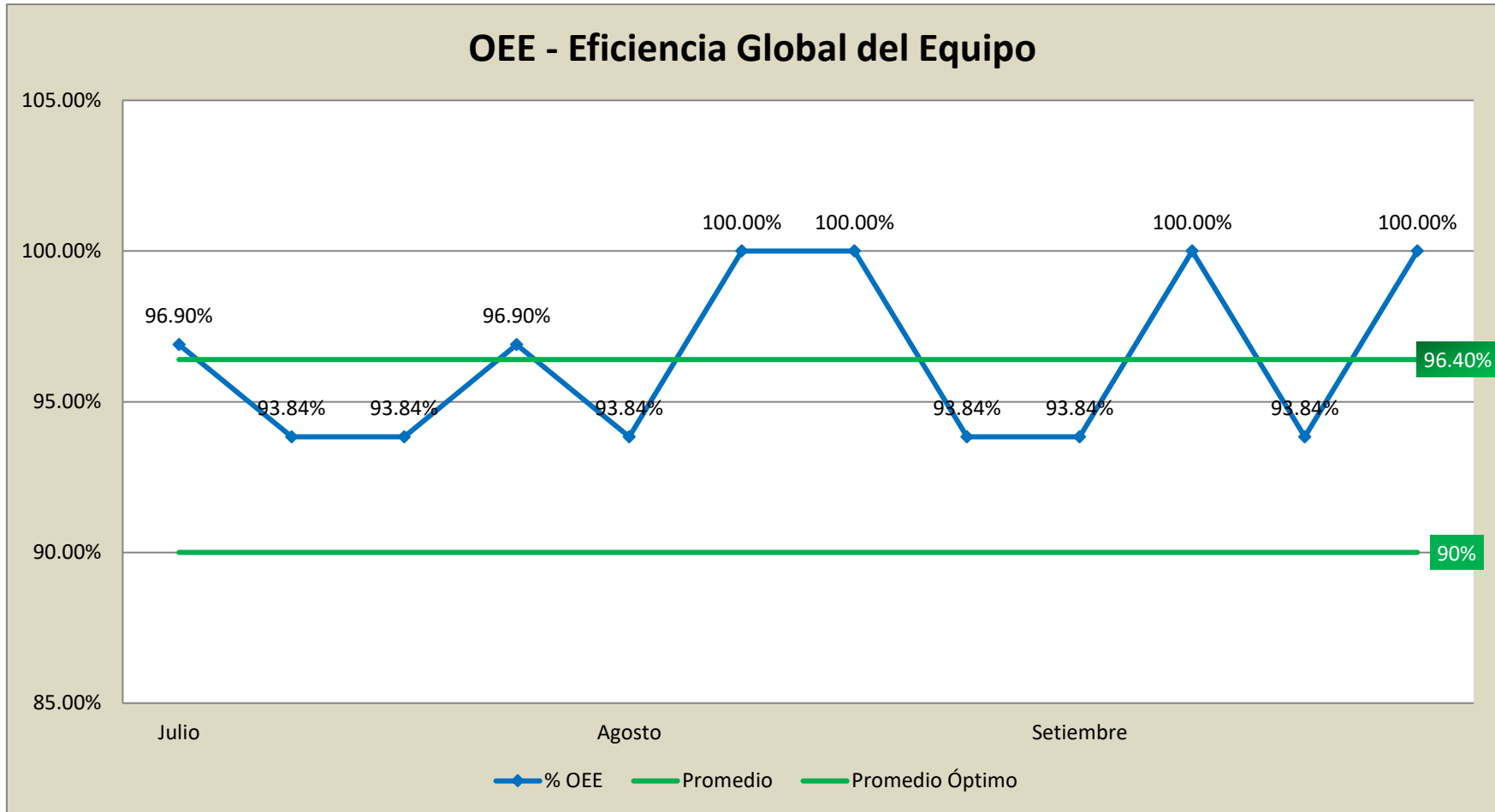


Figura. 61: OEE post-test
Fuente: Elaboración propia.

f) Comparativa Pre-test y Post-test

Variable independiente TPM

Mejora del entorno de trabajo

En las tablas siguientes se realiza la comparación de los datos antes y después de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

En la tabla 49, se observa los datos pre test (abril, mayo, junio) y post test (Julio, agosto, setiembre) sobre el indicador exactitud de ubicación de repuestos determinando que ha mejorado con la aplicación del TPM, ya que se tiene una mejor ubicación de los repuestos de la máquina.

Tabla 49: Exactitud de ubicación de repuestos Pre - Post.

Exactitud de ubicación de repuestos		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	63%	95%
2	86%	94%
3	65%	92%
4	85%	97%
5	97%	100%
6	73%	100%
7	86%	98%
8	47%	94%
9	82%	92%
10	76%	100%
11	68%	100%
12	70%	92%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 50, se observa que la exactitud de stock de los repuestos ha mejorado con la aplicación del TPM, tal como muestra los datos post test ya que hay una lectura exacta y verdadera sobre los repuestos que están en el sistema con el que se encuentra realmente en físico.

Tabla 50: Exactitud de stock Pre - Post

Exactitud de stock		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	91%	100%
2	78%	97%
3	70%	94%
4	81%	95%
5	86%	94%
6	77%	98%
7	95%	100%
8	75%	100%
9	100%	98%
10	92%	98%
11	77%	97%
12	73%	94%

Fuente: Elaboración propia

Mantenimiento autónomo y planificado

En la tabla 51, se observa que el mantenimiento autónomo y planificado ha mejorado con la aplicación del TPM, tal como muestra los datos post test al 100%, esto se debe a que los mantenimientos programados se ejecutan en su totalidad.

Tabla 51: Mantenimiento Autónomo y planificado Pre - post

Mantenimiento autónomo planificado		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	50%	100%
2	50%	100%
3	50%	100%
4	75%	100%
5	80%	100%
6	67%	100%
7	75%	100%
8	67%	100%
9	67%	100%
10	100%	100%
11	75%	100%
12	80%	100%

Fuente: Elaboración propia

Trabajo estándar

- En el pre-test, No se había realizado toma de tiempos de las actividades.
- En el post-test, Se realizó la toma de tiempos en las actividades referentes al mantenimiento de la máquina, así mismo se suprimieron 8 actividades de las 18 que habían en total ya que no agregaban valor al mantenimiento de la máquina.
- Quedando en el post test un total de 10 actividades cuyos tiempos según el registro fue tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 52. Tiempo estándar Pre - Post

Tiempos	Pre test	Post test		
		Minutos	Valorización	Tolerancia
Tiempo Promedio	No se realizó	704	90%	
Tiempo Normal $TN = T.P * FV$	No se realizó	633.42		15%
Tiempo estándar $TS = TN * (1+TOLER.)$	No se realizó	728.43		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53, se observa que el porcentaje de disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn ha mejorado con la aplicación del TPM.

Tabla 53: Disponibilidad Pre - Post

DISPONIBILIDAD		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	93.75%	98.96%
2	91.67%	97.92%
3	87.50%	97.92%
4	87.50%	98.96%
5	89.58%	97.92%
6	89.58%	100.00%
7	91.67%	100.00%
8	95.83%	97.92%
9	87.50%	97.92%
10	91.67%	100.00%
11	85.42%	97.92%
12	95.83%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se observa la línea de tendencia ha incrementado su porcentaje de disponibilidad ya que se mantiene en un rango de 97.92% - 100%, a diferencia del pre test que se mantenía en un rango de 85.42% - 95.83%.

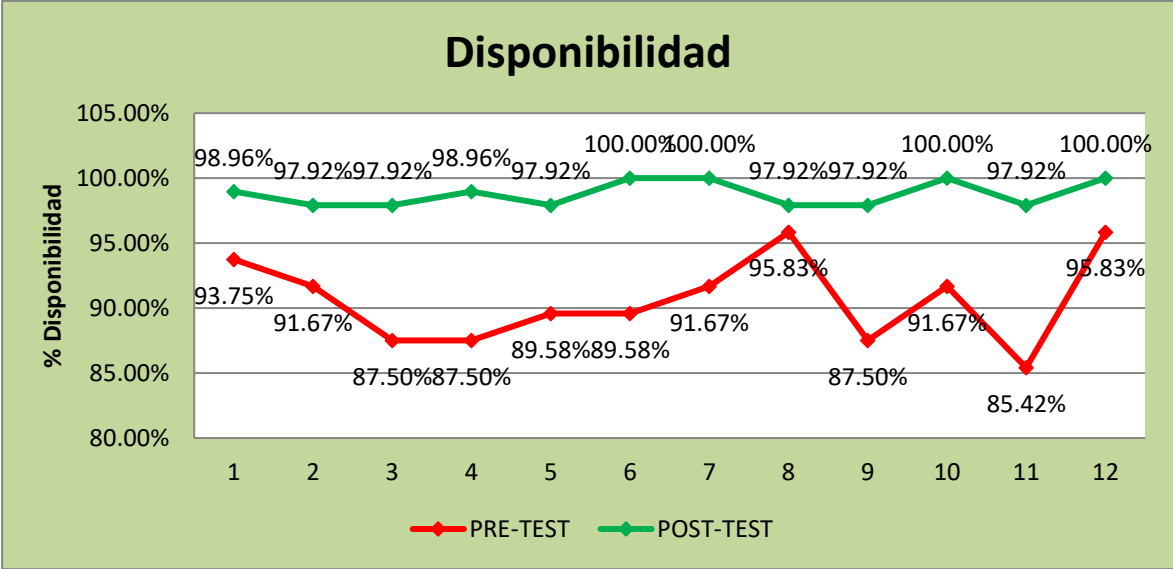


Figura. 62: Disponibilidad Pre - Post

Fuente Elaboración propia

En la tabla 54, se observa que la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn de igual forma ha incrementado, con la aplicación del TPM, tal como muestra los datos pre y post test.

Tabla 54: Eficiencia Pre - Post

EFICIENCIA		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	95.83%	98.96%
2	95.83%	97.92%
3	93.75%	97.92%
4	87.50%	98.96%
5	89.58%	97.92%
6	89.58%	100.00%
7	95.83%	100.00%
8	95.83%	97.92%
9	93.75%	97.92%
10	81.25%	100.00%
11	83.33%	97.92%
12	95.83%	100.00%

Fuente Elaboración propia.

En la figura 63 se observa que la línea de tendencia ha incrementado su porcentaje de eficiencia ya que se mantiene en un rango de 97.92% - 100%, a diferencia del pre test que se mantenía en un rango de 81.25% - 95.83%.

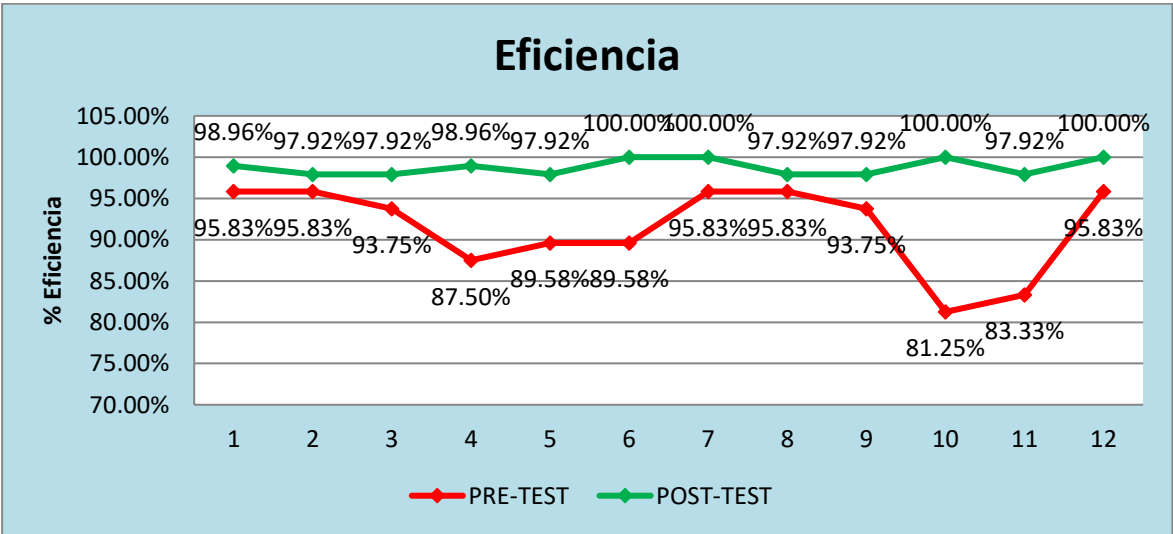


Figura. 63: Eficiencia Pre - Post

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 55, se observa que la calidad de la máquina evisceradora Meyn de igual forma ha incrementado, con la aplicación del TPM, tal como muestra los datos pre y post test.

Tabla 55: Calidad Pre - Post

CALIDAD		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	95.65%	98.95%
2	95.65%	97.87%
3	93.33%	97.87%
4	85.71%	98.95%
5	88.37%	97.87%
6	88.37%	100.00%
7	95.65%	100.00%
8	95.65%	97.87%
9	93.33%	97.87%
10	76.92%	100.00%
11	80.00%	97.87%
12	95.65%	100.00%

Fuente Elaboración propia.

En la figura 64 se observa que la línea de tendencia ha incrementado su porcentaje de calidad ya que se mantiene en un rango de 97.87% - 100%, a diferencia del pre test que se mantenía en un rango de 76.92% - 95.65%.

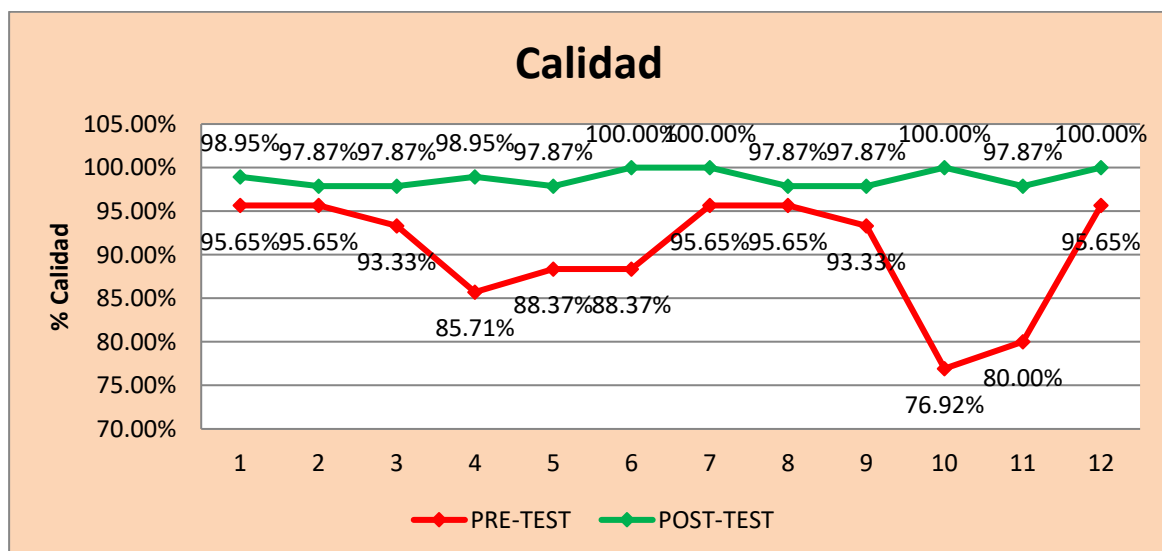


Figura. 64: Calidad Pre - Post

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 56, se observa que la eficiencia global de la máquina “OEE” de la máquina evisceradora Meyn ha incrementado, con la aplicación del TPM, tal como muestra los datos pre y post test.

Tabla 56: OEE Pre-test y Post-test

EFICIENCIA GLOBAL DELEQUIPO (OEE)		
N° Semanas	Pre test (Abril, Mayo, Junio)	Post test (Julio, Agosto, Setiembre)
1	85.94%	96.90%
2	84.03%	93.84%
3	76.56%	93.84%
4	65.63%	96.90%
5	70.92%	93.84%
6	70.92%	100.00%
7	84.03%	100.00%
8	87.85%	93.84%
9	76.56%	93.84%
10	57.29%	100.00%
11	56.94%	93.84%
12	87.85%	100.00%
PROMEDIO	75.38%	96.40%

Fuente: Elaboración propia.

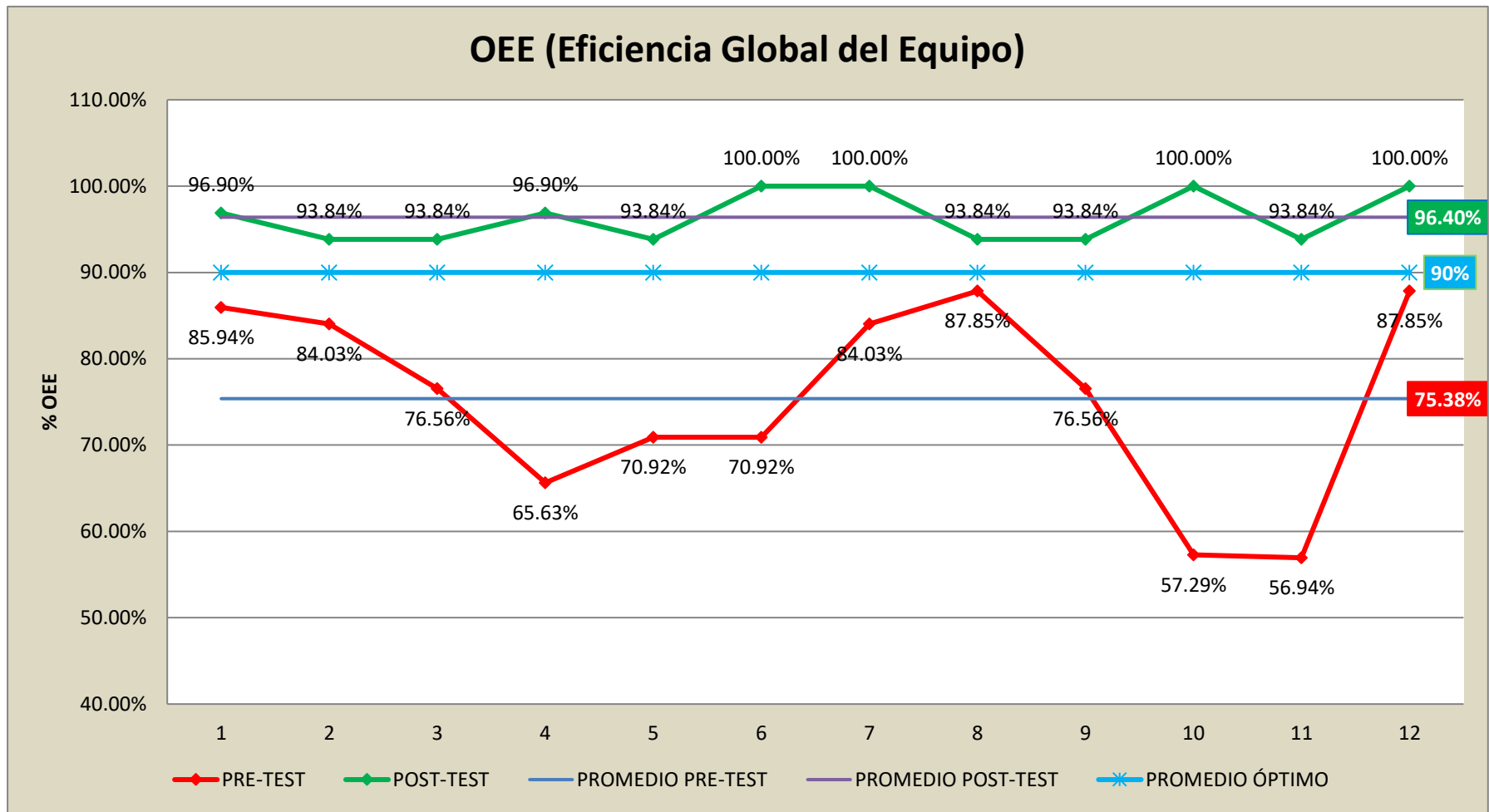


Figura. 65: OEE Pre-test y Post-test
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 65, los indicadores en lo que a OEE se refiere, ha incrementado de forma positiva, tal como se observa paso de estar en 75.38% a 96.4%, y manteniendo un rango por encima del 90%, tal como lo indica el fabricante. Por lo cual refiere a que la aplicación del TPM ha sido eficaz ya que se ha logrado con el objetivo principal el de incrementar la Eficiencia Global del equipos, siendo en este caso de la máquina evisceradora Meyn.

Análisis costo beneficio.

En este capítulo analizaremos el costo y los beneficios, basándose en la cantidad de dinero que la empresa produce en fibra con la aplicación de las herramientas del mantenimiento productivo total en la empresa.

Para la aplicación del TPM, se requiere de la mano de obra tanto del personal técnico como operario, generando costos de inversión para la realización del proyecto.

En la tabla 57, se muestra los costos de planilla del operario.

Tabla 57. Costo del personal operario

CONCEPTOS	RÉGIMEN AGRARIO
Remuneración Básica	S/. 930.00
PAGOS A CARGO DEL EMPLEADOR	
Essalud 9%	S/. 83.70
Gratificación mensual (16.66% RB)	S/. 154.94
Vacaciones mensual	S/. 77.50
cts (9.72% RB)	S/. 90.40
Asignación Familiar (10% RMV)	S/. 93.00
TOTAL DE BENEFICIOS A PAGAR	S/. 499.53
TOTAL DE COSTO DEL TRABAJADOR	S/. 1,429.53

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 58, se muestra los costos de planilla del técnico de mantenimiento.

