

Universidad de Lima
Escuela de Posgrado
Maestría en Dirección de Operaciones y Proyectos



APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE EFICIENCIA GENERAL DE EQUIPOS (OEE) Y ANÁLISIS ESTRUCTURADO DE FALLAS (5M'S) PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL S.A.C.

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Maestro en
Dirección de Operaciones y Proyectos

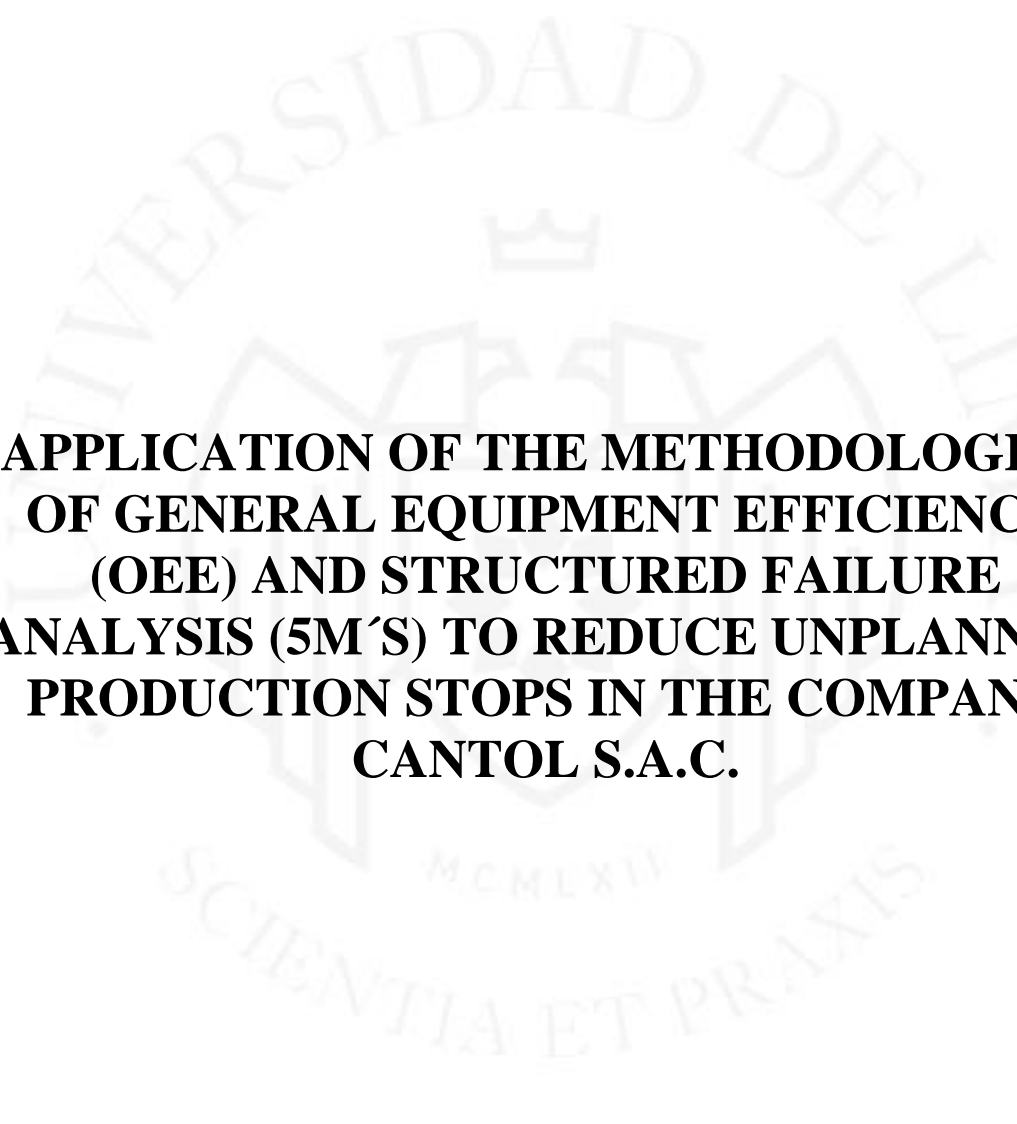
Ennis Ranulfo Montoya Alva

Código 20217132

Asesor

Pedro Antonio Arroyo Gordillo

Lima – Perú
Diciembre de 2023



**APPLICATION OF THE METHODOLOGIES
OF GENERAL EQUIPMENT EFFICIENCY
(OEE) AND STRUCTURED FAILURE
ANALYSIS (5M'S) TO REDUCE UNPLANNED
PRODUCTION STOPS IN THE COMPANY
CANTOL S.A.C.**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I: ANTECEDENTES.....	14
1.1 Antecedentes a nivel internacional	14
1.2 Antecedentes a nivel nacional.....	16
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2.1 Reseña histórica de la empresa	20
2.2 Descripción de la realidad del problema.....	23
2.3 Definición del problema.....	24
2.3.1 Problema General.....	24
2.3.2 Problemas Específicos	24
2.4 Justificación de la Investigación	24
2.4.1 Justificación Teórica	24
2.4.2 Justificación Práctica.....	24
2.4.3 Justificación Metodológica	25
2.4.4 Justificación Económica	25
2.4.5 Justificación Técnica.....	26
2.4.6 Justificación Social	26
2.5 Objetivos de la Investigación.....	26
2.5.1 Objetivo General	26
2.5.2 Objetivos Específicos.....	26
2.6 Formulación de la Hipótesis	27
2.6.1 Hipótesis General.....	27
2.6.2 Hipótesis Especificas	27
2.7 Fundamentos Teóricos	27
2.7.1 Lo esencial de medir	27
2.7.1 Eficiencia General de Equipos (OEE)	28
2.7.2 Disponibilidad.....	30