Tabla 58. Costo del personal Técnico

CONCEPTOS	RÉGIMEN AGRARIO
Remuneración Básica	S/. 2,000.00
PAGOS A CARGO DEL EMPLEADOR	
Essalud 9%	S/. 180.00
Gratificación mensual (16.66% RB)	S/. 333.20
Vacaciones mensual	S/. 166.67
cts (9.72% RB)	S/. 194.40
Asignación Familiar (10% RMV)	S/. 200.00
TOTAL DE BENEFICIOS A PAGAR	S/. 1,074.27
TOTAL DE COSTO DEL TRABAJADOR	S/. 3,074.27

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 59 se muestra las horas totales que se invirtió en la parte pre del proyecto, estimando el costo por hora de cada tesista según sus ingresos.

Tabla 59. Costos Pre Horas-Hombre elaboración del proyecto

PRE TEST					
Horas hombre elaboración del proyecto					
Tesistas	semanas	horas/semana	Horas totales	Costo/hora	Costo Total
Tesista 1	16	8	128	S/. 12.81	S/. 1,639.61
Tesista 2	16	8	128	S/. 12.81	S/. 1,639.61
					S/. 3,279.22

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 60 se muestra las horas totales para la aplicación del proyecto, estimando el costo por hora de cada tesista según sus ingresos.

Tabla 60. Costos Post Horas-Hombre elaboración del proyecto

POST TEST					
Horas hombre elaboración del proyecto					
Tesistas	semanas	horas/semana	Horas totales	Costo/hora	Costo Total
Tesista 1	16	6	96	S/. 12.81	S/. 1,229.71
Tesista 2	16	6	96	S/. 12.81	S/. 1,229.71
					S/. 2,459.41

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 61 se muestra el número de horas empleadas para la capacitación, de igual forma se estima el costo tanto del operario de producción como del técnico de mantenimiento en base a su sueldo de planilla.

Tabla 61. Costos Pre Personal Operario - Técnico

PRE TEST					
Horas - Hombre personal asistente					Colaboradores
Costo del trabajador / Mes	costo/día	costo/hora	n° horas de capacitación	COSTO	5
S/. 1,429.53	S/. 47.65	S/. 5.96	72	S/. 428.86	S/. 2,144.30
S/. 3,074.27	S/. 102.48	S/. 12.81	72	S/. 922.28	S/. 4,611.40
					S/. 6,755.70

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 62, se muestra el costo que generó el capacitador por las horas de capacitación al personal técnico y operario.

Tabla 62. Costos Pre - Personal capacitador

PRE TEST				
Horas - Hombre personal Capacitador				Capitador
Costo del capacitador	costo/día	costo/hora	n° horas de capacitación	1
S/. 2,400.00	S/. 80.00	S/. 10.00	72	S/. 720.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 63, se muestra los costos del personal operario para la aplicación del mantenimiento de la máquina, es decir cuando realizó las actividades del TPM, estimando su costo por hora y el número de horas en el mantenimiento.

Tabla 63. Costos Post - Personal Operario

POST TEST				
Horas - Hombre personal Aplicación (TPM)				Colaboradores
ACTIVIDADES	costo/hora	Horas	COSTO	5
Mantenimiento a máquina	S/. 5.96	96	S/. 571.81	S/. 2,859.07
Aplicación de 5 "S"	S/. 5.96	24	S/. 142.95	S/. 714.77
Mejora del entorno del trabajo	S/. 5.96	24	S/. 142.95	S/. 714.77
				S/. 4,288.60

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 64, se muestra el costo de inversión estimado para el proyecto, desde su planeación en la etapa inicial hasta su aplicación en la etapa de implantación, tanto inversiones tangibles e intangibles.

Tabla 64. Costos de inversión

ETAPA INICIAL	3 meses
separatas	S/. 220.00
volantes y publicidad	S/. 560.00
Horas - Hombre personal asistente	S/. 6,755.70
Horas - Hombre personal Capacitador	S/. 720.00
Horas hombre elaboración del proyecto	S/. 3,279.22
Total	S/. 11,534.92
ETAPA IMPLANTACIÓN	5 meses
Horas - Hombre personal	S/. 4,288.60
Horas - Hombre elaboración del proyecto	S/. 2,459.41
Elaboración formatos	S/. 100.00
Reposición de herramientas	S/. 2,580.00
Programa 5 "S"	S/. 2,000.00
Programa de mtto. Planificado	S/. 18,449.00
Total	S/. 29,877.02
TOTAL	S/. 41,411.93

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 65, se muestra la proyección del beneficio de haber aplicado el TPM, es decir gracias a que se aplicó el TPM se proyecta una producción adicional de 7000 aves , lo cual se estimará en un precio de venta por kilogramo de S/. 5.00 generando una ganancia neta de S/. 1.60.

Tabla 65. Proyección del beneficio TPM

Precio de venta x kilogramo	S/. 5.00
Ganancia neta x kilogramo (descontando materiales, embalajes)	S/. 1.60
Producción adicional después de la implementación del TPM en kg/mes	7000
Beneficio mensual	S/. 11,200.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66: Resultado Costo Beneficio

Flujo de Caja económico de la Solución													
	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ventas Proyectadas		11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200
Beneficio		11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200
Inversiones Tangibles													
separatas	-220.00												
volantes y publicidad	-560.00												
Elaboración formatos	-100.00												
Reposición de herramientas	-2,580.00												
Inversiones Intangibles													
Horas - Hombre personal asistente (Pre)	-6,755.70												
Horas - Hombre personal Capacitador (Pre)	-720.00												
Horas hombre elaboración del proyecto (Pre)	-3,279.22												
Horas hombre elaboración del proyecto (Pos)	-2,459.41												
Horas - Hombre personal (Pos)	-4,288.60												
Programa de mto. Planificado	-18,449.00												
Programa 5S	-2,000.00												
TOTALES NETOS	-41,411.93	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200
TEA	15%	Ahorro plazo fijo											
TEM	1.171%	TEM = (1+TEA) ^{1/12} - 1 (interés compuesto)											
Cálculo del VAN		83,289.73											
Cálculo de la TIRE		25%											
Cálculo del ratio Beneficio / Costo		3.0112											

Fuente: Elaboración propia.

El valor actual neto para un horizonte de 12 meses, el VAN fue de S/. 83,289.73 los que fueron calculados con una tasa COK de interés de ahorro plazo fijo promedio del mercado peruano de una entidad financiera de 15%.

La TIR calculada para el mismo horizonte de tiempo fue del 25 %, superior al costo de oportunidad de capital (COK) del 15% en ahorro plazo fijo de una entidad financiera peruana, quiere decir que lo mínimo que desea ganar el empresario es el 15% que le ofrece una entidad financiera sin correr ningún tipo de riesgo, como se muestra en la tabla 63. A continuación, se muestra el cálculo de VAN y TIR.

Relación costo- beneficio

El valor obtenido significa que por cada sol invertido en el TPM se tendrá un beneficio de S/. 3.0112 por tanto la mejora resulta económicamente viable.

3.6 Método de análisis de datos

El análisis de datos que se realizará en la investigación es de análisis descriptivo e inferencial teniendo en cuenta la recaudación de los datos de los distintos instrumentos que se emplearán.

Con los datos recopilados del método actual y del método propuesto de acuerdo con la variable de estudio dependiente y sus dimensiones se cuantifican los valores antes y después de la aplicación del TPM durante cada una de las 12 semanas (90 días antes y 90 días después).

Para ello, se aplicó una ficha de registro, tomas fotográficas, y observación directa, resultado de monitoreo de condiciones que nos permitirá medir la eficiencia global y como ésta mejora en la máquina evisceradora Meyn.

Se debe aplicar la prueba de normalidad a las diferencias de los datos antes y después de la eficiencia global, para conocer si la diferencia de la eficiencia global es paramétricos o no paramétricos y conocer si utilizar la prueba T-student para pares relacionado o la prueba de Wilcoxon para pares relacionados con ayuda del software SPSS V.22.

3.7 Aspectos éticos

La información que se consigna en la investigación proviene de fuentes veraces, respetando a los autores de tesis, libros, artículos científicos y demás fuentes de información utilizados. Los criterios que rigen en el desarrollo de esta actividad están basados en aspecto éticos como la veracidad, autenticidad y originalidad.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

A continuación, se presenta el resumen de procesamientos de los datos:

Análisis descriptivo de la variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Análisis descriptivo de la dimensión Entorno del trabajo

En la tabla 67, se muestra los resultados sobre la dimensión entorno del trabajo cuyo indicador es la exactitud de ubicación de repuestos durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 67: Análisis descriptivo del indicador Exactitud de ubicación de repuestos

		Estadísticos	
		Exactitud de ubicación de repuestos pre test	Exactitud de ubicación de repuestos post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		74,8333	96,1667
Error estándar de la media		3,87461	,97572
Mediana		74,5000	96,0000
Moda		86,00	100,00
Desviación estándar		13,42205	3,37998
Varianza		180,152	11,424
Asimetría		-,429	-,019
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		,422	-1,829
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		50,00	8,00
Mínimo		47,00	92,00
Máximo		97,00	100,00

Fuente: Elaboración propia.

En base a los resultados obtenidos en el indicador “Exactitud de ubicación de repuestos”, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media de la exactitud de ubicación de repuestos pre test es 74.83 (figura 66), y post test es 96.16 (figura67), donde se observa la mejora en la dimensión entorno del trabajo con su indicador exactitud de ubicación de repuestos de 21.33% debido a la mejor ubicación que se tiene de los repuestos ya que con la aplicación del TPM se logró ordenar y clasificar en racks de almacenamientos previamente identificados y codificados.

Curtois: En este caso el valor de la curtois en el pre test es de 0.422 y en el post test es de -1,829 alcanzando que la curtois sea ligeramente ancha y muy cerca a la curva normal por tal se encuentran más agrupadas y cercanos a la media.

Asimetría: En este caso alcanza un valor en la asimetría en el pre test de -0.429 ya que los datos se encuentran agrupados a la derecha y en el post test un valor de -0.019 ya que los datos se han desplazado ligeramente hacia la izquierda.

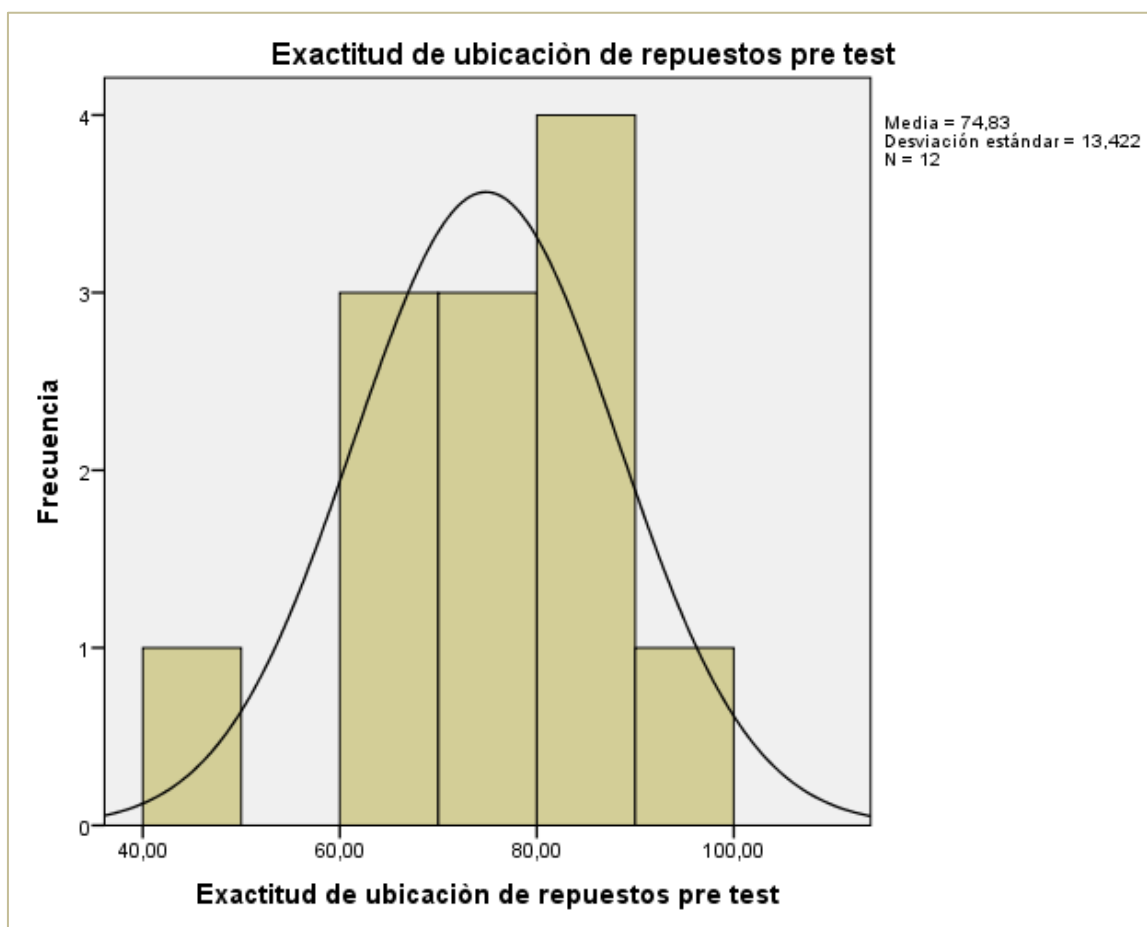


Figura 66. Histograma Exactitud de ubicación de repuestos pre test.

Fuente: Elaboración SPSS

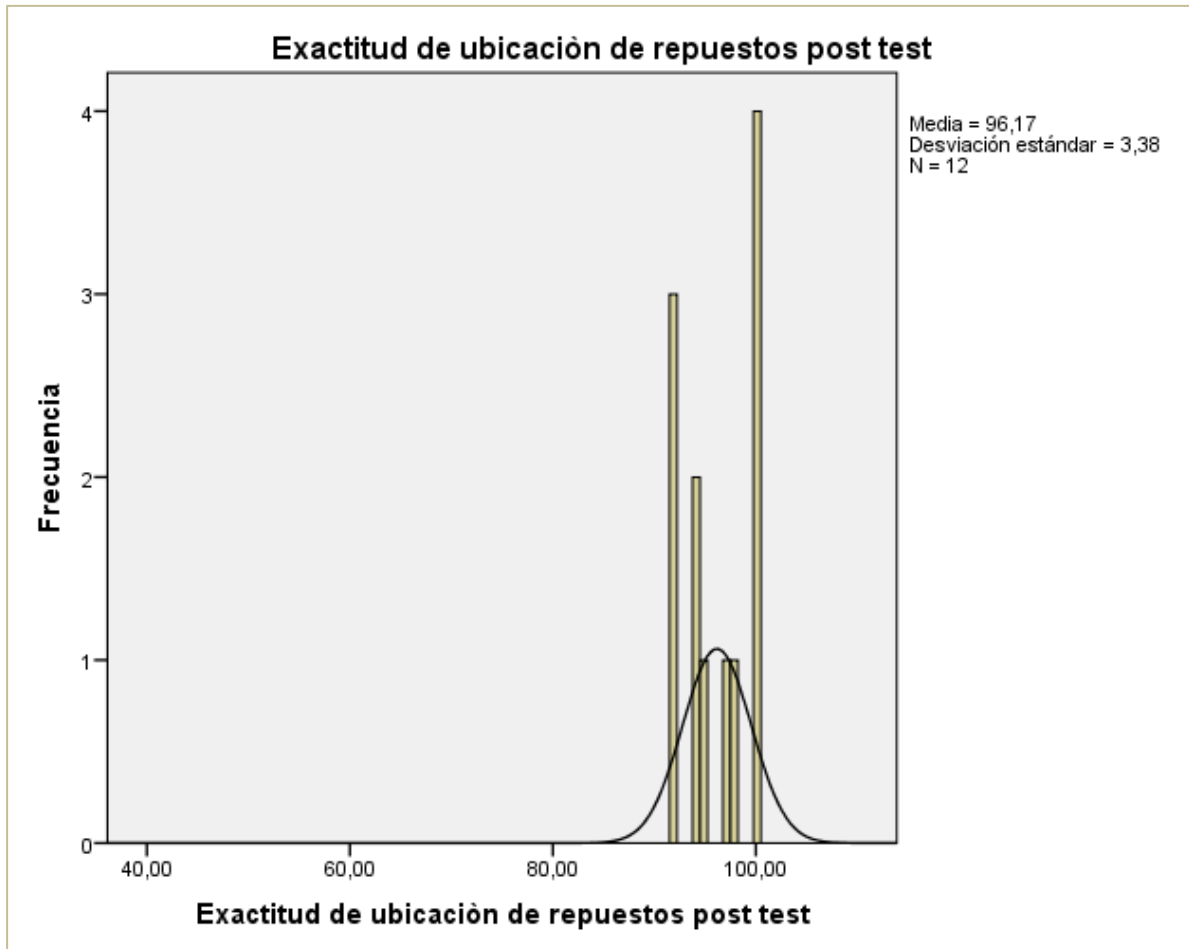


Figura 67. Histograma Exactitud de ubicación de repuestos post test

Fuente: Elaboración SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar pre test es de 13.42205 como se observa en la figura 68, los datos presentaban un alto grado de dispersión con respecto a la media esto se debe a que la ubicación de los repuestos no se mantenía de forma constante puesto que unas semanas si había buena ubicación de repuestos y en otras bajaba su indicador.

En el post test con n alcanza un valor de 3.37998, tal como se observa en la figura 69 los datos se encuentran menos dispersos, más agrupados y cercanos con respecto a la media debido a que los repuestos tienen una mejor distribución en los racks de almacenamiento y estando debidamente identificados.

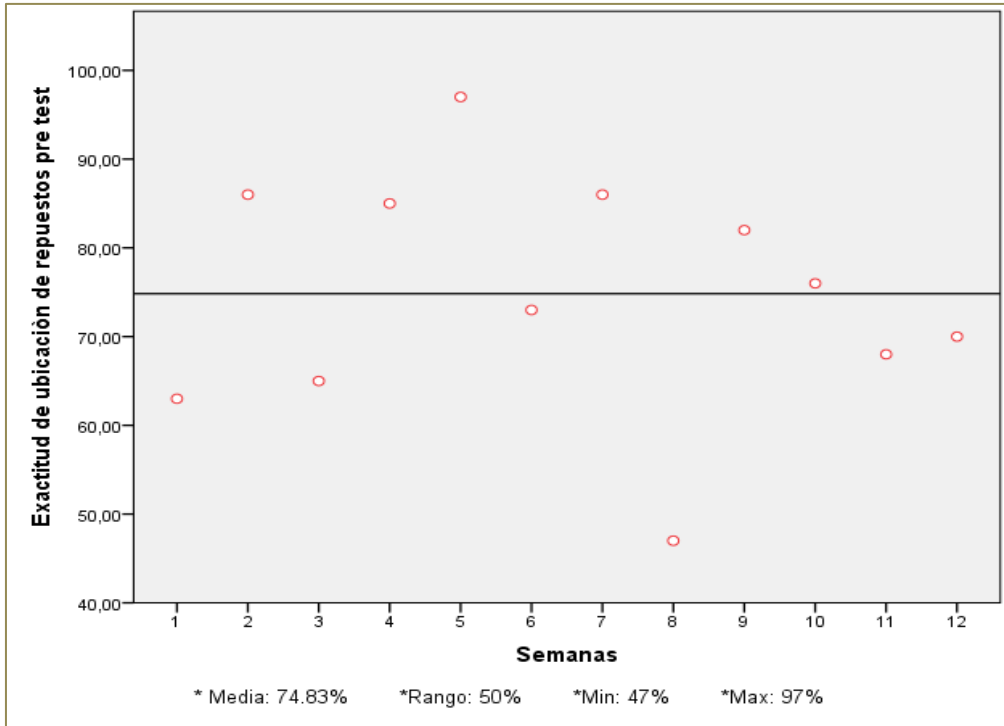


Figura 68. Diagrama de dispersión EU pre test
Fuente: Elaboración SPSS

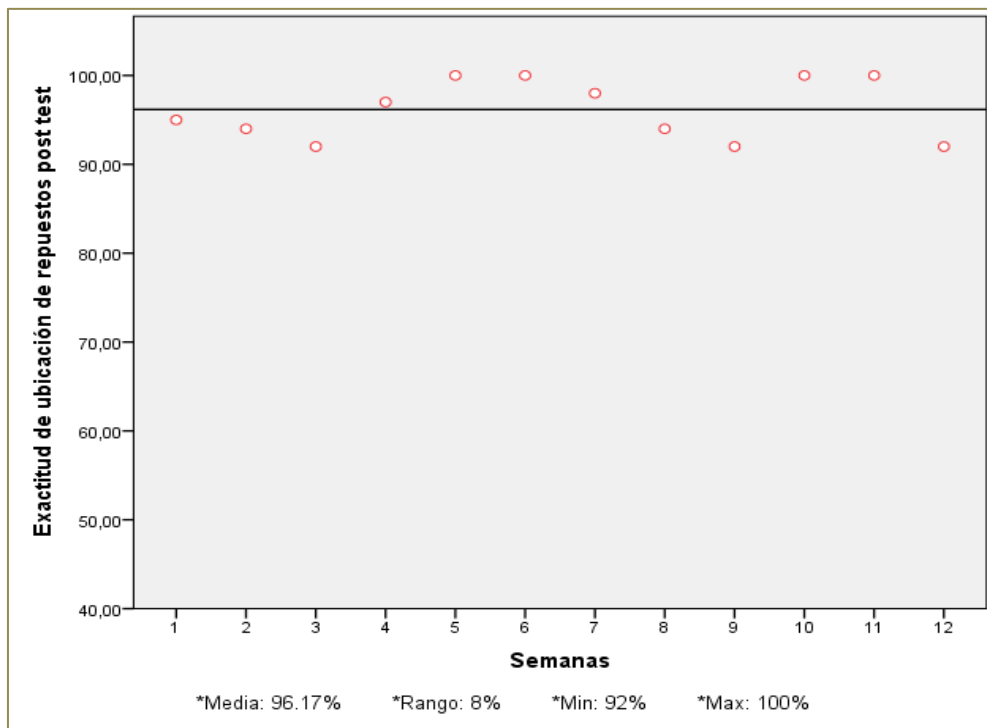


Figura 69. Diagrama de dispersión EU post test
Fuente: Elaboración SPSS

En la tabla 68, se muestra los resultados sobre la dimensión entorno del trabajo cuyo indicador es la “exactitud de stock” durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 68: Análisis descriptivo del indicador Exactitud de stock

		Estadísticos	
		Exactitud de stock pre test	Exactitud de stock post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		82,9167	97,0833
Error estándar de la media		2,78105	,67933
Mediana		79,5000	97,5000
Moda		77,00	94,00 ^a
Desviación estándar		9,63383	2,35327
Varianza		92,811	5,538
Asimetría		,475	-,169
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-1,067	-1,417
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		30,00	6,00
Mínimo		70,00	94,00
Máximo		100,00	100,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración SPSS

Según los datos obtenidos en la tabla 68, del indicador “Exactitud de Stock”, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media de la exactitud de stock pre test es 82.9167 (figura 70) y post test es 97.0833 (figura 71), donde se observa la mejora en la dimensión entorno del trabajo con su indicador exactitud de ubicación de stock de 14.16% debido a que se logró realizar la validación de los repuestos que estaban registrados en el sistema con los que se encontraban realmente en físico, a través de la aplicación del TPM con la verificación de los repuestos en los racks de almacenamiento antes ordenados y ubicados correctamente, logrando así tener

un registro actualizado sobre los repuestos con los que realmente se cuenta para el mantenimiento de la máquina evisceradora Meyn.

Curtosis: En este caso el valor de la curtosis en el pre test es de -1.067 y en el post test es de -1.417 alcanzando que la curtosis sea ligeramente ancha y muy cerca a la curva normal por tal se encuentran más agrupadas y cercanos a la media.

Asimetría: En este caso alcanza un valor en la asimetría en el pre test de 0.475 ya que los datos se encuentran agrupados a la izquierda y en el post test un valor de -0.169 ya que los datos se han desplazado hacia la derecha por encima del promedio debido a que ha mejorado la exactitud de stock de los repuestos.

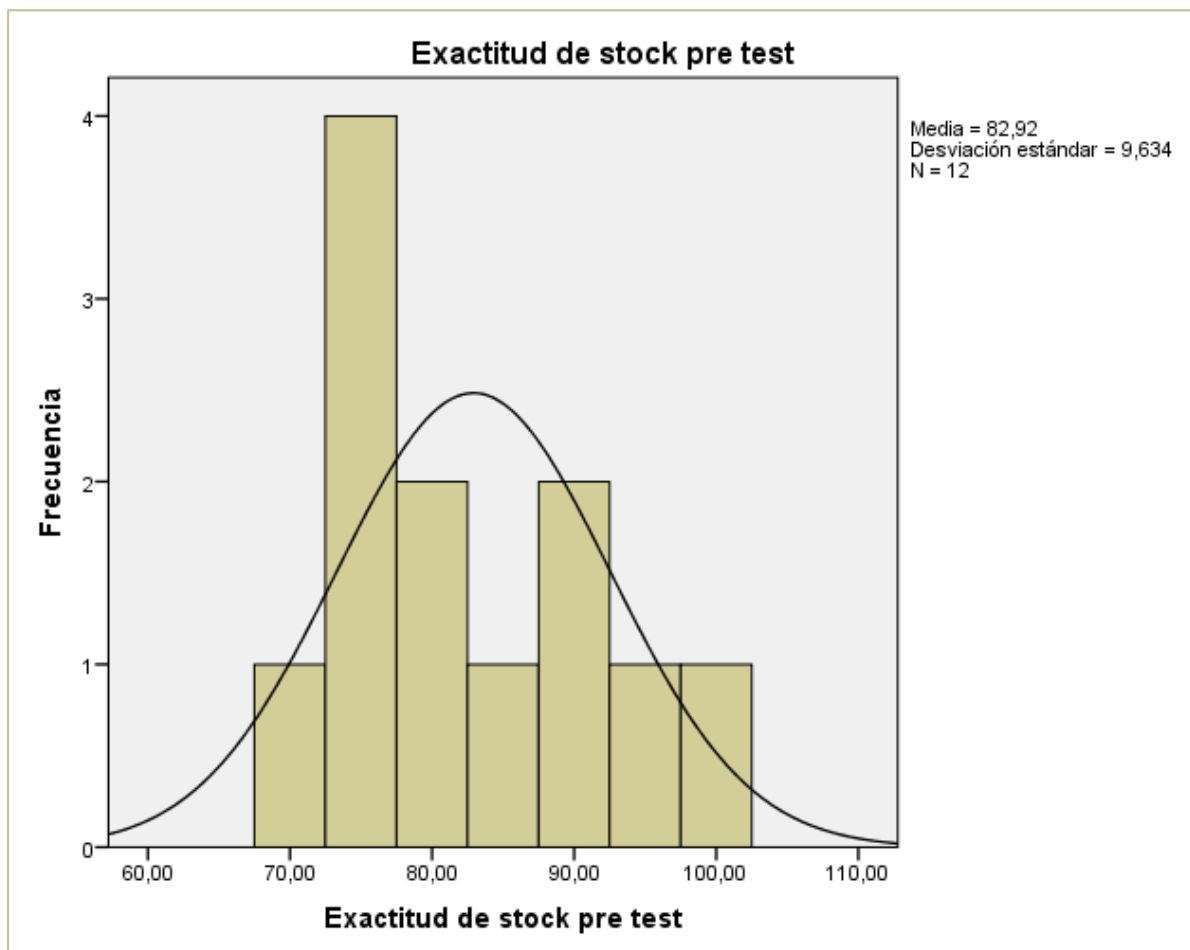


Figura 70: Histograma Exactitud de stock pre test

Fuente: Elaboración SPSS

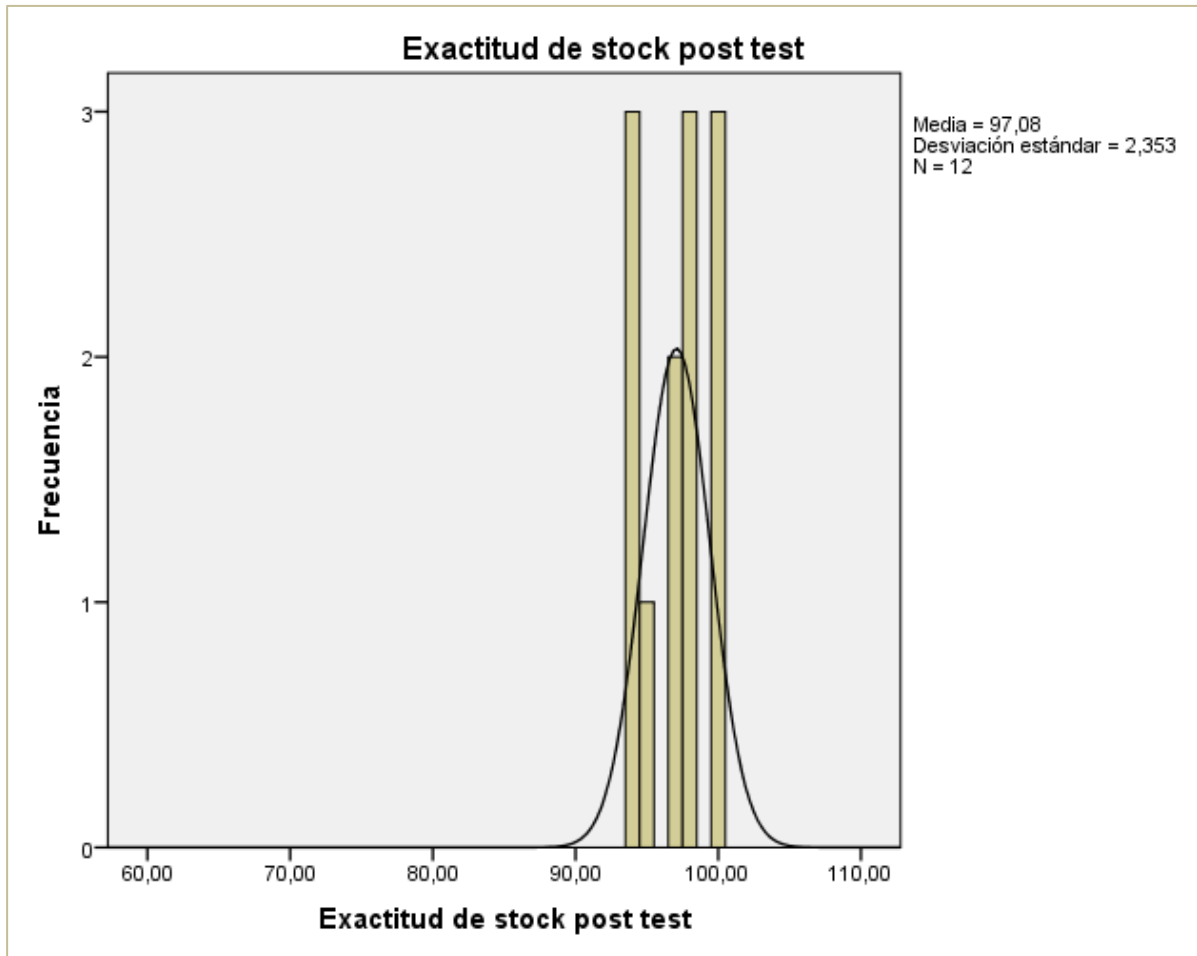


Figura 71: Histograma Exactitud de stock post test

Fuente: Elaboración SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar pre test es de 9.63383 como se observa en la figura 72, los datos presentaban un alto grado de dispersión con respecto a la media esto se debe a que no se tenía una correcta lectura sobre la exactitud de stock de los repuestos.

En el post test alcanza un valor de 2.35327 tal como se observa en la figura 73 los datos se encuentran menos dispersos más agrupados y cercanos con respecto a la media, debido a que ha mejorado el índice de exactitud de stock, ya que se ha realizado la validación de los repuestos que se encuentran en el sistema y los que se encuentran en físico a través de un inventario, por lo cual ha logrado controlar el stock de repuestos.

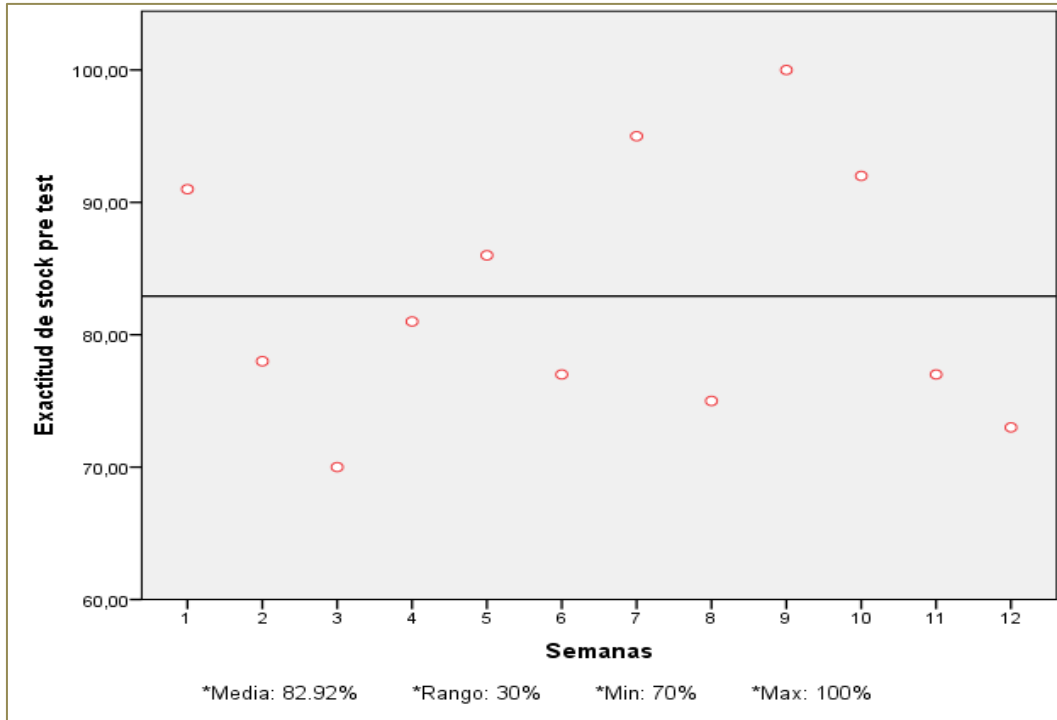


Figura 72: Diagrama de dispersión Exactitud de stock pre test
Fuente: Elaboración SPSS

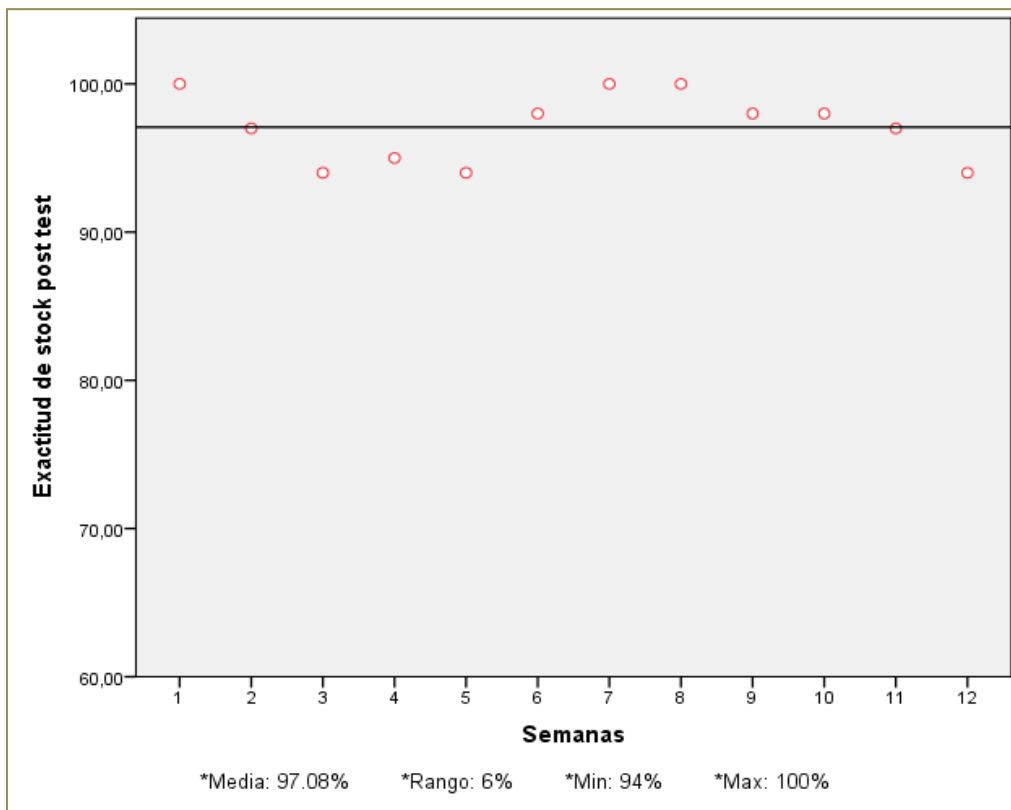


Figura 73: Histograma Exactitud de stock post test
Fuente: Elaboración SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión Mantenimiento Autónomo planificado

En la tabla 69, se muestra los resultados sobre la dimensión Mantenimiento autónomo planificado cuyo indicador es “mantenimiento basado en tiempo” durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 69: Análisis descriptivo del indicador Mantenimiento basado en tiempo

		Estadísticos	
		Mantenimiento basado en tiempo pre test	Mantenimiento basado en tiempo post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		69,6667	100,0000
Error estándar de la media		4,26461	,00000
Mediana		71,0000	100,0000
Moda		50,00 ^a	100,00
Desviación estándar		14,77303	,00000
Varianza		218,242	,000
Asimetría		,260	
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		,336	
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		50,00	,00
Mínimo		50,00	100,00
Máximo		100,00	100,00
Suma		836,00	1200,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración SPSS

Con los resultados obtenidos en el indicador “mantenimiento basado en tiempo”, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media en el pre test es 69.6667 (figura 74) y en el post test alcanza un valor de 100.00 (figura 75), aquí es en donde se observa la mejora en la dimensión Mantenimiento autónomo y planificado con su indicador mantenimiento basado en tiempo es de 30.33 debido a que con la aplicación del

mantenimiento productivo total (TPM) se cumplen de manera aplicada los mantenimientos planificados en función al tiempo, ejecutando las actividades del mantenimiento en su totalidad según el programa de mantenimiento que se implantó para la mejora de la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn.

Curtosis: En este caso el valor de la curtosis en el pre test es de 0.336 y en el post test es de 0 alcanzando una distribución normal.

Asimetría: En este caso alcanza un valor en la asimetría en el pre test de 0.260 ya que los datos se encuentran agrupados a la izquierda y en el post test un valor de 0 alcanzando una simetría ya que los datos están agrupados de igual forma a la izquierda y a la derecha de la media.