2.7.3	Rendimiento	30
2.7.4	Calidad	31
2.7.5	Clasificación del OEE	31
2.7.6	Método de las 5 M	32
2.7.7	Estructura básica de las 5 Ms	32
2.7.8	Eficiencia	34
2.7.9	Eficacia.....	34
2.7.10	Productividad	34
2.7.11	Diagrama de Ishikawa.....	35
2.7.12	Diagrama de Pareto	36
2.7.13	El PHVA o Ciclo de la Calidad	36
2.7.14	Indicadores de Gestión (KPI).....	37
2.7.15	Sistema de Indicadores de Gestión	38
2.7.16	El Balanced Scorecard (BSC)	39
2.7.17	Horas Proceso de producción.....	40
CAPITULO III: SOLUCIÓN PROPUESTA.....		42
3.1	Definición del problema.....	42
3.2	Descripción del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC	46
3.2.1	Tornos	46
3.2.2	Prensas	46
3.2.3	Forja	48
3.2.4	Inyección.....	49
3.2.5	Máquinas Automáticas.....	49
3.2.6	Pintura	51
3.2.7	Taladros.....	53
3.2.8	Ensamble de Tambores	53
3.2.9	Ensamble de Cerraduras.....	54
3.3	ERP de Producción de la empresa CANTOL SAC	55
3.4	Áreas soporte de la Gestión de Producción	60
3.5	Actuales indicadores de la Gestión de Producción	60
3.6	Diagnóstico de la problemática del caso en estudio	66
3.7	Propuestas y Evaluación de Alternativas de Solución	68
3.7.1	Alternativa de Solución 1: Adquisición de un nuevo ERP para el control de la Producción	68

3.7.2	Alternativa de Solución 2: Repotenciar el ERP de Producción existente en la empresa	68
3.7.3	Evaluación de Alternativas de Solución	68
3.8	Análisis de Variables de Riesgos para la Implementación de Alternativas de Solución	72
3.8.1	Costo de Inversión	72
3.8.2	Dificultad para la Implementación.....	72
3.8.3	Dificultad en la Capacitación del Personal	73
3.8.4	Tiempo de Implementación	73
3.8.5	Dificultad de Adaptación del Personal.....	73
3.8.6	Claridad en la Definición de Responsabilidades.....	73
3.8.7	Comunicación Eficiente	73
3.8.8	Conclusión de Evaluación de Matrices	74
3.9	Interrelación de la Solución Propuesta.....	74
3.9.1	Incorporación de Metodologías OEE y 5Ms en ERP de la empresa	75
3.9.2	Diseño de Pantallas de Control según Metodologías OEE y 5Ms.....	75
3.9.3	Diseño de Listado de Causas de Paradas no Planificadas según 5Ms	77
3.9.4	Diseño del Diagrama de Flujo para el Control de Paradas no Planificadas...79	
3.9.5	Implementación de Nuevos Indicadores (KPIs)	81
3.10	Etapas de Implementación de la Alternativa de Solución Elegida	83
3.10.1	Fase 1: Diagnóstico del Problema del caso en Estudio.....	83
3.10.2	Fase 2: Elaboración de Lógicas de Funcionamiento OEE y 5 Ms.....	84
3.10.3	Fase 3: Construcción de Lógicas en ERP de Producción	84
3.10.4	Fase 4: Capacitación y Puesta en Marcha.....	84
	CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	85
4.1	Enfoque, Orientación, Alcance y Diseño de la Investigación.....	85
4.1.1	Enfoque de la investigación	85
4.1.2	Orientación de la investigación.....	85
4.1.3	Alcance de la investigación.....	86
4.1.4	Diseño de la investigación	86
4.2	Población, muestra y muestreo	86
4.2.1	Población.....	86
4.2.2	Muestra.....	91
4.2.3	Muestreo.....	92

4.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	92
4.3.1	Técnica de observación.....	92
4.3.2	Técnica de entrevista en persona	94
4.3.3	Uso de softwares y ERP	95
4.3.4	Uso de instrumentos electrónicos	95
CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		96
5.1	Cálculo de la Eficiencia General de los Equipos (OEE).....	96
5.1.1	Resumen de resultados del indicador OEE	99
5.2	Análisis Estructurado de Fallas (5Ms)	100
5.3	Definición de planes de acción	106
5.4	Implementación y cambios en la gestión de áreas soporte	108
5.4.1	Cambios en la gestión de Mantenimiento	108
5.4.2	Cambios en la gestión de Recursos Humanos	109
5.4.3	Cambios en la gestión de Calidad	109
5.4.4	Cambios en la gestión de Logística.....	110
5.5	Estimación de mejora de la Eficiencia General de Equipos (OEE).....	110
5.6	Estimación de reducción de horas perdidas de producción al cierre del 2024	111
CONCLUSIONES		114
RECOMENDACIONES		115
REFERENCIAS.....		116
BIBLIOGRAFÍA		118