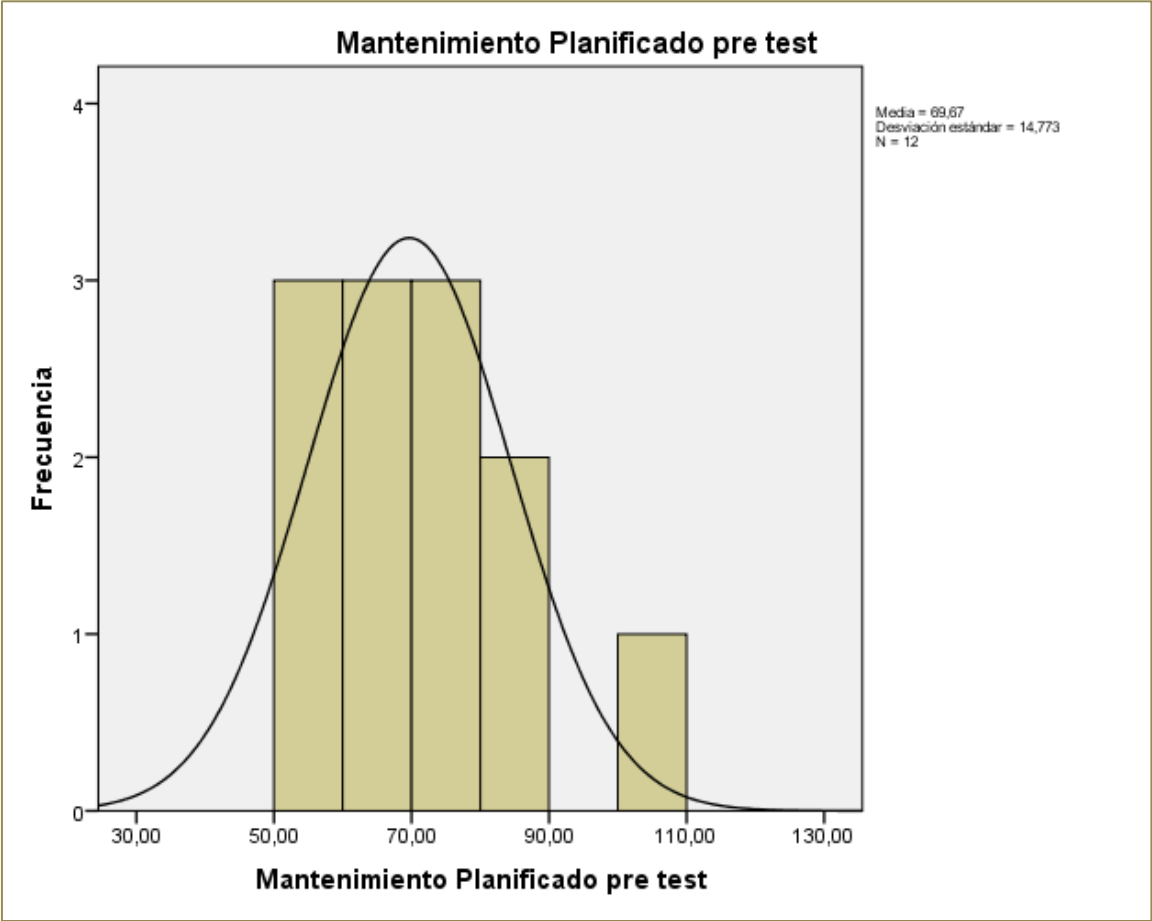


Figura 74: Histograma MTBF pre test

Fuente: Elaboración SPSS

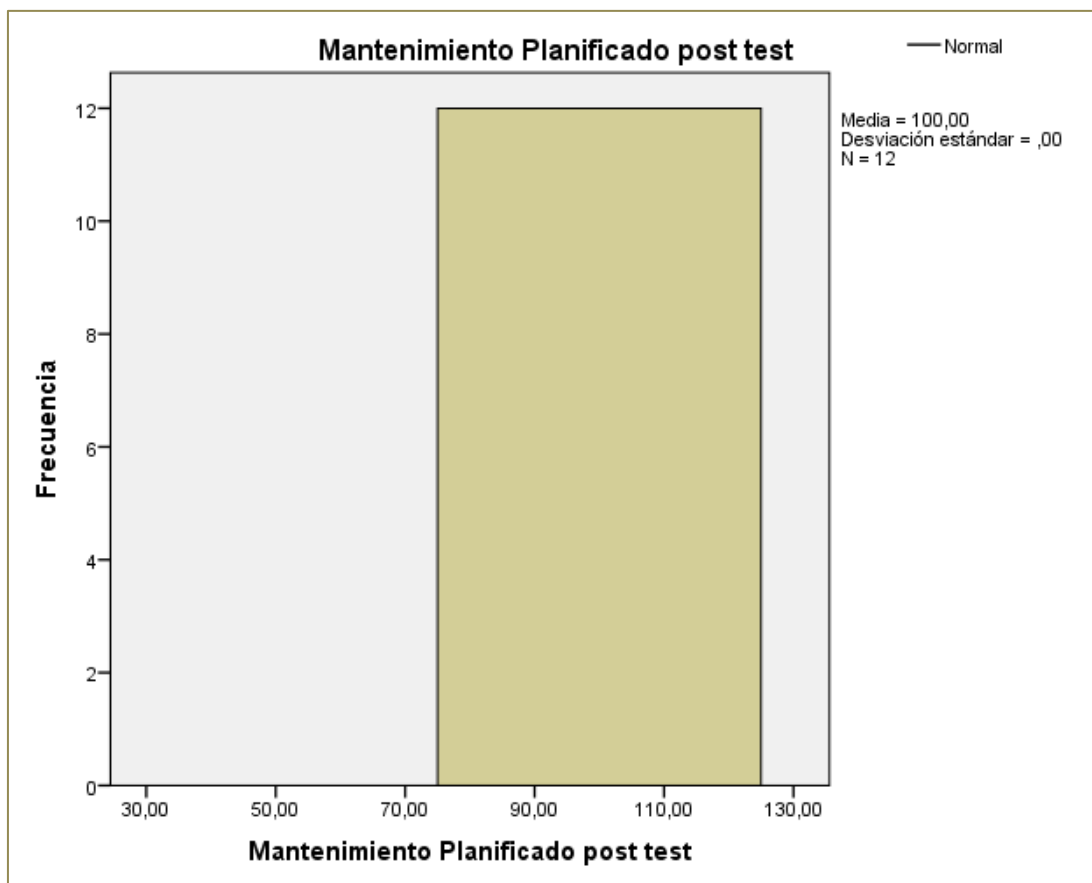


Figura 75: Histograma MTBF post test

Fuente: Elaboración SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar pre test es de 14.77303 como se observa en la figura 76, los datos presentaban un alto grado de dispersión con respecto a la media esto se debe a que no realizaban los mantenimientos planificados en el tiempo, por tal razón existía un déficit en el nivel de cumplimiento de las actividades.

En el post test alcanza un valor de 0 tal como se observa en la figura 77, en este caso no existe desviación estándar ya que se mantienen en un 100% ya que se están ejecutando todas las actividades programadas en el plan de mantenimiento.

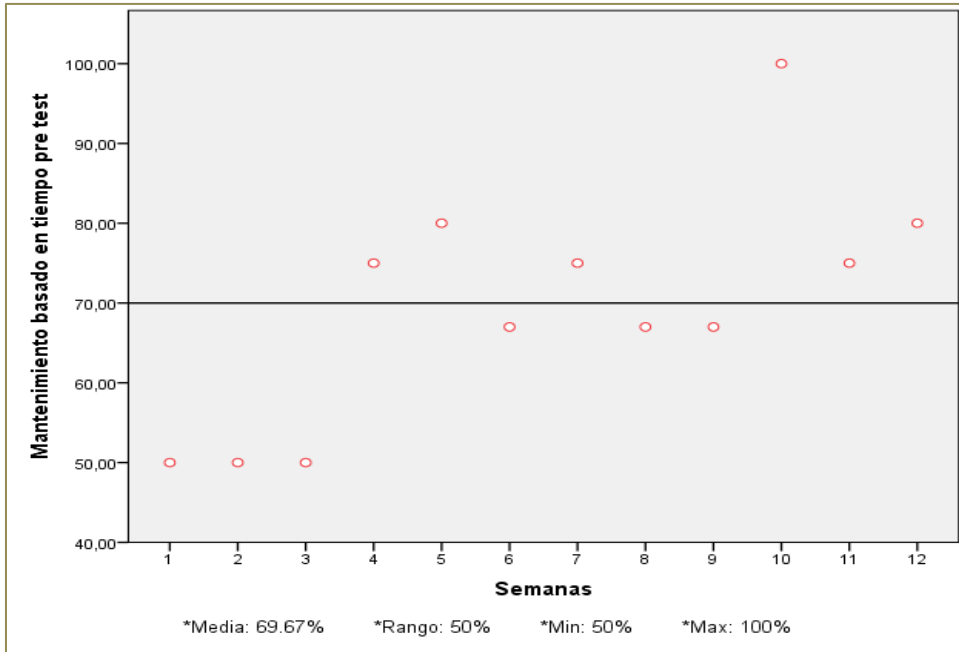


Figura 76: Histograma MTBF pre test
Fuente: Elaboración SPSS

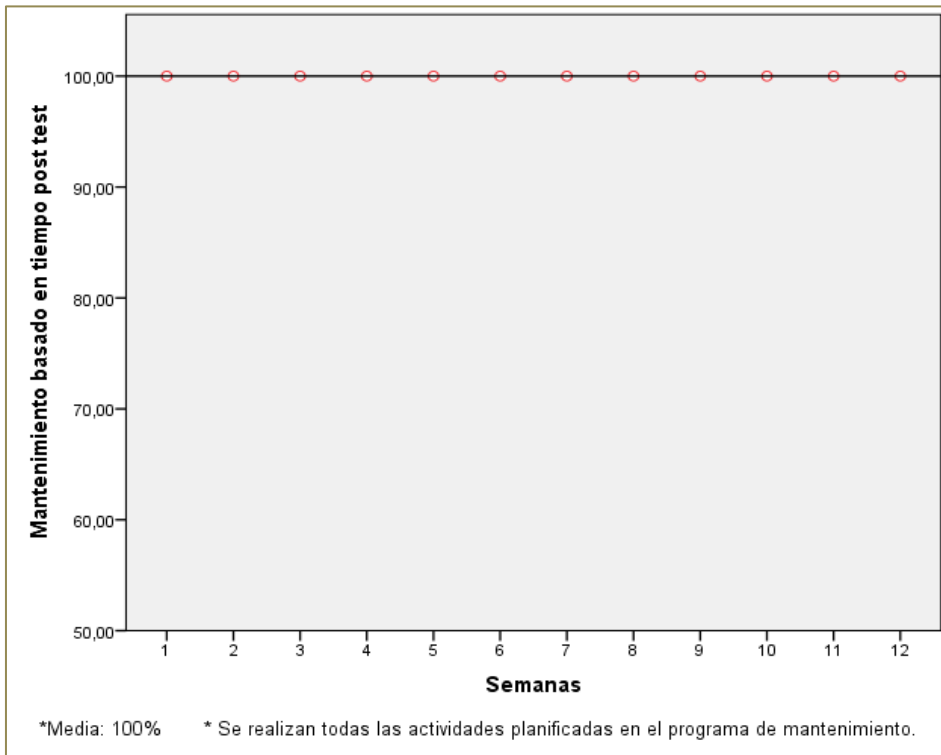


Figura 77: Diagrama de dispersión - MTBF post test
Fuente: Elaboración SPSS

Análisis descriptivo del indicador Trabajo estándar

- Antes de la aplicación del TPM en la máquina evisceradora Meyn, existían 18 actividades relacionadas al mantenimiento sin embargo no se había realizado una toma de tiempos por cada actividad.
- Después de la aplicación del TPM en la máquina evisceradora Meyn, se establecieron el número de actividades ya que inicialmente había 18 actividades relacionadas al mantenimiento de la máquina, las cuales fueron evaluadas suprimiendo 8 actividades que no agregaban valor, quedando solo 10 actividades para el mantenimiento de la máquina ya que estas si agregaban valor al mantenimiento. Así mismo se realizó la toma de tiempos por cada actividad realizada tomando el tiempo normal observado.

Análisis descriptivo de la variable dependiente

Análisis descriptivo de la dimensión disponibilidad.

La tabla 70 resume los datos procesados de la dimensión disponibilidad. Se observa que han sido 12 los datos procesados para el pre y post test. A continuación, se muestra el detalle del análisis descriptivo.

Tabla 70: Análisis descriptivo de la dimensión disponibilidad

		Estadísticos	
		Disponibilidad pre test	Disponibilidad post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		90,6250	98,8717
Error estándar de la media		,97623	,29957
Mediana		90,6250	98,4400
Moda		87,50 ^a	97,92 ^a
Desviación estándar		3,38175	1,03774
Varianza		11,436	1,077
Asimetría		,229	,191
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-,914	-2,254
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		10,41	2,10
Mínimo		85,42	97,90
Máximo		95,83	100,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Según los datos obtenidos en la tabla 70, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media de la dimensión disponibilidad en el pre test es 90.6250 (figura 78) y en el post test alcanza un valor de 98.8717 (figura 79), por lo cual se observa que con la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) la máquina evisceradora Meyn ha incrementado su disponibilidad ya que ha

disminuido el número de fallas y las horas inactivas alcanzando un mayor índice de horas operativas con respecto a las planificadas.

Curtois: En este caso el valor de la curtosis de la disponibilidad en el pre test es de -0.914 y en el post test es de -2.254, alcanzando a ser menos ancha y muy cerca a la curva normal con los datos más agrupados a la media gracias a la aplicación del TPM se refleja la mejora.

Asimetría: En este caso el valor de la asimetría de la disponibilidad en el pre test es de 0.229 por lo tal se encuentra a la izquierda y en el post test es de 0.191 por lo cual los datos se han agrupado ligeramente más a la derecha debido a la aplicación del TPM.

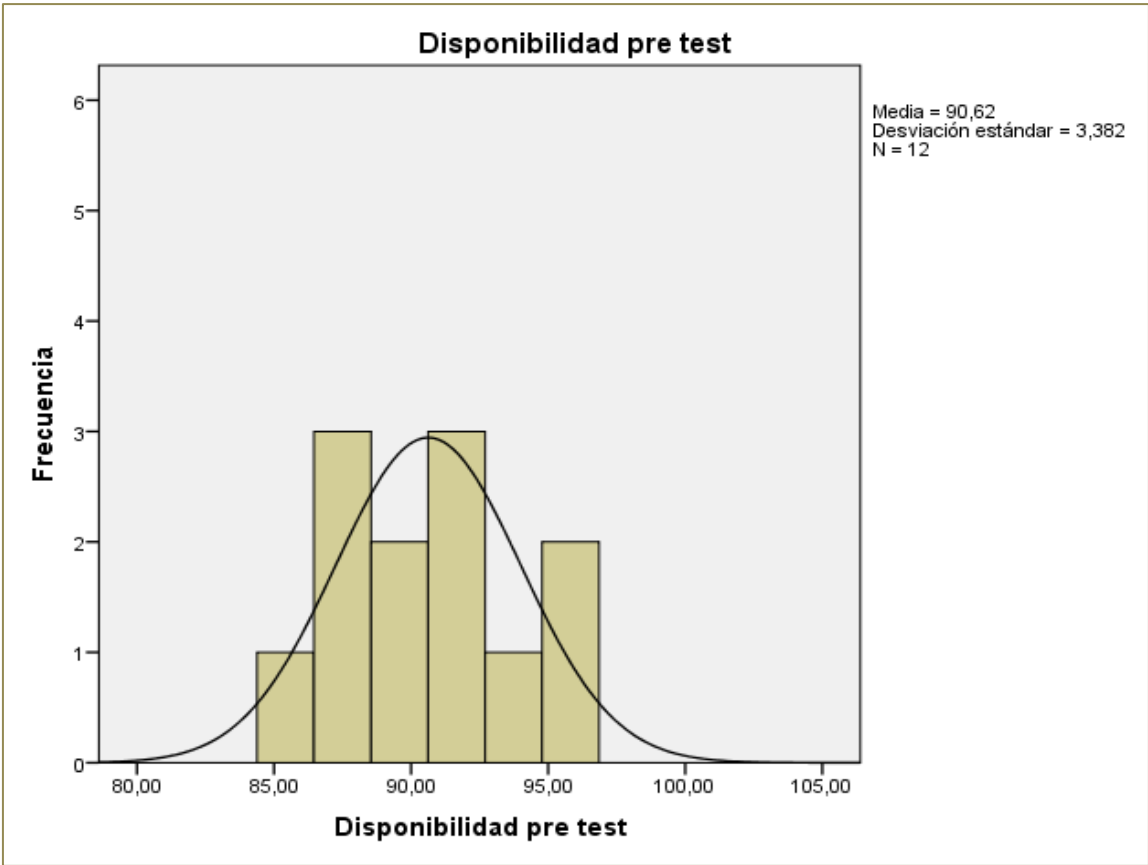


Figura. 78: Histograma disponibilidad pre test

Fuente: Elaboración propia en SPSS

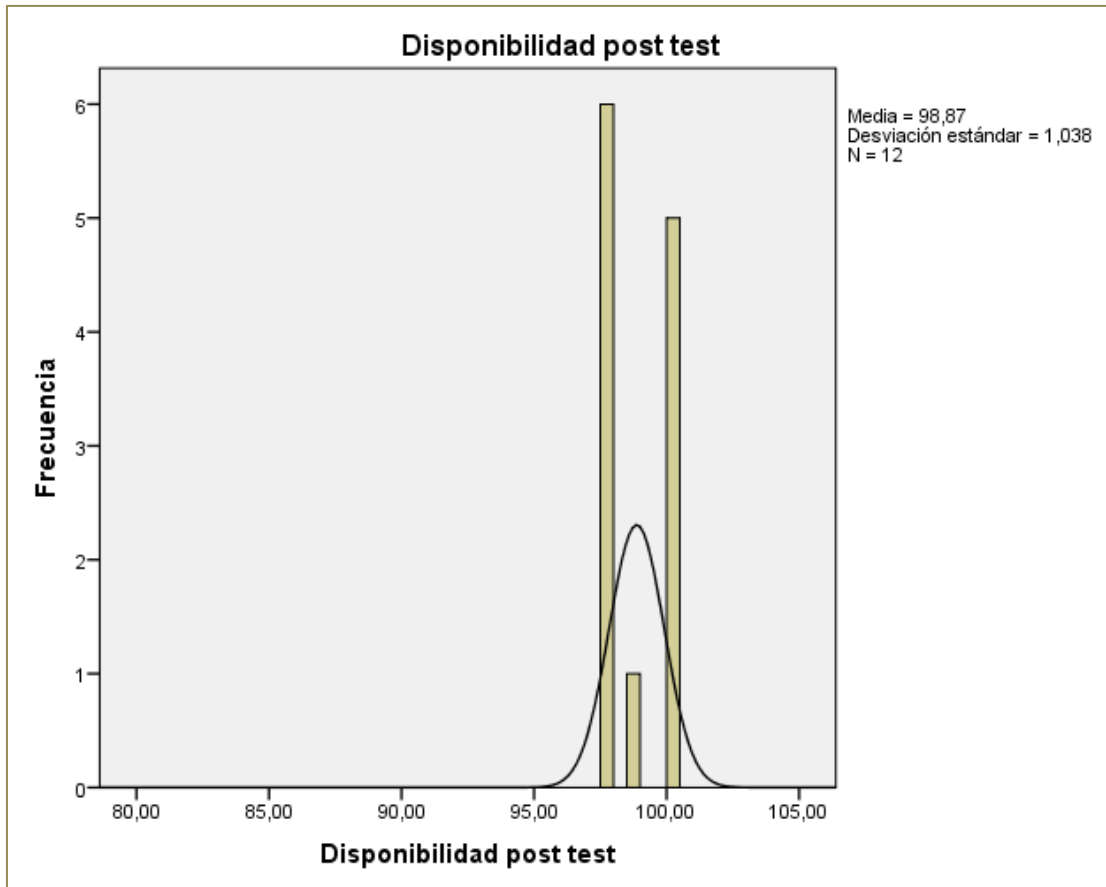


Figura. 79: Histograma disponibilidad post test

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar de la disponibilidad pre test es 3.38175 como se observa en la figura 80, los datos se encuentran muy dispersos y menos agrupados con respecto a la media, esto se debe a que el indicador “disponibilidad” no se mantiene de forma constante ya que la máquina presenta muchas fallas afectando su disponibilidad, es decir del tiempo programado que se tiene para que opere la máquina esta queda fuera de disponibilidad debido a las fallas que tiene en el proceso.

En el post test alcanza un valor de 1.03774 tal como se observa en la figura 81, la máquina ha incrementado su disponibilidad, con la aplicación del TPM debido a que las fallas han disminuido y el tiempo de operatividad ha incrementado, esto se logró con la retroalimentación que hubo entre operario y técnico durante el mantenimiento de la máquina, anticipando así las fallas en los puntos críticos de la máquina y haciendo mayor énfasis en estos puntos.

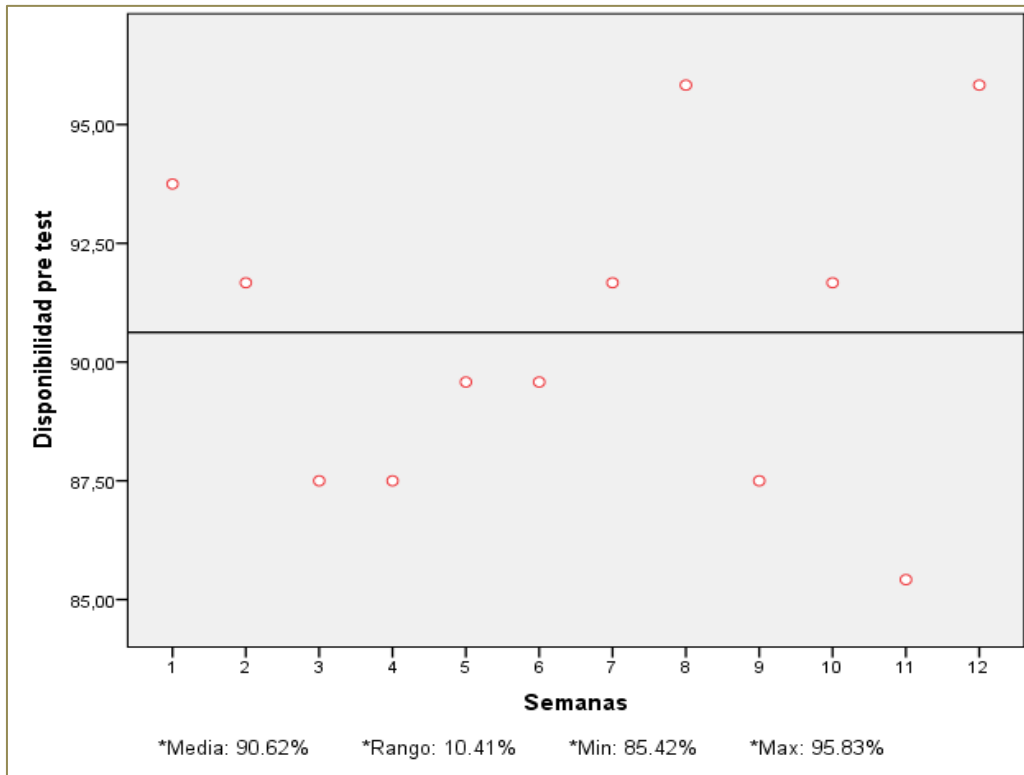


Figura. 80: Diagrama de dispersión disponibilidad pre test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

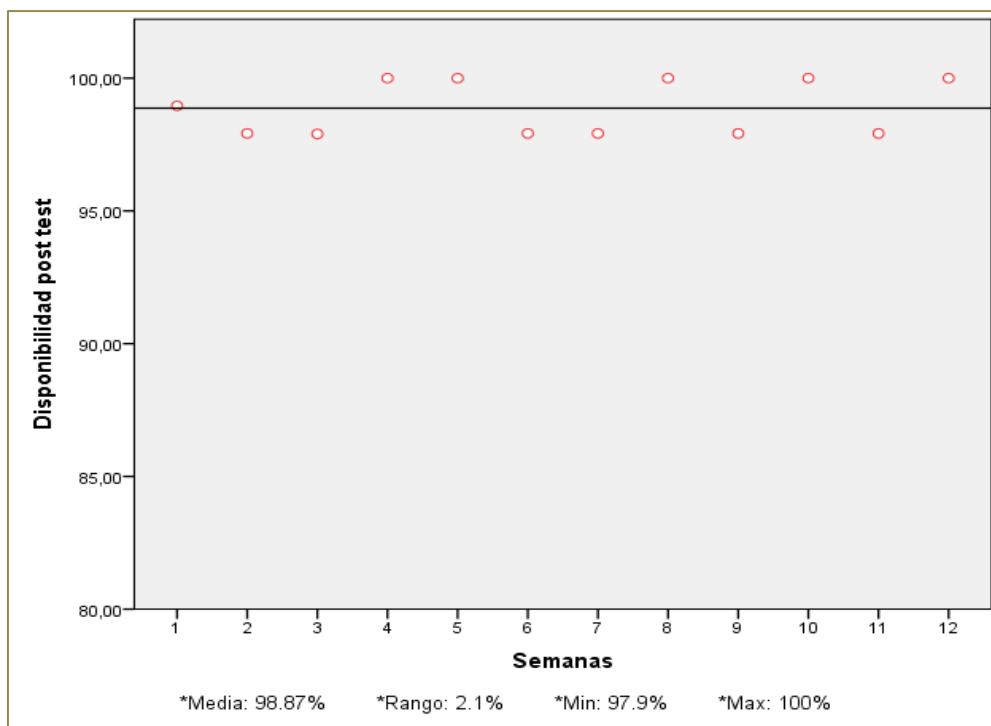


Figura. 81: Diagrama de dispersión disponibilidad post test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia.

En la tabla 71, se observa los datos procesados sobre la dimensión “eficiencia” durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 71: Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia

		Estadísticos	
		Eficiencia pre test	Eficiencia Post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		91,4908	98,7867
Error estándar de la media		1,50517	,28144
Mediana		93,7500	98,4400
Moda		95,83	97,92
Desviación estándar		5,21408	,97493
Varianza		27,187	,950
Asimetría		-,972	,383
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-,294	-1,931
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		14,58	2,08
Mínimo		81,25	97,92
Máximo		95,83	100,00

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En base a los resultados obtenidos en la dimensión “eficiencia”, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media de la dimensión eficiencia en el pre test es 91.4908 (figura 82) y en el post test alcanza un valor de 98.7867 (figura 83), por lo cual se observa que con la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) la máquina evisceradora Meyn ha incrementado su eficiencia, ya que incrementó la cantidad de aves procesadas y el tiempo operativo de la máquina.

Curtosis: El valor de la curtosis de la eficiencia en el pre test es -0.294 y en el post test es de -1.931, alcanzando a ser menos ancha y muy cerca a la curva normal con los datos más agrupados a la media, gracias a la aplicación del TPM se refleja la mejora.

Asimetría: En este caso el valor de la asimetría de la eficiencia en el pre test es de -0.972 por lo tal se encuentra a la derecha y en el post test es de 0.383 por lo cual los datos se han agrupado más a la derecha debido a la aplicación del TPM.

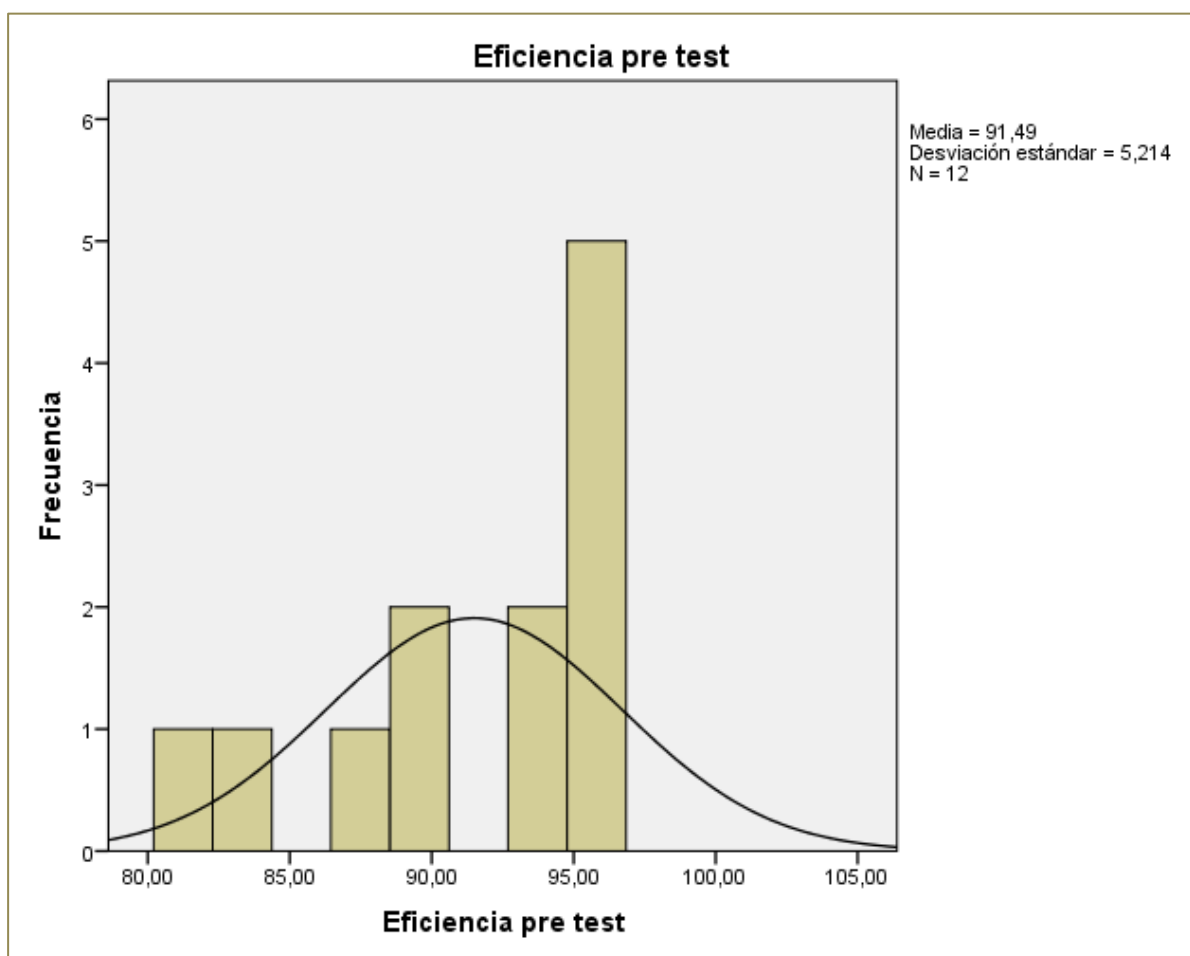


Figura. 82: Histograma eficiencia pre test

Fuente: Elaboración propia en SPSS

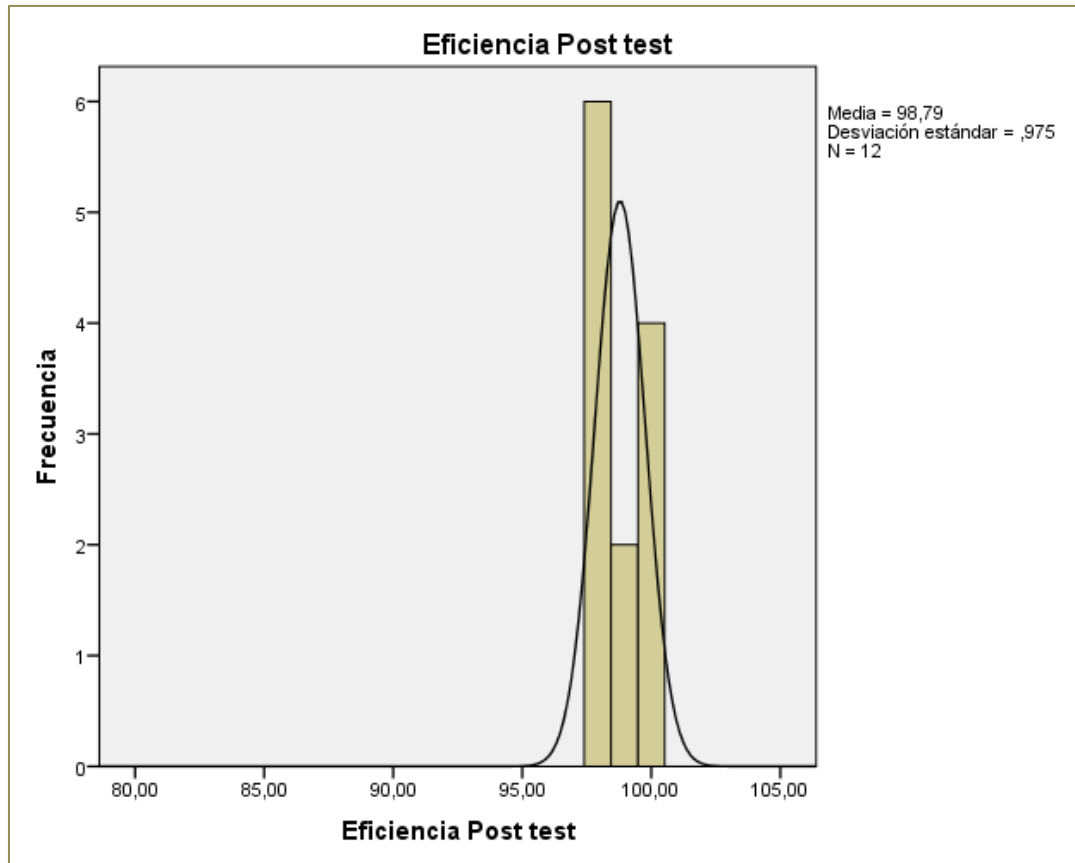


Figura. 83: Histograma eficiencia post test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar de la eficiencia pre test es 5.21408 como se observa en la figura 84, los datos se encuentran menos agrupados con respecto a la media, con la diferencia que los datos se encuentran en su mayoría por encima de la media esto debido a que hay una baja eficiencia en la máquina, es decir no llega a procesar la cantidad de aves según lo proyectado, disminuyendo su capacidad de trabajo.

En el post test alcanza un valor de 0.97493 tal como se observa en la figura 85, la máquina ha incrementado su eficiencia, con la aplicación del TPM debido a que los datos se encuentran menos dispersos y más agrupados con respecto a la media, debido a que con la aplicación del TPM ha incrementado de manera notable su capacidad de trabajo es decir, ha incrementado el número de aves con respecto al tiempo proyectado, esto se logró con las identificaciones de las piezas que necesitaban recambio, inspecciones realizadas durante el mantenimiento autónomo.

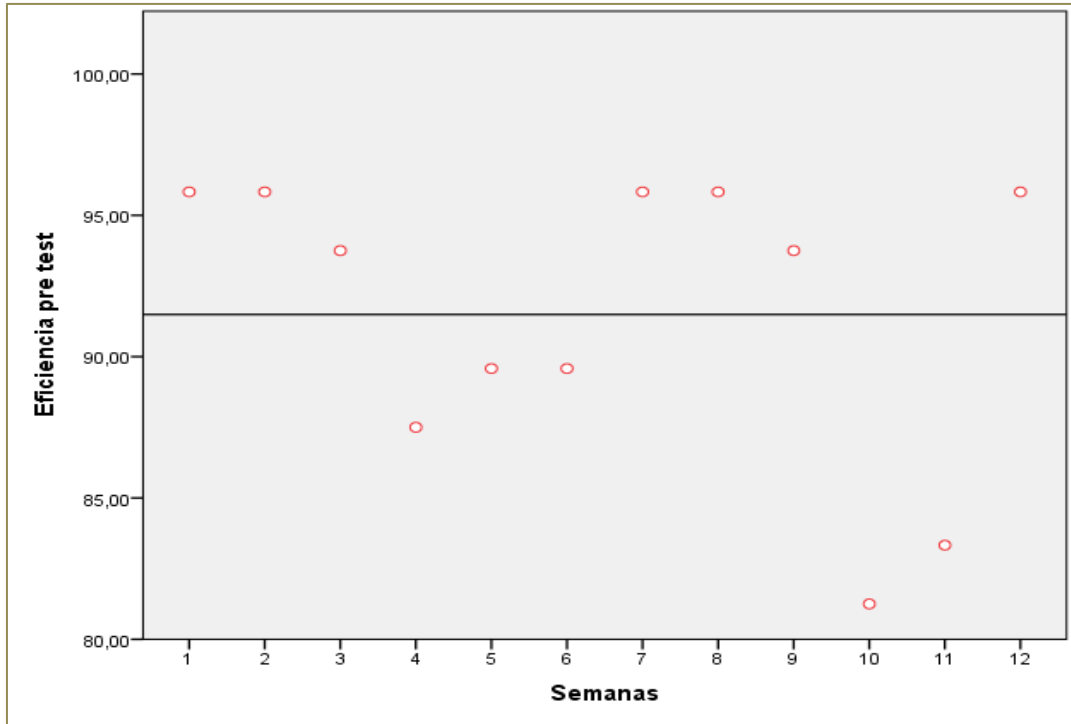


Figura. 84: Diagrama de dispersión eficiencia pre test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

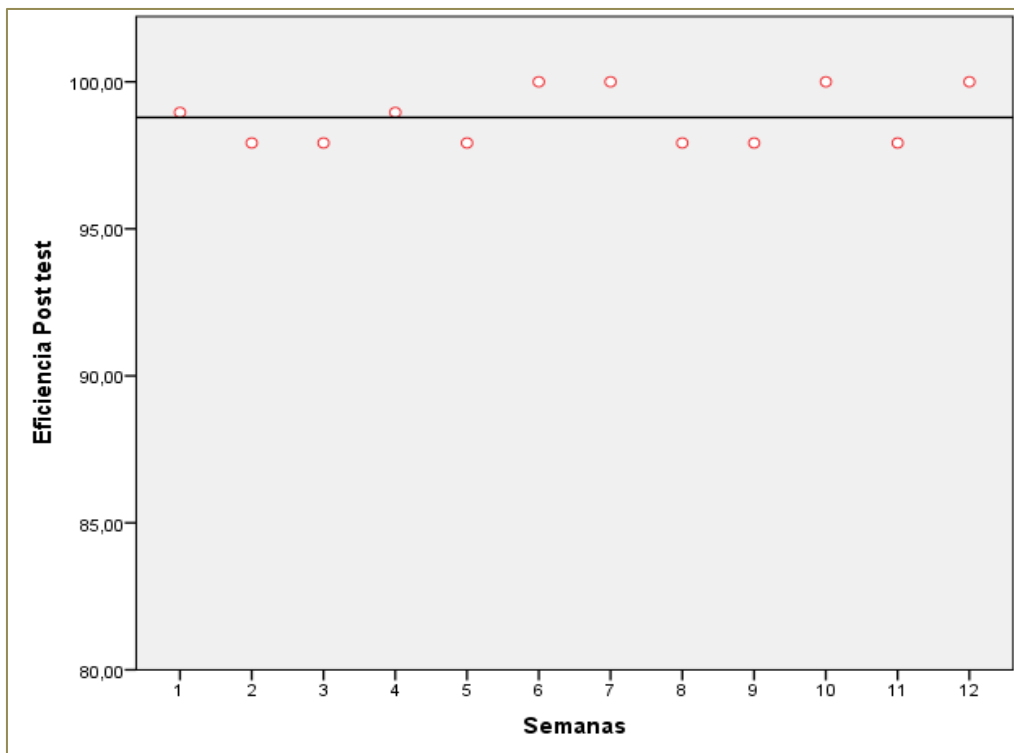


Figura. 85: Diagrama de dispersión eficiencia post test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis descriptivo de la dimensión calidad

La tabla 72 se observa los datos procesados sobre la dimensión “calidad” durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 72: Análisis descriptivo de la dimensión calidad

		Estadísticos	
		Calidad Pre test	Calidad Post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		90,3567	98,7600
Error estándar de la media		1,89710	,28835
Mediana		93,3300	98,4100
Moda		95,65	97,87
Desviación estándar		6,57176	,99887
Varianza		43,188	,998
Asimetría		-1,099	,373
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		,079	-1,940
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		18,73	2,13
Mínimo		76,92	97,87
Máximo		95,65	100,00

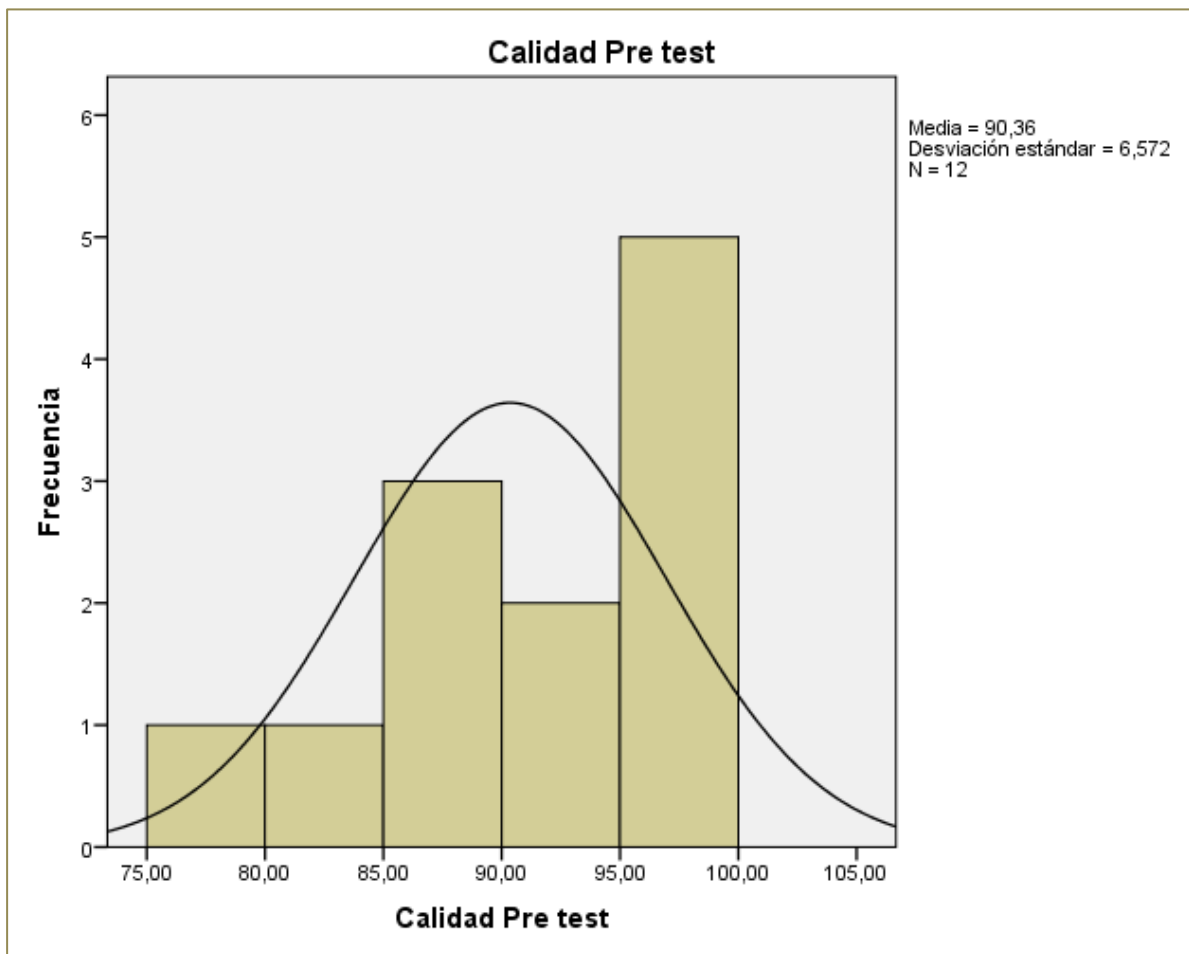
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Según los datos obtenidos en la tabla 72, se determina lo siguiente:

Media: En este caso la media de la dimensión calidad en el pre test es 90.3567 (figura 86) y en el post test alcanza un valor de 98.7600 (figura 87), por lo cual se observa que con la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) la máquina evisceradora Meyn ha incrementado su calidad, ya que se ha disminuido la cantidad defectuosa de aves con los ajustes y calibraciones ejecutados en los mantenimientos de la máquina.

Curtosis: El valor de la curtosis de la calidad en el pre test es 0.079 y en el post test es de -1.940, alcanzando a ser más ancha y cerca a la curva normal con los datos más agrupados a la media, gracias a la aplicación del TPM se refleja la mejora.

Asimetría: En este caso el valor de la asimetría en el pre test es de -1.099 por lo tal se encuentra a la derecha y en el post test es de 0.373 por lo cual los datos se han agrupado más a la izquierda debido a la aplicación del TPM.