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Matriz de Evaluación de Soluciones a Causas	69
Tabla 3.2 Matriz de Evaluación de Soluciones a Consecuencias	70
Tabla 3.3 Matriz de Evaluación de Riesgos	71
Tabla 3.4 Tabla de Puntajes Totales	72
Tabla 3.5 Modelo de Listado de Causas de Paradas no Planificadas de Producción según metodología 5Ms	78
Tabla 3.6 Listado de Indicadores necesarios a implementar para mejorar el control del proceso productivo en la empresa CANTOL SAC.....	82
Tabla 4.1 Población del Proyecto	87
Tabla 4.2 Despliegue Metodológico para Implementar el OEE y 5Ms.....	88
Tabla 4.3 Listado de Máquinas del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC	91
Tabla 4.4 Modelo de Parte Diario de Producción implementado para la recolección de Información del Proyecto de Mejora	93
Tabla 5.1 Resultados del Indicador OEE según información del segundo semestre del 2023	97
Tabla 5.2 Niveles de Calificación del Indicador OEE.....	98
Tabla 5.3 Resultados del Indicador OEE de las áreas productivas de la empresa CANTOL SAC	99
Tabla 5.4 Resultado General OEE del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC.....	100
Tabla 5.5 Clasificación de Principales Causas de Paradas no Planificadas de Producción según análisis realizado en el segundo semestre del 2023.....	102
Tabla 5.6 Historial de Horas Proceso de Producción no realizadas según Planes de Producción	103
Tabla 5.7 Listado de Principales Causas de paros de producción según Pareto.....	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Planta N°1 Calderos	21
Figura 2.2 Planta N°2 La Mar.....	21
Figura 2.3 Diagrama de Bloques de áreas del proceso productivo de la empresa CANTOL	22
Figura 2.4 Áreas productivas por cada local.....	23
Figura 2.5 Ejemplo de la aplicación del método de las 5Ms en el diagrama de ISHIKAWA	33
Figura 2.6 Ciclo de Mejora Continua - Deming	37
Figura 2.7	40
Figura 3.1 Pérdidas de un Proceso Productivo	43
Figura 3.2 Organigrama de la empresa CANTOL SAC	44
Figura 3.3 Diagrama de Procesos de Manufactura de la empresa CANTOL S.A.C.	45
Figura 3.4 Modelo de Torno marca Traub.....	46
Figura 3.5 Modelo de Prensa Excéntrica	47
Figura 3.6 Modelo de Guillotina.....	47
Figura 3.7 Máquina para el Proceso de Forjado	48
Figura 3.8 Máquina para el proceso de Corte de Perfiles de Bronce.....	48
Figura 3.9 Máquina para el proceso de Inyección con material de Zamak	49
Figura 3.10 Máquina para el Proceso de Cifrado de Llaves	50
Figura 3.11 Máquina para el Proceso de Brochado de Cilindros de Bronce	50
Figura 3.12 Máquina para el Proceso de Taladrado de Cilindros de Bronce	51
Figura 3.13 Línea para el Proceso de Plaforizado de piezas Metálicas	51
Figura 3.14 Olla para el Proceso de Abrillantado de piezas Metálicas	52
Figura 3.15 Proceso de Pintado en Polvo	52
Figura 3.16 Proceso de Remachado de Piezas Internas de Cerraduras	53
Figura 3.17 Proceso de Ensamble de Tambores de Cerraduras.....	54
Figura 3.18 Proceso de Ensamble de Cerraduras	54
Figura 3.19 Interrelación del ERP CANTOL y SAP BUSINESS ONE.....	55
Figura 3.20 Pantalla de Programación de la Producción en el ERP CANTOL.....	57

Figura 3.21 Pantalla del proceso de MRP de materiales para la Producción	58
Figura 3.22 Pantalla de Coberturas de Productos Intermedios y Productos Terminados	59
Figura 3.23 Gráfico de Áreas soporte de la Producción	60
Figura 3.24 Indicador de Cumplimiento del Plan de Ensamble de Cerraduras	62
Figura 3.25 Indicador de Cumplimiento de Horas Proceso de Producción	63
Figura 3.26 Indicador del Costo de la Mano de Obra por Unidad Fabricada.....	64
Figura 3.27 Indicador de Defectuosos de Producción	65
Figura 3.28 Mapa Conceptual de la Problemática del Caso en Estudio	67
Figura 3.29 Esquema de Interrelación de las metodologías OEE y 5Ms	75
Figura 3.30 Pantalla de Control de Tiempo para el registro de Paradas no Planificadas de Producción en ERP CANTOL	76
Figura 3.31 Diagrama de Flujo para el Control de Paradas no Planificadas en ERP CANTOL	80
Figura 3.32 Etapas de Implementación de la Alternativa de Solución Elegida.....	83
Figura 4.1 Modelo de Formulario de Preguntas para las Entrevistas al Personal	94
Figura 5.1 Principales Causas de las Paradas no Planificadas de Producción del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC	101
Figura 5.2 Agrupación Porcentual de los paros de producción no planificados según método 5Ms	103
Figura 5.3 Clasificación de Paradas de Producción No Planificadas según método 5Ms	104
Figura 5.4 Diagrama de Pareto enfocado a las causas de paradas no planificadas del proceso productivo de la empresa CANTOL SAC.....	105
Figura 5.5 Influencia de la Gestión de áreas soporte respecto a los Paros no Planificados de Producción	107
Figura 5.6 Proyección del Indicador OEE según los Planes de Acción a Implementar	111
Figura 5.7 Histórico de Años de Horas Perdidas de Producción por Paros No Planificados y Proyección al cierre del año 2024	112
Figura 5.8 Estimación de Reducción de Horas Perdidas de Producción por Parradas No Planificadas durante el 2024	113