*Figura. 86: Histograma calidad antes
Fuente: Elaboración propia en SPSS*

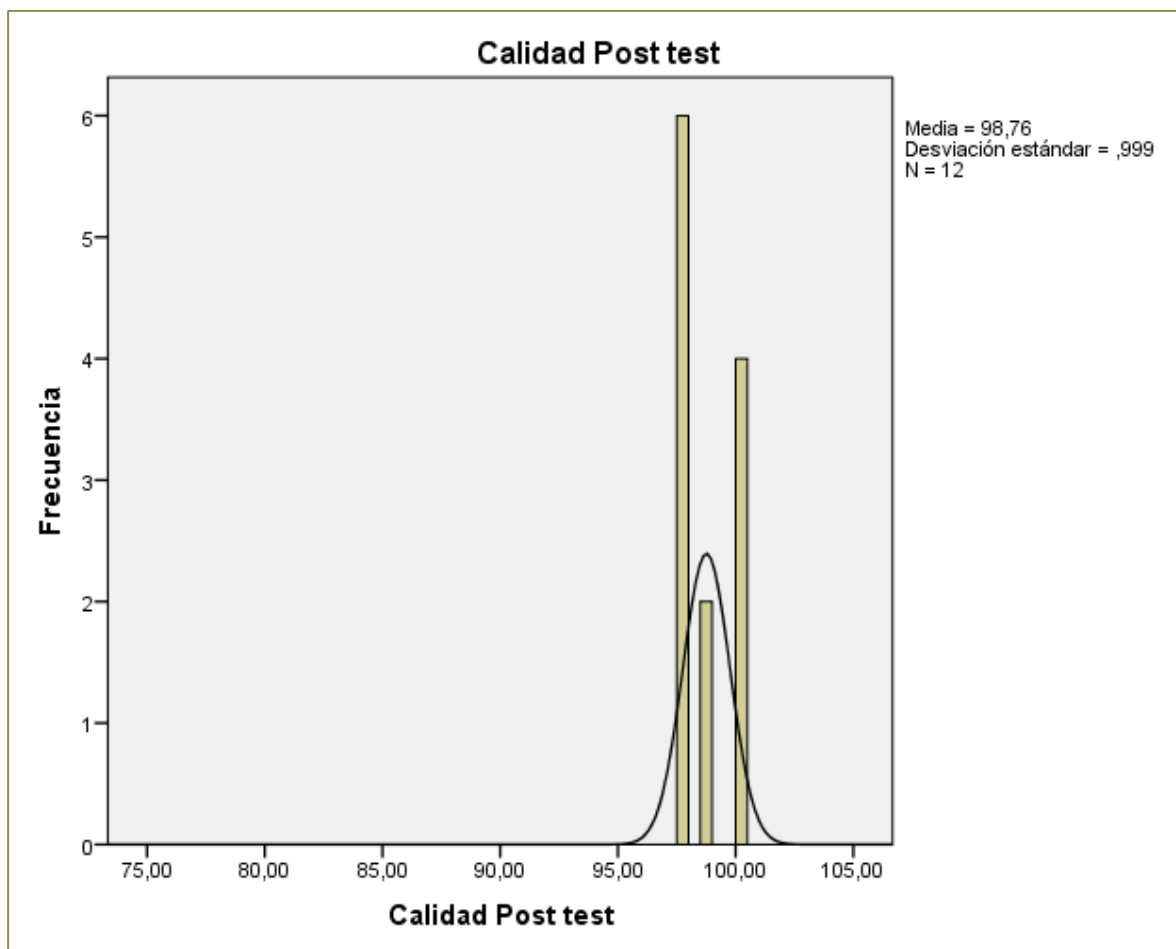


Figura.87: Histograma calidad después

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Desviación estándar: En este caso la desviación estándar de la calidad pre test es 6.57176 como se observa en la figura 88, los datos se encuentran menos agrupados y muy dispersos debido a que la máquina evisceradora al momento de procesar las aves muchas de ellas se procesaban de forma defectuosa por falta de mantenimiento de la máquina y por lo tal no realizaba un buen eviscerado del ave afectando su calidad de máquina.

En el post test alcanza un valor de 0.99887 tal como se observa en la figura 89, la máquina ha incrementado su calidad, con la aplicación del TPM debido a que los datos se encuentran menos dispersos y más agrupados indicando que ha mejorado el grado de calidad de la máquina ya que ha disminuido la cantidad defectuosa de aves con respecto a la cantidad que procesa esto se debió a la aplicación del TPM se logró mejorar esta indicador.

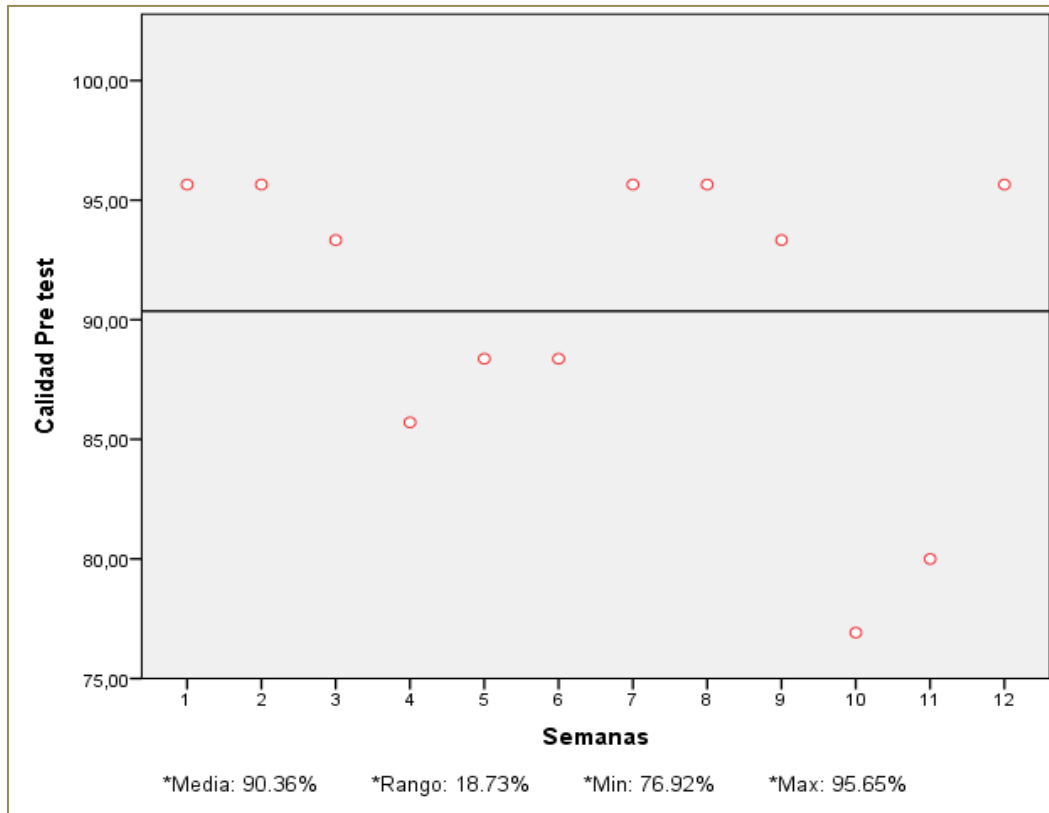


Figura. 88: Diagrama de dispersión Calidad pre test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

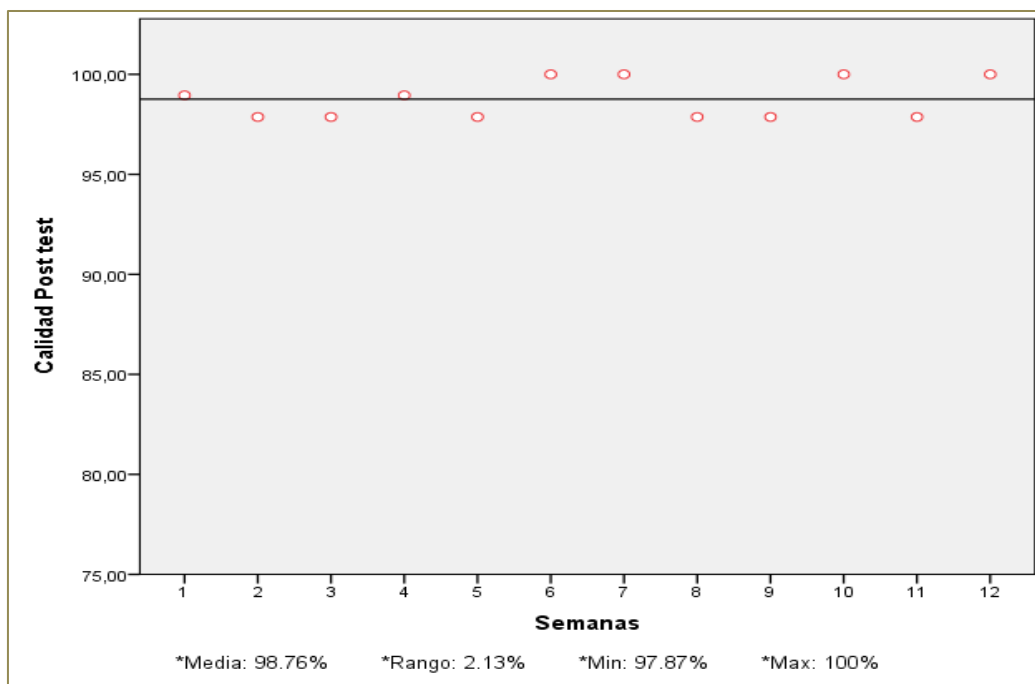


Figura. 89: Diagrama de dispersión Calidad post test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis descriptivo de Eficiencia Global de equipo

A continuación, se muestra el resumen de los datos procesados para la variable dependiente Eficiencia global de equipo.

En la tabla 73, se muestra los resultados sobre la variable independiente “Eficiencia global del equipo” durante el periodo de tiempo del estudio (12 semanas antes y 12 semanas después) de la aplicación del TPM a la máquina evisceradora Meyn.

Tabla 73: Análisis descriptivo de la variable dependiente eficiencia global de equipo (OEE)

		Estadísticos	
		OEE Pre test	OEE Post test
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		75,3767	96,4033
Error estándar de la media		3,22992	,83331
Mediana		76,5600	95,3700
Moda		70,92 ^a	93,84
Desviación estándar		11,18876	2,88667
Varianza		125,188	8,333
Asimetría		-,540	,387
Error estándar de asimetría		,637	,637
Curtosis		-,972	-1,926
Error estándar de curtosis		1,232	1,232
Rango		30,91	6,16
Mínimo		56,94	93,84
Máximo		87,85	100,00

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Según los datos obtenidos en la tabla 73, se determina lo siguiente:

En la figura 90 correspondiente al pre test, se observa que la media presenta un valor de 75.38%, debido a las fallas que presenta la máquina durante el proceso,

teniendo poca disponibilidad, ya que el tiempo operativo que tenía en el día estaba por debajo del tiempo planificado.

Así mismo su eficiencia se ha visto afectada ya que no procesa la cantidad de aves en el tiempo de ciclo establecido por el fabricante.

De igual forma su calidad de la máquina está por debajo del promedio ya que tiene un alto índice de cantidad defectuosa con respecto a la cantidad procesada. Por lo antes expuesto la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn se ve afectada debido a sus indicadores disponibilidad, eficiencia y calidad.

Se observa que los datos se mantienen por encima de la media ya que se encuentran agrupados hacia la derecha alcanzando una asimetría de -0.540 y su curtosis es -0.972.

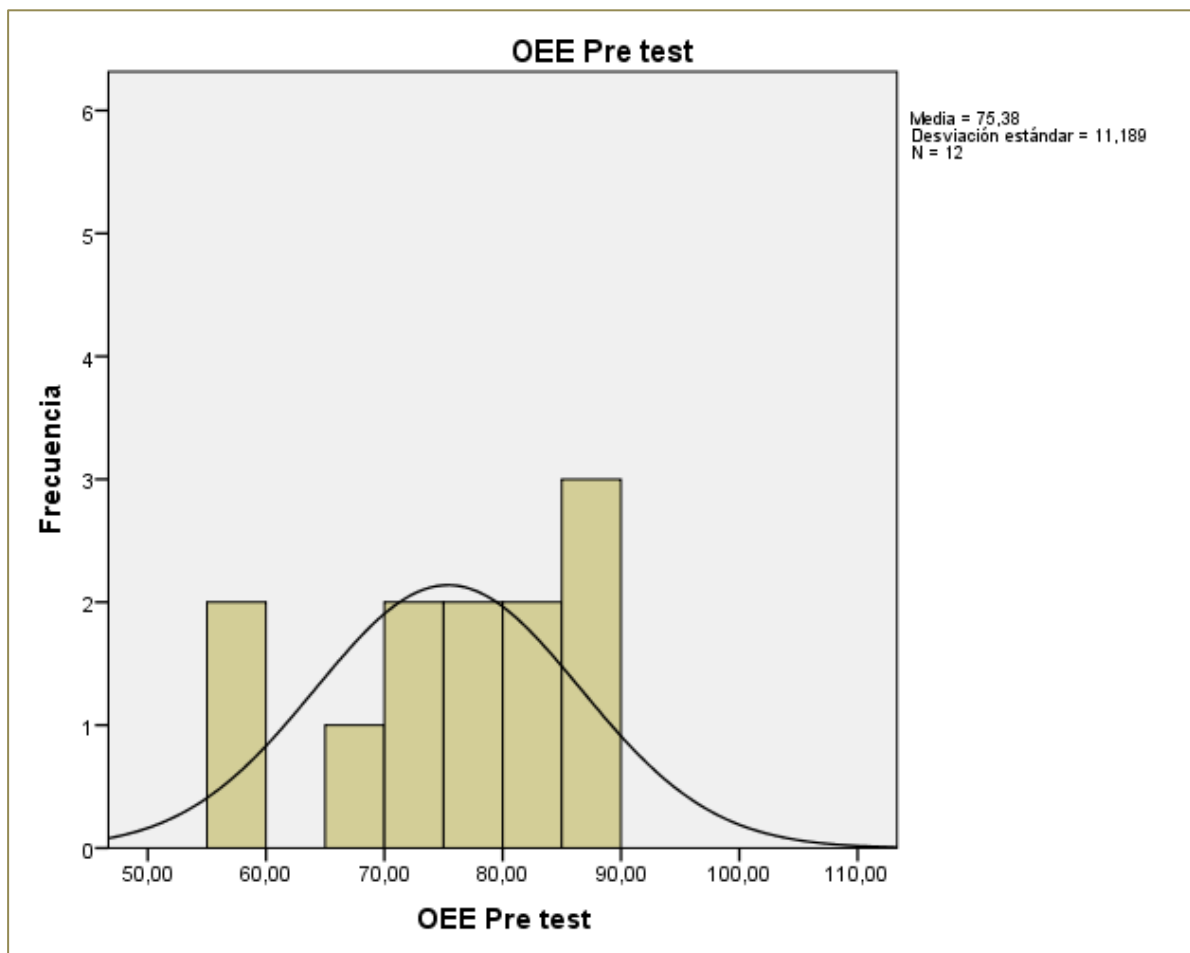


Figura. 90: Histograma OEE pre test

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la figura 91 post test, se observa que con la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) mejoró la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn ya que obtuvo en alcance en la media de 96.4%.

Esto se debe a que la máquina ha mejorado en cuanto a disponibilidad, eficiencia y calidad a diferencia del resultado que se tuvo en el pre test

La máquina tiene mayor disponibilidad por que ha reducido su tiempo inactivo, y por lo tal ha incrementado su tiempo de operatividad con respecto al tiempo planificado.

De igual forma incrementó su eficiencia ya que la cantidad de aves que procesa ha incrementado, así como el tiempo de ciclo de operatividad.

Finalmente, la calidad ha incrementado puesto que la cantidad defectuosa de aves ha disminuido en gran manera ofreciendo un producto de mejor calidad.

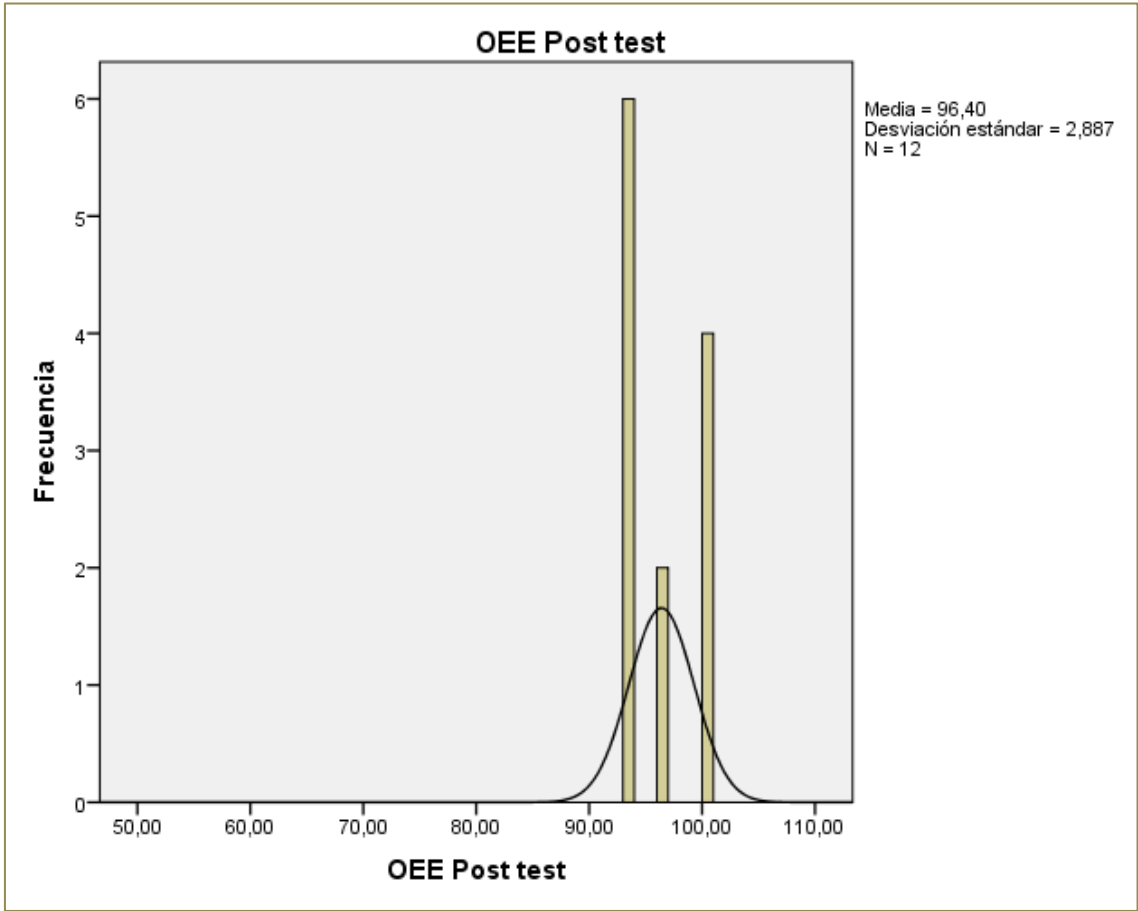


Figura. 91: Histograma OEE post test

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Se observa en la gráfica 92 perteneciente al diagrama de dispersión pre test se observa que existe una gran dispersión en los datos y están en gran forma menos agrupados con respecto a la media, debido a que la eficiencia global de la máquina no se mantiene, y no llega al nivel óptimo de trabajo que es el 90% de su capacidad, como consecuencia a que tiene fallas que afectan su grado de disponibilidad, eficiencia y calidad.

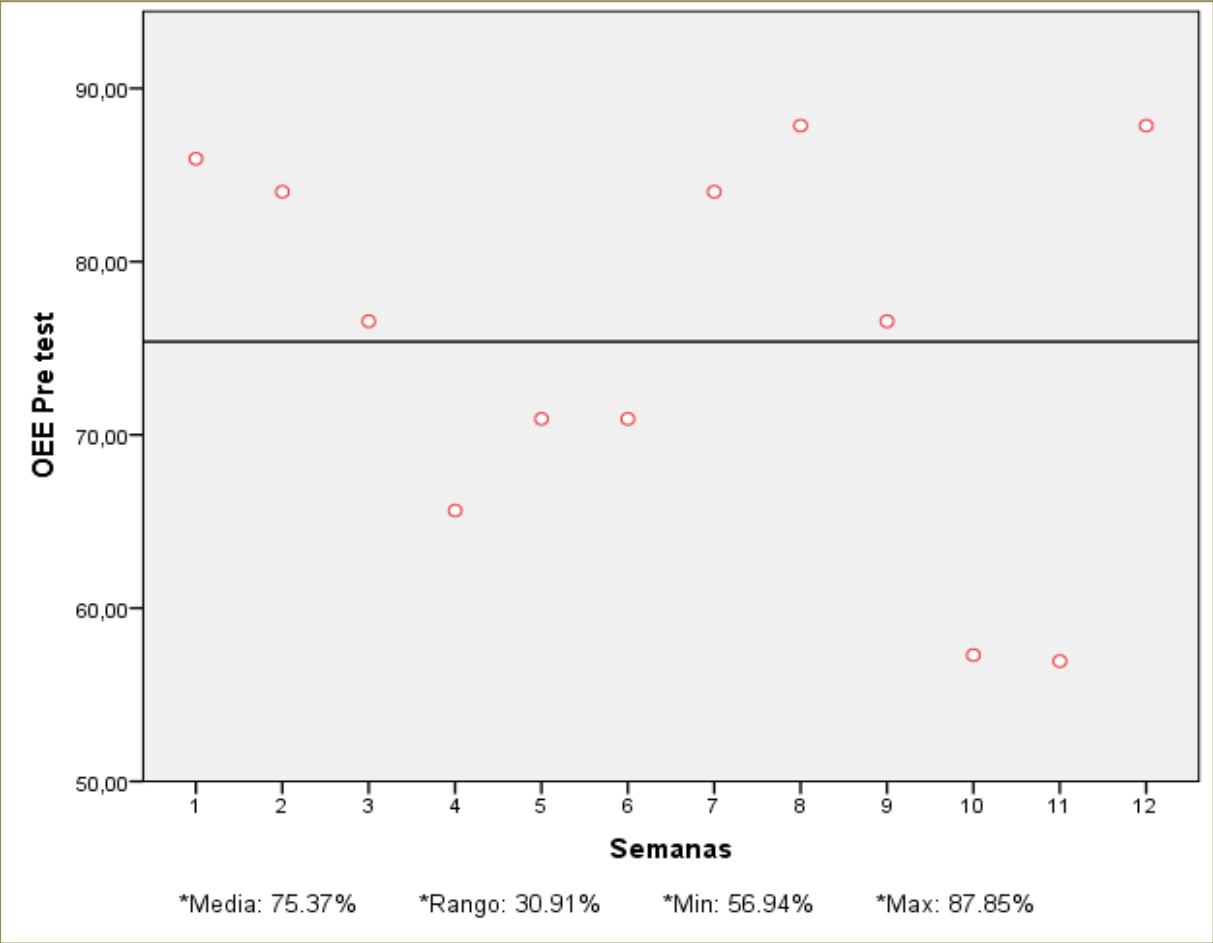


Figura. 92: Diagrama de dispersión OEE pre test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la gráfica 93 perteneciente al diagrama de dispersión post test se observa que existe menor dispersión de datos y están más agrupados con respecto a la media, ya que con la aplicación de la máquina ha mejorado su eficiencia global manteniéndose en un 96.40% mejorando tanto la disponibilidad, eficiencia y calidad de la máquina, es decir se ha cumplido con el objetivo de que la máquina opere por encima de su capacidad nominal que es de 90%.