RESUMEN

Hoy en día, el mundo exige un elevado nivel competitivo a las empresas, las mismas que deben gestionarse con un ritmo dinámico y cambiante para poder acceder a las grandes oportunidades que ofrece la globalización, al mismo tiempo poder afrontar y superar los problemas y dificultades en la gestión de sus operaciones, de lo contrario estarán destinadas a cerrar o desaparecer en el tiempo. Una de las principales fortalezas que toda organización debe tener para poder competir en la actualidad, es lograr tener niveles competitivos de eficiencia en sus operaciones, eficiencias que permitan optimizar el aprovechamiento de sus recursos.

La presente investigación propone una alternativa de gestión sistematizada para poder plantear las soluciones correspondientes a la problemática de paros no planificados que afronta todo proceso productivo, paros también conocidos como pérdidas de producción. Este modelo de control está basado en la utilización de las metodologías de Eficiencia General de Equipos (OEE) y el Análisis Estructurado de Fallas (5Ms), herramientas de mejora continua que permiten identificar, cuantificar y clasificar las causas que generan los paros no programados de cualquier proceso de manufactura.

La aplicación y uso continuo de las metodologías OEE y 5Ms permitirán tener bajo control las desviaciones de todo proceso productivo y por defecto poder cumplir con los objetivos de manufactura trazados por cualquier organización. Partiendo de identificar y cuantificar las causas que generan los paros no planificados de producción, se podrán plantear e implementar las acciones correctivas necesarias, según sea el caso, toda esta gestión con el objetivo de mejorar la DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO y CALIDAD del proceso. La mejora de estas variables tiene un impacto directo en la eficiencia productiva de cualquier empresa.

Palabras clave: Eficiencia General de Equipos (OEE), 5Ms, Eficiencia, Eficacia, Productividad, Disponibilidad - Rendimiento - Calidad.

ABSTRACT

Today, the world demands a high level of competitiveness from companies, which must be managed at a dynamic and changing pace to be able to access the great opportunities offered by globalization and, at the same time, to be able to face and overcome the problems and difficulties in the management of their operations; otherwise, they will be destined to close or disappear in time. One of the main strengths that every organization must have to be able to compete today is to achieve competitive levels of efficiency in its operations, efficiencies that allow optimizing the use of its resources.

This research proposes an alternative solution to the problem of unplanned stoppages also called waste in the lock manufacturing process of the company CANTOL SAC, a solution based on the implementation of the methodologies of Overall Equipment Efficiency (OEE) and 5Ms, continuous improvement tools which consist of identifying, quantifying, and classifying the sources or causes that generate waste in the production process of the case study.

The implementation of the OEE and 5Ms will generate economic benefits, starting with the identification and quantification of the causes that generate waste in the production process, it will be possible to propose and implement corrective actions as appropriate, improving the availability of equipment, performance or production speed and the amount of observed or rejected process, improving these variables has a significant and direct impact on the productive efficiency of any organization in the manufacturing sector.

Keywords: Overall Equipment Efficiency (OEE), 5Ms, Efficiency, Effectiveness, Productivity – Availability - Performance, Quality.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es necesario y de suma importancia para las empresas poder medir y controlar sus procesos con el fin de obtener la mayor eficiencia posible en sus operaciones. En el rubro de manufactura, uno de los principales problemas que afrontan los procesos productivos son las paradas no planificadas, por ello la importancia de contar con herramientas y metodologías de control que permitan identificar las causas que las generan con el fin de implementar los planes de acción necesarios que reduzcan o eliminen dichas causas.

El presente trabajo de tesis contempla el estudio del proceso de fabricación de cerraduras de la empresa peruana CANTOL SAC, proceso que es afectado por las paradas de producción no planificadas, importante resaltar que a lo largo de los últimos 5 años en el periodo del 2019 al 2023 este índice de paros no planificados de producción se ha incrementado anualmente de 16,664 hasta 46,025 horas de paradas, representando un crecimiento preocupante y negativo del 176 %. Esta situación afecta de manera importante en el cumplimiento de las metas de Producción y, en consecuencia, en la rentabilidad de la empresa. El principal objetivo de esta tesis es poder implementar las metodologías de Eficiencia General de Equipos (OEE) y Análisis de Fallas Estructurado (5Ms) con un enfoque sistematizado, estas metodologías de control permitirán identificar, cuantificar y clasificar las causas de las pérdidas del proceso de producción de la empresa en estudio.

Una vez obtenida la información sobre las causas de las paradas o pérdidas, el equipo de operaciones de la empresa que intervienen de manera directa o indirecta en el proceso productivo, se podrán establecer las alternativas de solución o planes de acción correspondientes según sea el caso. Esto permitirá eliminar o reducir las pérdidas de producción, mejorando la eficiencia del proceso y en consecuencia mejorar los costos de fabricación. De acuerdo con lo antes mencionado, se considera que la implementación de las metodologías de control del OEE y 5Ms permitirán obtener un mejor diagnóstico de la realidad actual del proceso productivo de la empresa del caso en estudio, al mismo tiempo poder capacitar y concientizar al personal sobre la importancia del uso de estas herramientas de control y mejora continua.

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes a nivel internacional

Algarra y Sierra (2018) en su tesis analizan el proceso productivo de la empresa INEMFLEX SAC ubicada en la ciudad de Bogotá - Colombia, identificando y resaltando el deficiente control de los procesos de manufactura, teniendo valores alejados de la realidad. Según el diagnóstico realizado, se reestructuró el control de la gestión de manufactura, donde resalta principalmente la modificación de los formatos de los registros de producción que contemplan las variables de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad que conforman el control del OEE. También se trabajó en clasificar y codificar las paradas de producción planificadas y no planificadas con el fin de poder elaborar los planes de acción de mejora según sea el caso y con el soporte del área correspondiente.

Importante cabe mencionar que toda la información obtenida con los nuevos registros de control fue ingresada al ERP (Sistema de Planificación de Recursos Empresariales) con el que cuenta la empresa del caso en estudio. Con el soporte de este software, se pudo calcular el OEE mostrando el resultado por debajo de los niveles de competitividad mundial. Luego del análisis de pérdidas de producción, se llegó a la conclusión de que es necesario intervenir los procesos de IMPRESIÓN y LAMINACIÓN respectivamente, por tratarse de maquinarias calificadas como primarias que tienen una elevada repercusión en todos los procesos de producción, por tal razón los primeros esfuerzos de mejoramiento que implican reducir o eliminar los paros de producción están centrados en las dos máquinas antes mencionadas, una vez implementados los planes de mejora se proyecta mejorar el estatus del OEE.

Alarcón (2014) en su trabajo de investigación planteó la utilización de las herramientas OEE (Overall Equipment Effectiveness) y SMED (Single Minute Exchange of Die), con el fin de mejorar el control y medición y en consecuencia mejorar la eficiencia productiva a través de los planes de mejora continua respectivos. El trabajo de investigación fue realizado en la empresa Plásticos del Litoral S.A. situada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. La metodología usada emplea los datos reales obtenidos de manera directa del proceso productivo, llegando a la conclusión de que la utilización

combinada de las herramientas del OEE y SMED se muestran como técnicas totalmente útiles y aplicables a cualquier máquina o estación de producción.

Se comprueba, a través de la investigación, que el OEE puede cuantificar las pérdidas de un proceso de manufactura y, una vez identificadas, poder eliminarlas o reducirlas diseñando las estrategias o planes de acción necesarios. Esta mejora permitirá reducir los costos de producción y, en consecuencia, una mejor rentabilidad para la empresa.

Lara y Mendoza (2018) en su estudio realizado en la empresa de alimentos balanceados QUEVEDO perteneciente al negocio de nutrición animal del grupo PRONACA en el país de República Dominicana, resaltan que la pérdida de Eficiencia Productiva afecta o reduce la Productividad de una planta de manufactura. Utilizando métodos de investigación estadísticos, logran identificar las causas que afectan el rendimiento de producción, donde resaltan principalmente los paros no planificados y problemas de calidad que impactan directamente en la eficiencia global de equipos (OEE). A partir de los resultados cuantificados, se planteó la implementación de la metodología para medir la eficiencia global de equipos (OEE), medición que permitió mejorar la gestión del área de soporte de mantenimiento implementando y mejorando los programas de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos, sumado a las capacitaciones constantes a los trabajadores de planta para que sean partícipes de las acciones correctivas que requiera el proceso según los resultados de eficiencia logrados.

Mohr (2012) da a conocer en su trabajo de investigación los estudios realizados para la elaboración de una metodología que permita medir la eficiencia general de equipos (OEE) en las líneas del proceso de elaboración de mantequilla en una empresa ubicada en la ciudad de Puerto Montt, Chile, línea de producción conformada por los procesos de Envasado, Etiquetado y Paletizado. El estudio realizado en su primera parte contempla el análisis y descripción de la problemática del caso en estudio y con base en ello se plantean los objetivos generales y específicos del trabajo de investigación, en segunda instancia se propone la implementación de la metodología del OEE para obtener resultados acerca del comportamiento de la producción de las áreas antes mencionadas y según los datos recolectados poder plantear las acciones de mejora respectivas. Finalmente, se muestra un ejemplo con antecedentes reales de un estudio realizado en una empresa del rubro lácteo de la misma zona, demostrando la utilidad y la importancia

de los indicadores del OEE como metodología y herramienta del control de la eficiencia de las máquinas que intervienen en un proceso productivo, siendo concluyente en recomendar el uso de dicho indicador.