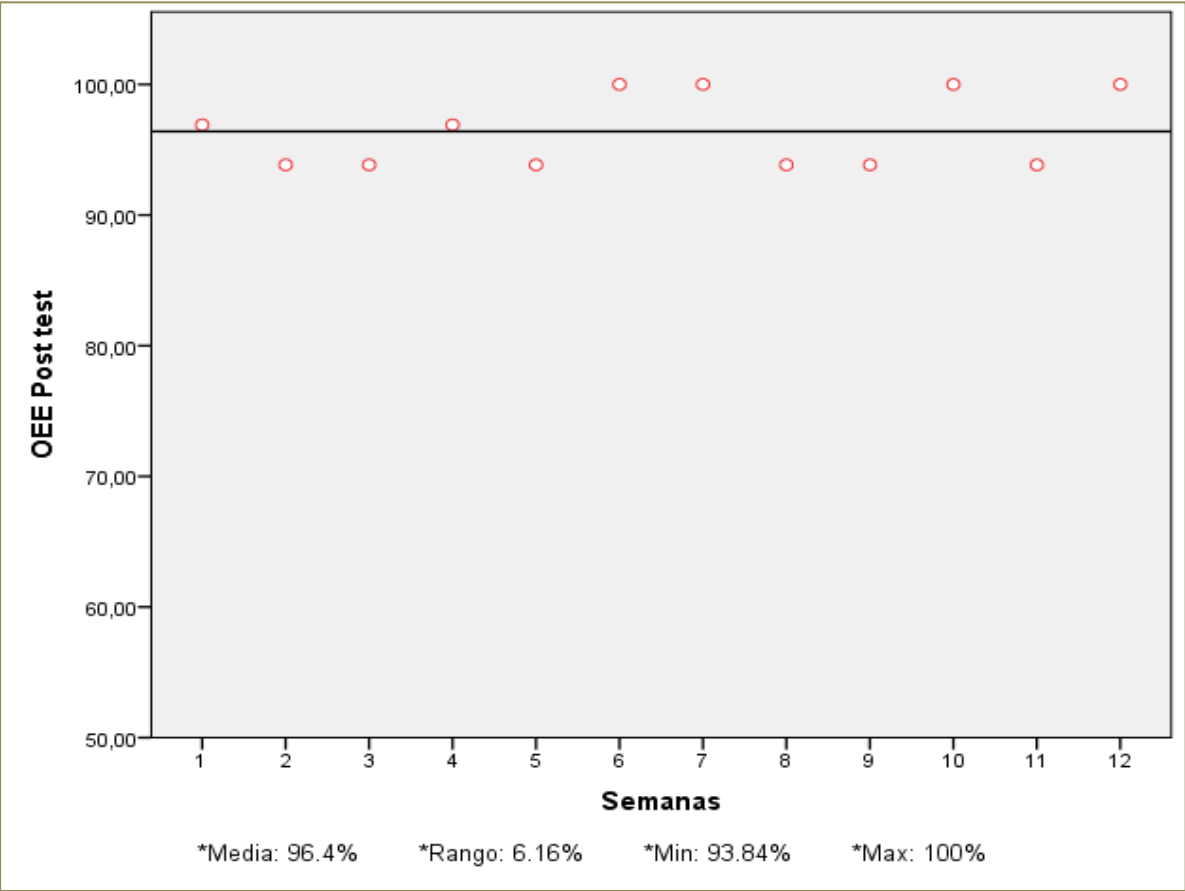


Figura. 93: Histograma OEE post test
Fuente: Elaboración propia en SPSS

Análisis inferencial

El análisis inferencial permite validar las hipótesis hipótesis general y específica planteadas donde:

- H_0 : hipótesis nula
- H_1 : hipótesis de trabajo

Se debe trabajar con la hipótesis de trabajo (H_1), la prueba de hipótesis alterna (H_a) como su nombre lo dice “alterna” se debe emplear en caso se niegue la hipótesis de trabajo y se debe emplear una solución alterna al problema.

La única forma matemática y científica para conocer si la distribución de las frecuencias de un conjunto de datos es paramétrica (tiene la forma de la curva normal o de la campana de Gauss) o no paramétrica (tiene una forma diferente a la curva normal o campana de Gauss, puede adoptar cualquier otra forma como la exponencial, logarítmica, cuadrática, parabólica, etc.) es con las pruebas de normalidad de Shapiro Wilk o de Kolmogorov Smirnov.

Lo primero es determinar el estadígrafo a usar de acuerdo al tamaño de la muestra. Los criterios de decisión a considerar son:

- $N \leq 30$, se usa el estadígrafo de Shapiro Wilk
- $N > 30$, se usa el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov
- Donde N es la muestra.

Análisis inferencial de la hipótesis general

Para contrastar la hipótesis general, se determina el estadígrafo a utilizar. Debido a que se tiene 12 datos tenemos que la muestra es menor a 30, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk. Debido a que nuestro diseño de investigación es preexperimental se debe analizar la diferencia de los datos antes y de los datos después en pares relacionados. Si fuese en caso de un diseño cuasi experimental se analiza por separado los datos antes y después (no se debe calcular la diferencia).

La regla de decisión es la siguiente:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p\text{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 74: Prueba de normalidad del OEE con Shapiro wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia OEE	,210	12	,149	,935	12	,431

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 74, se observa que el p_{valor} de la diferencia del OEE pre y post con Shapiro-Wilk es 0.431, siendo los datos paramétricos. Por lo tanto, según (Guillen, 2016, p.17) se debe usar la prueba de T-student de pares relacionados para la contrastación de hipótesis donde se comparan medias.

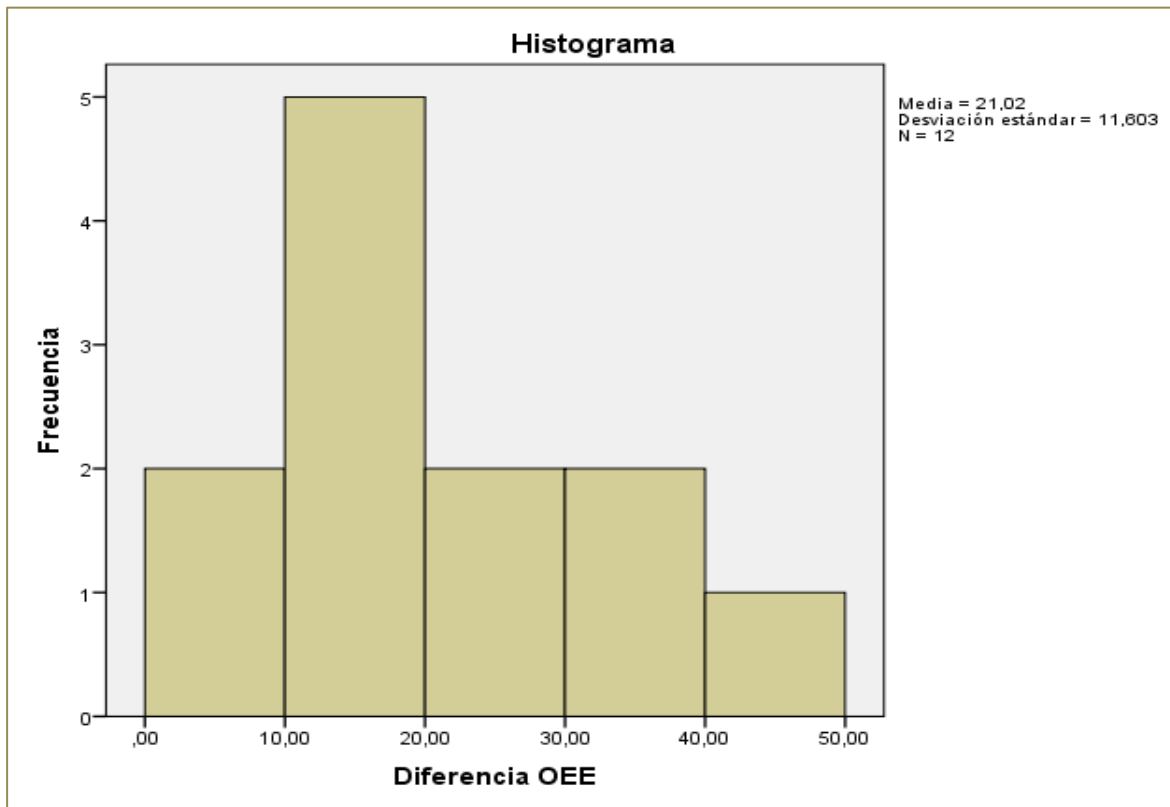


Figura. 94: Histograma diferencia OEE

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Contrastación de la hipótesis general

- **Ho:** Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) no mejora la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

- **H1:** Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia global de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H₀: No existe diferencia en el OEE después de aplicar el TPM ($OEE_a \geq OEE_d$)

H₁: Existe diferencia en el OEE después de aplicar el TPM ($OEE_a < OEE_d$)

Donde:

OEE_a: OEE antes

OEE_d: OEE después

Según (Guillen,2016, p.19):

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula, si $\sigma < 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 245: T-student pares relacionados para el OEE antes y después

		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	OEE antes - OEE después	-21,02667	11,60403	3,34980	-28,39952	-13,65382	-6,277	11	,000

0,000060

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la estadística inferencial, en las pruebas de hipótesis se debe demostrar la proposición de la hipótesis nula (H₀). En la tabla 62, se muestra la significancia o p valor el cual es 0.000060 y como es menor a 0.025 por tanto ya que la prueba T-student de parejas relacionadas es de dos colas, se debe dividir el error estándar de 5% entre 2, es decir se debe comparar en base a 2.5% o 0.025 por lo

que no se cumple $H_0: OEE_a \geq OEE_d$, y se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis de trabajo, esto es que existe diferencia en el OEE después de aplicar el TPM, o también se podría expresar de que existe una probabilidad de 0.0060% de rechazar los datos de mejora del OEE siendo los datos de mejora verdaderos; la aplicación del TPM incrementa el OEE de la máquina evisceradora Meyn de una empresa avícola, Chancay 2020.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 1

Para contrastar la hipótesis específica1, se determina el estadígrafo a utilizar. Debido a que se tiene 12 datos tenemos que la muestra es menor a 30, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk. Debido a que nuestro diseño de investigación es preexperimental se debe analizar la diferencia de los datos antes y de los datos después en pares relacionados. Si fuese en caso de un diseño cuasi experimental se analiza por separado los datos antes y después (no se debe calcular la diferencia).

La regla de decisión es la siguiente:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 76: Prueba de normalidad de la disponibilidad con Shapiro wilk

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Disponibilidad	,179	12	,200*	,915	12	,244

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 76, se observa que el p_{valor} de la diferencia de la disponibilidad pre y post con Shapiro-Wilk es 0.244, siendo los datos paramétricos. Por lo tanto, según (Guillen, 2016, p.17) se debe usar la prueba de T-student de pares relacionados para la contrastación de hipótesis donde se comparan medias.

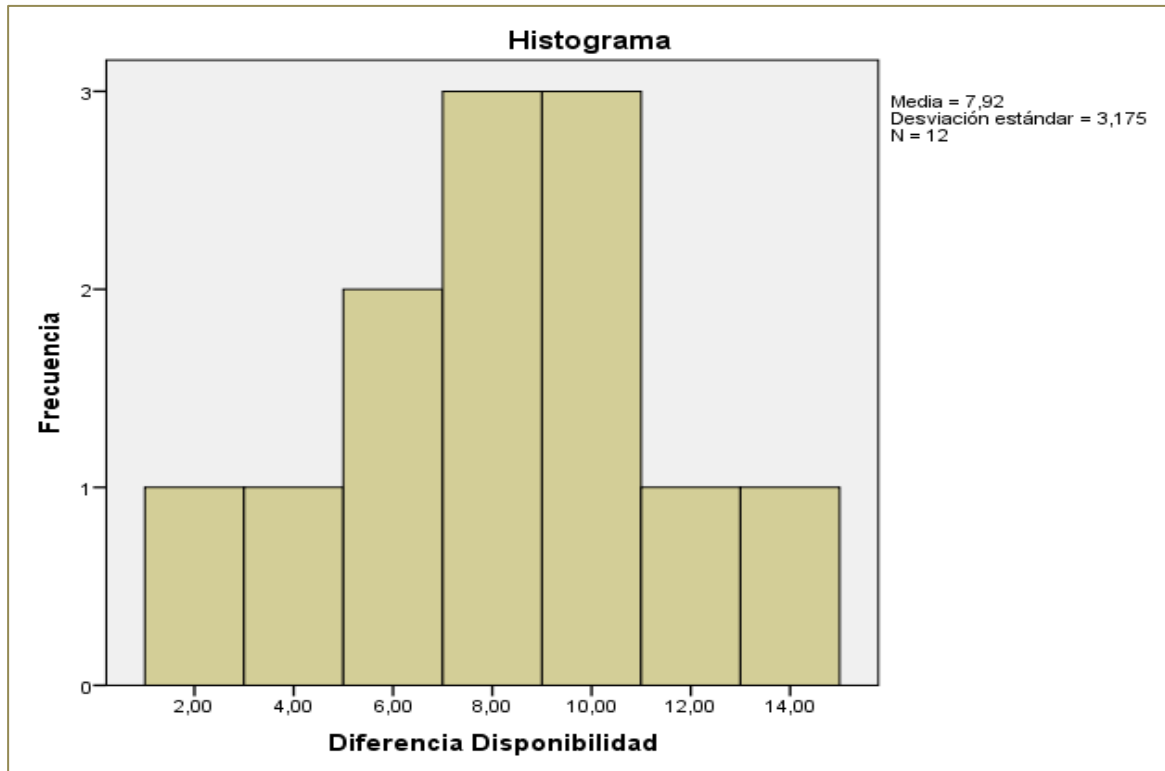


Figura. 95: Histograma diferencia disponibilidad

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Contrastación de la hipótesis específica1

- **Ho:** Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) no mejora la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

- **H1:** Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H_0 : No existe diferencia en la disponibilidad después de aplicar el TPM (Disponibilidad_a \geq Disponibilidad_d).

H_1 : Existe diferencia en la disponibilidad después de aplicar el TPM (Disponibilidad_a \geq Disponibilidad_d) Donde:

Disponibilidad_a: Disponibilidad antes

Disponibilidad_d: Disponibilidad después

Según (Guillen,2016, p.19):

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula, si $\sigma < 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 77: T-student pares relacionados para la disponibilidad antes y después

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad pre test - Disponibilidad post test	-8,24667	3,02586	,87349	-10,16921	-6,32413	-9,441	11	,000

0,000001

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la estadística inferencial, en las pruebas de hipótesis se debe demostrar la proposición de la hipótesis nula (H_0). En la tabla 64, se muestra la significancia o p valor el cual es 0.000001 y como es menor a 0.025 por tanto ya que la prueba T-student de parejas relacionadas es de dos colas, se debe dividir el error estándar de 5% entre 2, es decir se debe comparar en base a 2.5% o 0.025 por lo que no se cumple H_0 : Disponibilidad_a \geq Disponibilidad_d, y se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis de trabajo, esto es que existe diferencia en la disponibilidad después de aplicar el TPM, o también se podría expresar de que existe una probabilidad de 0.0001% de rechazar los datos de mejora de la disponibilidad siendo los datos de mejora verdaderos; la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de la máquina evisceradora Meyn de una empresa avícola, Chancay 2020.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 2

Para contrastar la hipótesis específica 2, se determina el estadígrafo a utilizar. Debido a que se tiene 12 datos tenemos que la muestra es menor a 30, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk. Debido a que nuestro diseño de investigación

es preexperimental se debe analizar la diferencia de los datos antes y de los datos después en pares relacionados. Si fuese en caso de un diseño cuasi experimental se analiza por separado los datos antes y después (no se debe calcular la diferencia).

La regla de decisión es la siguiente:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 78: Prueba de normalidad de la eficiencia con Shapiro wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Eficiencia	,301	12	,004	,853	12	,041

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 78, se observa que el p_{valor} de la diferencia de la eficiencia pre y post con Shapiro-Wilk es 0.041, siendo los datos no paramétricos. Por lo tanto según (Guillen, 2016, p.17) se debe usar la prueba de Wilcoxon de pares relacionados para la contrastación de hipótesis donde se comparan medias.

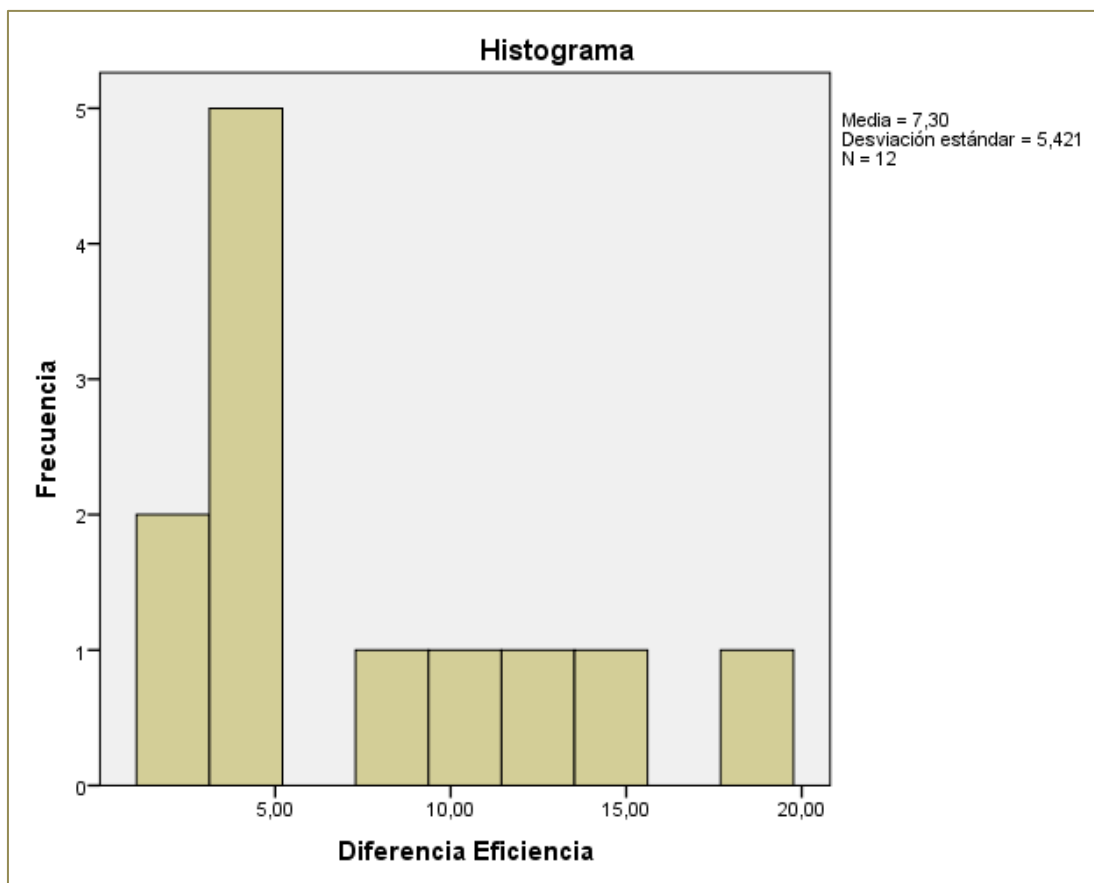


Figura. 96: Histograma diferencia eficiencia

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Contrastación de la hipótesis específica 2

- **H₀**: Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

- **H₁**: Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H₀: No existe diferencia en la eficiencia después de aplicar el TPM ($Eficiencia_a \geq Eficiencia_d$).