1.2 Antecedentes a nivel nacional

Bances (2017) en su trabajo de investigación describe la mejoría en la eficiencia de producción de puntas para bolígrafos de la marca Faber-Castell, mejora que se logra con la implementación de los indicadores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, variables que conforman el indicador de Eficiencia Global de Equipos (OEE). El trabajo de tesis a través de un análisis estadístico logra identificar las principales causas que generan la baja productividad, permitiendo implementar bajo la metodología de mejora continua las estrategias y acciones que ayudaron a mejorar de manera importante el indicador del OEE.

Cáceres (2018) en su tesis plantea mejorar la eficiencia productiva de la línea de envasado de la planta de Pucusana – Arca Continental a través de la implementación de los indicadores que conforman la eficiencia general de equipos, también conocido como OEE. El trabajo de investigación del caso en estudio muestra la falta de control de la línea de envasado, teniendo paros de producción no planificados que afectan la eficiencia productiva y en consecuencia la rentabilidad de la empresa. Estos paros de producción no planificados no son analizados y, en consecuencia, van en contra del cumplimiento de los objetivos de producción. Al término de la elaboración del diagnóstico del caso en estudio, se llega a la conclusión de que es necesario la implementación de la metodología del OEE con el fin de poder identificar y cuantificar las causas que generan las paradas o pérdidas de producción no planificadas. Luego de ello, una vez identificadas las causas, poder proponer e implementar las alternativas de solución, donde se destaca principalmente el apoyo y gestión del área de mantenimiento, área clave para que los objetivos de producción se puedan cumplir.

Torres (2017) plantea en su tesis mejorar la productividad de las operaciones de quince camiones modelo Komatsu 730E en el proceso de acarreo de la minera Volcán Shungar S.A., productividad que está siendo afectada por las paradas de los camiones debido al incremento de tiempos de mantenimiento correctivos de las unidades. Se

menciona como dato importante que en el año 2016 versus al 2015 se pudo mejorar el indicador OEE en un 25.83%, esto debido a que las variables de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad aumentaron en 12.24%, 11.58% e 11.58% respectivamente. El primer objetivo específico de la tesis en mención fue diagnosticar la situación actual de la eficiencia productiva de la flota de camiones según la metodología del OEE, teniendo como resultado en el año 2015 un resultado de 50.05% en la eficiencia general de equipos (OEE).

El segundo objetivo específico fue elaborar 8 fases durante la implementación de la metodología del OEE en el año 2016, teniendo como foco de control los quince camiones ya mencionados. En el tercer objetivo específico se realizó el análisis de resultados comparando los años 2015 y 2016, mostrando una mejora importante en el indicador OEE luego de haber implementado las actividades de control y registro de las actividades de los camiones e implementar los planes de acción de mejora en los tiempos de mantenimiento que se ejecutan. Finalmente se concluye que después de implementarse el OEE en el año 2016 se mejoro en un 25.83% el valor de este indicador respecto al 2015.

Rodríguez (2019) propone implementar un sistema de indicadores que permita medir la Eficiencia General de Equipos (OEE) con el fin de mejorar la eficiencia productiva de la línea de fabricación de Stretch Film en una empresa del rubro plásticos de la ciudad de Lima”, se determina como principal problemática del caso en estudio la generación de merma por encima de los límites permisibles de control, las paradas del proceso productivo debido a la falta de materia, malas regulaciones de máquina incrementando el tiempo de setup, devoluciones por reclamo de cliente, entre los más resaltantes. A partir de la identificación, registro y cuantificación de estos problemas que afectan la eficiencia productiva se plantea implementar un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos y de esta forma analizar las variables que intervienen en el OEE como son el Rendimiento, Disponibilidad y la Calidad, para esto se enfocó el estudio en dos estaciones de producción muy importantes por su volumen de manufactura, estas son las máquinas Extrusora 1 y Rebobinadora 2.

Para la recolección de la información necesaria se utilizaron técnicas de observación directa en el proceso productivo, además se establecieron formatos de

control donde el personal operativo de producción registro la data referida a cantidad de producción, defectuosos, merma generada, tiempos de manufactura según los estándares de velocidad que se manejan y las paradas de producción que se tuvieron en los turnos de trabajo. Una vez obtenida la información se procedió a calcular el indicador de Eficiencia General de Equipos (OEE) en las dos máquinas o estaciones de producción antes mencionadas, posteriormente se revisaron los indicadores o variables de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad respectivamente; identificando en cada una de estas variables las principales causas que afectan su desempeño respecto a sus metas como indicador. Se utilizó como herramienta de apoyo estadístico el principio de Pareto o regla de 80-20, con el fin de identificar las principales causas e implementar los planes de mejora que se requieran con el apoyo de las áreas soporte del proceso productivo, vale decir las áreas de Mantenimiento, Almacenes y Compras principalmente. Por último, se concluye y estima que con la implementación de un sistema de indicadores basado en los principios de la eficiencia general de equipos (OEE) ayudará a mejorar la eficiencia productiva de las máquinas de Extrusión y Rebobinado, siendo un aporte importante y positivo para la rentabilidad de la empresa del caso en estudio.

Herrera (2020) plantea la implementación de los indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) con el fin de mejorar la productividad de una empresa perteneciente al rubro textil de tejido plano mediante el seguimiento y control diario de las variables que conforman el OEE como son la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad. Se implementaron formatos de control que permitieron recopilar en el lapso de dos meses información valiosa que ayudo a identificar y cuantificar las paradas no planificadas del proceso productivo, tomando como producto referencial el más vendido por la empresa.

Luego de contar con la información recolectada se programaron reuniones periódicas de trabajo con las áreas de Producción y Mantenimiento para plantear y elaborar los planes de acción que permitan eliminar o reducir las paradas no planificadas de producción, utilizando como respaldo la herramienta de Pareto para enfocar los esfuerzos en las principales causas que generan los paros en el proceso de manufactura. Posteriormente luego de aplicar las acciones de mejora se pudo evidenciar que la eficiencia productiva mejoro, quedando demostrado que el indicador OEE permite identificar las causas que generan las pérdidas de producción para aplicar las estrategias de mejora y en consecuencia mejorar la eficiencia.

Narro y Valverde (2020) proponen implementar la metodología de Eficiencia General de Equipos (OEE) en una empresa del rubro del agro de la región de la Libertad - Perú, la propuesta apunta al proceso de corte de cultivo mecanizado que es realizado por maquinarias especializadas del rubro del agro, estas son llamadas DESTROZADORA, ROTATIVA y RASTRILLADORA. La tesis en mención tiene como principal objetivo demostrar y evidenciar que la implementación de la metodología del OEE puede mejorar la productividad en las máquinas antes descritas. En el trabajo de investigación se usaron instrumentos de medición, formatos para el registro de las actividades de producción, diagramas causa-efecto e informes económicos de las horas de las máquinas en estudio.

Finalmente, al término, de la implementación de la metodología del OEE, se pudo obtener el estatus real o nivel de la eficiencia productiva de las máquinas del caso en estudio, los cuales fueron disponibilidad (88.45%), rendimiento (85.46%) y calidad (89.67%), arrojando un OEE del 67.78%. Luego de implementar los planes de mejora necesarios se logra mejorar el OEE a un 89.78%, valor que ingresa a niveles de clase mundial, por lo tanto, se recomienda implementar a todo el proceso productivo la metodología del OEE y velar continuamente para su aplicación como filosofía de trabajo.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Reseña histórica de la empresa

El presente caso de estudio corresponde a la empresa CANTOL S.A.C fabricante de cerraduras perteneciente al rubro metalmecánico, empresa de capital peruano que opera actualmente en la ciudad de Lima, Perú, en el distrito de Ate con una trayectoria de 50 años, siendo actualmente una empresa de segunda generación. Desde el inicio de sus actividades se especializó en la fabricación de cerraduras, agregando tiempo después la línea de candados, en el transcurso de los años se ha ido incorporando nuevos modelos de cerraduras de acuerdo con el segmento y necesidad del mercado, clasificando sus productos en cerraduras de SOBREPONER, EMBUTIR, y ESPECIALES, pudiendo llevar desde hace algunos años sus productos al mercado internacional, donde destacan los países de Bolivia, Ecuador y Costa Rica.

El proceso de fabricación de cerraduras de la marca CANTOL se encuentra distribuido en dos plantas, la **figura 2.1** muestra la ubicación de la primera planta llamada “CALDEROS” situada en Calle Los Calderos N°247, Urbanización Vulcano en el Distrito de Ate, en la siguiente **figura 2.2** se muestra la ubicación de la segunda planta llamada “LA MAR”, ubicada en la Calle La Mar 682, Urbanización Montecristo, también en el Distrito de Ate.

Figura 2.1

Planta N°1 Calderos

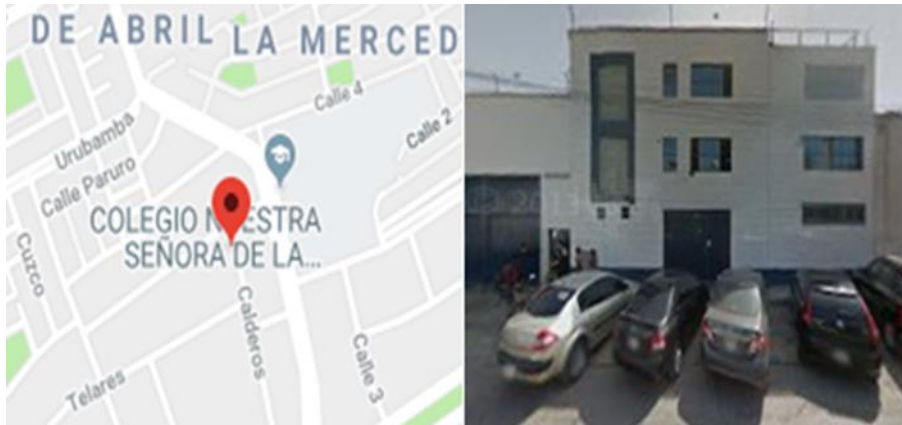
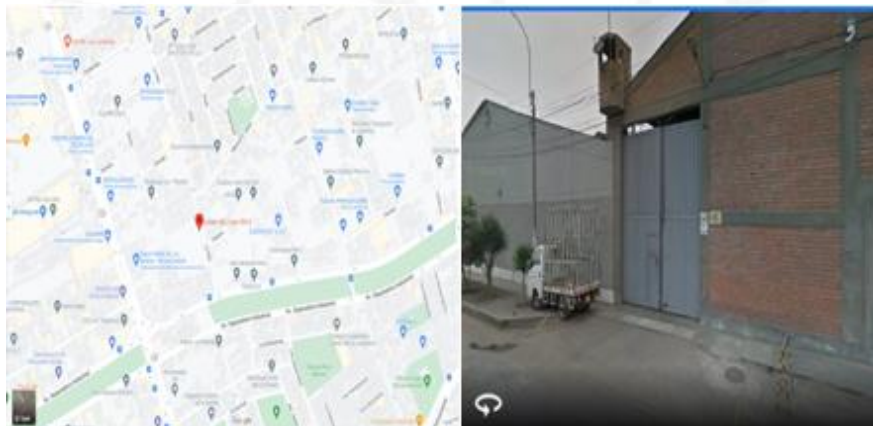