H₁: Existe diferencia en la eficiencia después de aplicar el TPM ($Eficiencia_a < Eficiencia_d$) Donde:

Eficiencia_a: Eficiencia antes.

Eficiencia_d: Eficiencia después.

Según (Guillen,2016, p.19):

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula, si $\sigma < 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 79: Prueba de Wilcoxon pares relacionados antes y después

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficiencia Post test - Eficiencia pre test
Z	-3,072 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,002

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la estadística inferencial, en las pruebas de hipótesis se debe demostrar la proposición de la hipótesis nula (H_0). En la tabla 66, se muestra la significancia o p valor el cual es 0.002 y como es menor a 0.025 por tanto ya que la prueba de Wilcoxon de parejas relacionadas es de dos colas, se debe dividir el error estándar de 5% entre 2, es decir se debe comparar en base a 2.5% o 0.025 por lo que no se cumple $H_0: Eficiencia_a \geq Eficiencia_d$, y se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis de trabajo, esto es que existe diferencia en la eficiencia después de aplicar el TPM, o también se podría expresar de que existe una probabilidad de 0.2% de rechazar los datos de mejora de la eficiencia siendo los datos de mejora verdaderos; la aplicación del TPM incrementa la eficiencia de la máquina evisceradora Meyn de una empresa avícola, Chancay 2020.

Análisis inferencial de la hipótesis específica 3

Para contrastar la hipótesis general, se determina el estadígrafo a utilizar. Debido a que se tiene 12 datos tenemos que la muestra es menor a 30, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk. Debido a que nuestro diseño de investigación es preexperimental se debe analizar la diferencia de los datos antes y de los datos

después en pares relacionados. Si fuese en caso de un diseño cuasi experimental se analiza por separado los datos antes y después (no se debe calcular la diferencia).

La regla de decisión es la siguiente:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 80: Prueba de normalidad de la calidad con Shapiro wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Calidad	,299	12	,004	,839	12	,027

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la tabla 80, se observa que el p_{valor} de la diferencia de la calidad pre y post con Shapiro-Wilk es 0.027, siendo los datos no paramétricos. Por lo tanto según (Guillen, 2016, p.17) se debe usar la prueba de Wilcoxon de pares relacionados para la contrastación de hipótesis donde se comparan medianas.

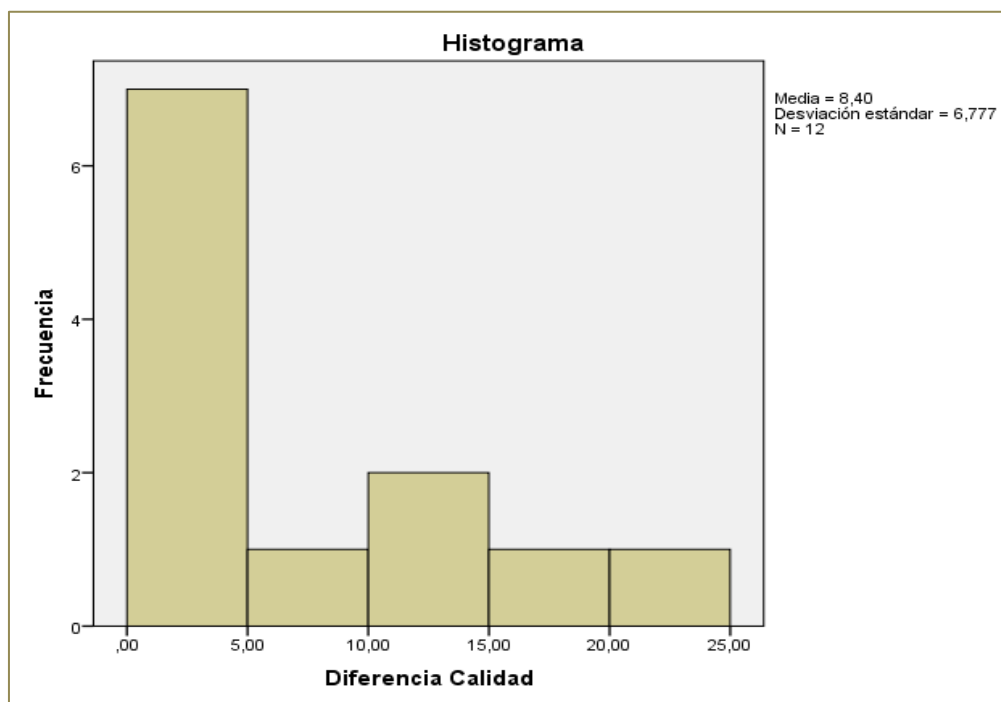


Figura. 97: Histograma diferencia calidad

Fuente: Elaboración propia en SPSS

Contrastación de la hipótesis específica 3

- **H₀**: Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) no mejora la calidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

- **H₁**: Demostrar que el mantenimiento productivo total (TPM) mejora la calidad de la máquina evisceradora Meyn en una empresa avícola, Chancay 2020.

Tenemos como regla de decisión:

H₀: No existe diferencia en la calidad después de aplicar el TPM (Calidad_a ≥ Calidad_d).

H₁: Existe diferencia en la calidad después de aplicar el TPM (Calidad_a < Calidad_d)

Donde:

Calidad_a: Disponibilidad antes.

Calidad_d: Disponibilidad después.

Según (Guillen,2016, p.19):

Si $\sigma > 0,05$ se acepta la Hipótesis nula, si $\sigma < 0,05$ se acepta Hipótesis de trabajo.

Tabla 81: Prueba de Wilcoxon de pares relacionados antes y después

Estadísticos de prueba ^a	
	Calidad Post test - Calidad Pre test
Z	-3,063 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,002

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia en SPSS

En la estadística inferencial, en las pruebas de hipótesis se debe demostrar la proposición de la hipótesis nula (H₀). En la tabla 68, se muestra la significancia o p valor el cual es 0.002 y como es menor a 0.025 por tanto ya que la de Wilcoxon

de parejas relacionadas es de dos colas, se debe dividir el error estándar de 5% entre 2, es decir se debe comparar en base a 2.5% o 0.025 por lo que no se cumple $H_0: \text{Calidad}_a \geq \text{Calidad}_d$, y se rechaza la hipótesis nula aceptándose la hipótesis de trabajo, esto es que existe diferencia en la calidad después de aplicar el TPM, o también se podría expresar de que existe una probabilidad de 0.2% de rechazar los datos de mejora de la calidad siendo los datos de mejora verdaderos; la aplicación del TPM incrementa la calidad de la máquina evisceradora Meyn de una empresa avícola, Chancay 2020.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a la hipótesis general, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba T-student de pares relacionados fue de 0.000060 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento del OEE se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media del OEE antes era de 75.37% y después de 96.40% siendo la aplicación del TPM lo que ha permitido mejorar el OEE en 21.03%. Esto se comprueba en el artículo científico de Djatna & Alitub (2015), donde antes de la aplicación del TPM tenía un valor en su media de 50% y después de la aplicación alcanzó una media de 87.5, generando un incremento de 37.5% en lo que respecta a nuestro indicador OEE.

Con respecto a la hipótesis específica 1, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba T-student de pares relacionados fue de 0.000001 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento de la disponibilidad se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la disponibilidad pre test era de 90.63% y en el post fue de 98.87%, la disponibilidad mejoró en 8.24%. Esto se comprueba en el artículo científico de Guariente et.al (2017), donde la disponibilidad antes de la aplicación del TPM tenía un valor en su media de 75% y después de la aplicación obtuvo una media de 85% generando un incremento de 10%.

Con respecto a la hipótesis específica 2, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon de pares relacionados fue de 0.002 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento de la eficiencia se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la eficiencia pre test era de 91,49% y en el post fue de 98.78%, la eficiencia mejoró en 8.16%. Esto se comprueba en la tesis de Reyes (2019), donde luego de la aplicación del TPM se logra un incremento en la eficiencia de los equipos en un 12,17%, en un promedio de tiempo de 3 meses.

Con respecto a la hipótesis específica 3, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon de pares relacionados fue de 0.002 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025 , es decir el incremento de la calidad del equipo se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la calidad pre test era de $90,35\%$ y en el post fue de $98,76\%$, la calidad mejoró en 8.41% . Esto se comprueba en el artículo científico de Okpala, Anozie & Mgbemena (2020), donde la calidad antes de la aplicación del TPM tenía un valor en su media de 96.38% y después de la aplicación alcanzó una media de 99.35% generando un incremento de 2.97% .

VI. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba T-student de pares relacionados fue de 0.000060 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento del OEE se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media del OEE antes era de 75.37% y después de 96.40% siendo la aplicación del TPM lo que ha permitido mejorar el OEE en 21.03%.

Con respecto al objetivo específico 1, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba T-student de pares relacionados fue de 0.000001 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento de la disponibilidad se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la disponibilidad pre test era de 90.63% y en el post fue de 98.87%, la disponibilidad mejoró en 8.24%.

Con respecto a la hipótesis específica 2, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon de pares relacionados fue de 0.002 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento de la eficiencia se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la eficiencia pre test era de 91,49% y en el post fue de 98.78%, la eficiencia mejoró en 8.16%.

Con respecto a la hipótesis específica 3, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se afirmó la hipótesis de trabajo (H_1) ya que la significancia en la prueba de Wilcoxon de pares relacionados fue de es 0.002 y como es de 2 colas, por lo cual es menor a 0.025, es decir el incremento de la calidad del equipo se debe a la aplicación del TPM. Se obtuvo que la media de la calidad pre test era de 90,35% y en el post fue de 98,76%, la calidad mejoró en 8.41%.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que sugerimos son en relación a los resultados de la investigación como sigue:

Con respecto a la mejora del OEE se sugiere seguir con la aplicación de la metodología TPM en la empresa avícola ya que ha incrementado la eficiencia global en la máquina evisceradora Meyn, sería idóneo orientar la aplicación a la Máquina embolsadora SEMIL para mejorar su eficiencia en el proceso debido a que presenta problemas de similar magnitud. De igual forma orientar esta investigación en la medida de implementar el software “SoftExpert Desempeño” para medir, monitorear y gestionar los indicadores de desempeño alcanzados por la máquina.

Con respecto a la mejora de la disponibilidad de la máquina, se sugiere continuar con la aplicación del TPM y orientar la investigación en la medida de poder implementar el software CNMS (sistema de gestión de mantenimiento computarizado), con el fin de registrar la data sobre el tipo de fallas, el tiempo de operación, priorizando las actividades así como los repuestos, generando las ordenes de trabajo de forma automática garantizando un mayor control y por ende su disponibilidad.

Con respecto a la mejora de la eficiencia de la máquina, se sugiere continuar con la aplicación del TPM, realizar una adecuada gestión logística específicamente sobre la exactitud de stock de repuestos, implementar en la medida el método ABC para clasificarlos según su grado de importancia (muy, medianamente o poco importante) a fin de conocer cuáles son aquellos que tienen mayor grado de influencia en la máquina, para calcular así los tiempos de suministro por ser de importación y evitar el montaje de repuestos alternativos que ocasionarían la baja eficiencia de la máquina.

Con respecto a la mejora de la calidad de la máquina, se sugiere continuar con la aplicación del TPM, seguir haciendo énfasis en la metodología “5S” para mantener la máquina en óptimas condiciones, poder en la medida implementar herramientas como el BPM (Buenas prácticas de manufactura) a fin de evitar contaminar las unidades móviles con el producto “contaminación cruzada”, debido al desgaste producido por la fricción de sus partes y reducir así la cantidad de aves rechazadas por el área de calidad.

REFERENCIAS

- ADOLPH, S., KUBLER, P., METTERNICH, J., ABELE, E., 2016. Overall Commissioning Effectiveness: Systematic Identification of Value-added Shares in Material Supply. ScienceDirect, 06p.
- ALVINO Ruiz, Omar (2017). “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos seydel en el área tops de la Empresa Sudamericana de Fibras S.A., Callao, 2017”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 198 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 15 de Mayo de 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21192>
- BACA Urbina Gabriel (2013). Evaluación de proyectos. Séptima Edición. México: Mc Graw Hill, 387 pp. ISBN: 2-9802687-0-4
- BAENA, G. (2019). Metodología de la investigación. (3ra ed.). Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>
- BALDÁRRAGO Jorge Luis Aníbal (2018). Curso de Metodología de la Investigación. Área de Investigación. Lima: Universidad César Vallejo.
- BERNAL Torres Cesar Augusto (2010). Metodología de la investigación 3a ed. Colombia: Pearson Educación, 2010.320pp. ISBN: 978-958-699-128-5
- CABRERA, Edgard (2015). La gestión de operaciones y de la producción. Québec: OPM Systems Inc, 480 pp. ISBN: 2-9802687-0-4.
- CHLEBUS E., HELMAN J., OLEJARCZYK M. & ROSIENKIEWICZ M. (2015). A new approach on implementing TPM in a mine – A case study. ScienceDirect, 12p.
- CONDORI Pampas Harry Hilton (2017). “Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar el índice de Eficiencia global de máquinas CNC del Área de producción de la Empresa Mimco S.A.C. Callao 2017”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 180 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23158/CondoriPHH.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DJATNA Taufik, ALITU Imam Muharram (2015). An application of association rule mining in total productive maintenance strategy: an analysis and modelling in wooden door manufacturing industry. ScienceDirect, 24p.
- DOUNCE Villanueva Enrique (2014). La productividad en el mantenimiento industrial. México: Grupo Editorial Patria, 289 pp. ISBN: 978-607-438-924-1
- GARZA-REYES José Arturo. The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. ScienceDirect, 11p.
- GUARIENTE P., ANTONIOLLI I., FERREIRA L. Pinto, PEREIRA T., SILVA F.J.G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. ScienceDirect, 7p.
- GUILLÉN Valle, Óscar Rafael (2016). Guía de SPSS 22 para elaboración de trabajos de investigación científica. Málaga: Universidad de los Pueblos de Europa, 182 pp.
- HERNÁNDEZ Sampieri Roberto, FERNÁNDEZ Collado Carlos, BAPTISTA Lucio Pilar (2010). Metodología de la Investigación. 5a ed. México D.F: Mcgraw Hill/Interameciana Editores. S.A. de C.V, 607 pp. ISBN: 9786071502919.
- HERNÁNDEZ Sampieri Roberto, MÉNDEZ Valencia Sergio, MENDOZA Torres Christian Paulina, CUEVAS Romo Ana (2017). Fundamentos de Investigación. México D.F: Mcgraw Hill Education, 268 pp.
- KIGSIRISIN Soraphon et.al (2016). Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water. ScienceDirect, 8p.
- KOSICKA Ewelina et.al (2019). Application-based support of machine maintenance. ScienceDirect, 5p.
- LA JARA Nores Juan Carlos (2018). “Aplicación del TPM para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 115 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38458>

- MAGUIÑA Ramírez David Gabriel (2017). “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 179 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22461>
- MEZA Salgado Luis (2017). “Aplicación de tres pilares del mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia global de los equipos en la Planta Merrill Crowe de la Empresa Minera Barrick Misquichilca Unidad Pierina HUARAZ-2017”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 131 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 15 de Mayo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28364?locale-attribute=en>
- MILLONES Gómez Pablo (2020). Curso de Metodología de la Investigación. Área de Investigación. Lima: Universidad César Vallejo.
- MORA, Alberto. (2013). Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. 1ra ed. México: Ediciones Alfaomega Grupo Editor SA. 504 pp. ISBN 9789586827690
- MWANZA Bupe G. y Mbohwa Charles (2015). Design of a total productive maintenance model for effective implementation: Case study of a chemical manufacturing company. ScienceDirect, 20p.
- NEL Quezada, Lucio (2015). Metodología de la investigación. Lima: Editorial MACRO, 334 pp.
- OKPALA Charles Chikwendu, ANOZIE Stephen Chima, MGBEMENA Chika Edith (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. ScienceDirect, 20p.
- PASCAL Vrignat, TOUFIK Aggab, AVILA Manuel, FLORENT Duculty, FRÉDÉRIC Kratz (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. ScienceDirect, 11p.

- RAVISHANKAR, G., BURCZAK, C., Vore, R., (1992). Competitive manufacturing through total productive maintenance. In: Semi-conductor Manufacturing Science Symposium, ISMSS, IEEE/SEMI International.
- REYES Oliva Christian Gabriel (2019). “Aplicación del sistema TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 115 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43222>
- RIBEIRO I. M. et.al (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. ScienceDirect, 9p.
- SEITI Hamidreza. Extending a pessimistic–optimistic fuzzy information axiom based approach considering acceptable risk: Application in the selection of maintenance strategy. ScienceDirect, 15p.
- SEMINARIO Cerdán Luis Alberto (2017). “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima - Perú 2017”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 209 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23173>
- SINGH Ranteshwar, GOHIL Ashish M, SHAH Dhaval B, DESAI Sanjay (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. ScienceDirect, 8p.
- SOCCONINI Luis (2016). Certificación Lean Six sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios. 2a ed. México D.F: Alfaomega Grupo editos S.A, 354 pp. ISBN: 978-607-622-600-1.
- SURYAPRAKASH M. et.al (2019). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. ScienceDirect, 6p.
- TIPACTI Manuel (2018). Curso Investigación I. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Ambiental. Postgrado de Ingeniería Ambiental Mención en tratamiento de aguas contaminadas y rehúso de desechos. Lima – Perú.

- TOALA Robles, H. F. y Zambrano Montesdeoca, M.M. (2009). "Diseño de un sistema de gestión y control operacional para una empresa que se dedica a la comercialización de repuestos de vehículos y servicios de reparación cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Guayaquil" Tesis para obtener el grado de Ingeniero en auditoría y control de gestión especialidad en calidad de procesos. Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral. 35pp. [En línea]. [Fecha de consulta 12 de Julio de 2020]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/12213>
- TRIOLA, Mario F. (2013). Estadística. 11a ed. México: PEARSON, 891 pp. ISBN: 9780321694508.
- VALDERRAMA Mendoza Santiago (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L, 368 pp. ISBN: 978-612-302-878-7.
- YAURI Alayo Edwin Andrés (2018). "Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar los índices de la Eficiencia Global en el área de Mantenimiento de la empresa PANORAMA S.A.C. Lima, 2017". Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima: Universidad César Vallejo. 154 pp. [En línea]. [Fecha de consulta 21 de septiembre de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21770>
- YAVUZ Oğuzhan, DOĞAN Ersin, CARUS Ergün, GÖRGÜLÜ Ahmet (2019). Reliability Centered Maintenance Practices in Food Industry. ScienceDirect, 8p.

ANEXOS

ANEXO 1. triz de operacionalización

Tabla 82: Matriz de Operacionalización

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	El sistema del Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés), hace énfasis en la importancia que tiene involucrar al personal de producción y al de mantenimiento en labores de mantenimiento productivo; debido a que esta acción arroja buenos resultados, sobre todo en las industrias de punta (Dounce, 2014, p.2).	El TPM debe reducirse a 3 pilares principales: mejora del entorno de trabajo, mantenimiento autónomo y planificado y desarrollo de trabajo estándar Chlebus (2015, p.3).	MEJORA DEL ENTORNO DE TRABAJO	$EU = \frac{\text{Repuestos Ubicados Correctamente}}{\text{Total de Repuestos Solicitados}} \times 100\%$ EU : Exactitud de Ubicación de repuestos	Razón
			MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y PLANIFICADO	$ES = \frac{\text{Cantidad de Repuestos Reales}}{\text{Cantidad de Repuestos en el Sistema}} \times 100\%$ ES : Exactitud de Stock	Razón
			MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y PLANIFICADO	$MBT = \frac{\text{Mantenimiento por recorrido realizado}}{\text{Mantenimiento por recorrido programado}} \times 100\%$ MTB: Mantenimiento basado en tiempo	Razón
			TRABAJO ESTÁNDAR	$IAAV = \frac{AAV - AV \text{ no VALOR}}{\sum TA}$ IAAV = Índice de actividades que agregan valor AAV = Actividades que agregan valor TA = Total de actividades $TE = TN \times (1 + S)$ TE = Tiempo Estándar TN = Tiempo Normal S = Suplementos	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)	Okpala et. al (2018, p.2), explicaron que OEE es una forma efectiva de analizar el rendimiento del equipo. Señalaron que es una función de calidad, tasa de rendimiento y disponibilidad, que en realidad mide las pérdidas de equipo.	OEE se calcula en función de la disponibilidad del equipo, su eficiencia y calidad (Djana, 2015, p.3).	DISPONIBILIDAD	$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo planificado} - \text{Tiempo inactivo}}{\text{Tiempo planificado}}$	Razón
			EFICIENCIA	$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Cantidad procesada} \times \text{Tiempo ciclo}}{\text{Tiempo operativo}}$	Razón
			CALIDAD	$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Cantidad procesada} - \text{cantidad defectuosa}}{\text{Cantidad procesada}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Documentos de validación de instrumentos.

Validación de instrumentos a través del juicio de expertos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Jaime Enrique Molina Vilchez.. DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial


07 de Junio del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []


Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

05 de Junio del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Lino Rodríguez Alegre DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo Mag. Administración

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

06 de Junio del 2020



Firma del Experto Informante.