Figura 2.2

Planta N°2 La Mar



Actualmente ambas plantas trabajan a dos turnos durante 6 días a la semana de lunes a sábado. Los turnos se distribuyen de la siguiente manera, el primero trabaja de 7:00 am a 15:30 pm y el segundo de 15:15 pm a 23:00 pm, en caso de que se tuviera un aumento en la demanda de productos, se podría ampliar la producción a un tercer turno de 22:30 p.m. a 7:00 am. La cadena productiva de cerraduras de la empresa en estudio está conformada actualmente por nueve áreas, áreas que a su vez han sido clasificadas en tres niveles por sus características de fabricación, a continuación, se detalla dicha clasificación:

Áreas de primer nivel: Son aquellas que para el inicio de sus operaciones consumen directamente materia prima en su proceso de fabricación, destacándose principalmente los materiales de acero y latón, estas son las áreas de TORNOS, FORJA, INYECCIÓN y PRENSAS.

Áreas de segundo nivel: Aquellas áreas que consumen o son abastecidas por piezas mecanizadas o semi terminadas por sus áreas antecesoras según flujo productivo, estas son las áreas de MÁQUINAS AUTOMÁTICAS, TALADROS, PINTURA y ENSAMBLE DE TAMBORES.

Área de tercer nivel: Corresponde al área de ENSAMBLE DE CERRADURAS o de productos terminados, área donde también se reciben piezas mecanizadas o terminadas que son necesarias para realizar el proceso de ensamble de las cerraduras o productos terminados.

Se considera importante mencionar que la empresa del caso en estudio enfoca o trabaja la gestión de sus operaciones según el sistema PUSH o de EMPUJE, sistema que está relacionado con la elaboración de pronósticos de la demanda, niveles de inventarios definidos, la preparación de un plan maestro de producción (MPS) y el boom de materiales para la gestión de compras (MRP). En las siguientes **figuras 2.3 y 2.4** se muestran el proceso productivo de forma general y las áreas de producción por cada planta o local respectivamente.

Figura 2.3

Diagrama de Bloques de áreas del proceso productivo de la empresa CANTOL



Figura 2.4

Áreas productivas por cada local

PLANTA LA MAR	PLANTA CALDEROS
<ul style="list-style-type: none">• PRENSAS• TORNOS• TALADROS	<ul style="list-style-type: none">• FORJA• MÁQUINAS AUTOMÁTICAS• MÁQUINAS DE CANDADOS• ENSAMBLE DE TAMBORES• ENSAMBLE DE CANDADOS• PINTURA• ENSAMBLE DE CERRADURAS

2.2 Descripción de la realidad del problema

En los últimos años el índice de paros de producción no planificados se ha incrementado de manera importante, generando desde el año 2020 a la fecha que los indicadores de cumplimiento del plan de producción estén muy por debajo de lo proyectado, elevando los costos de fabricación por no alcanzar la eficiencia productiva requerida.

Es de conocimiento general pero sin un correcto análisis de causas que los problemas que no permiten tener un buen nivel de cumplimiento del plan de producción se debe principalmente a las paradas no planificadas en el proceso productivo, paradas o pérdidas que son generadas por la falta de disponibilidad de máquinas, materiales y personal, en segunda instancia se tiene reprocesos y defectuosos generados durante el proceso de fabricación; a este escenario se suma la falta de información detallada y cuantificada para poder medir el impacto real de cada uno de los problemas o pérdidas que se tiene durante el proceso productivo, al no contar con esta información, no es posible elaborar o plantear los planes correctivos y de mejora respectivos.

En resumen, podemos concluir que no se tiene un buen aprovechamiento de los recursos para la producción, esto debido a que no se está controlando de manera adecuada las desviaciones o pérdidas del proceso de manufactura, en tal sentido es necesario implementar las metodologías, controles e indicadores adecuados que permitan identificar que variables o pérdidas durante el proceso están afectando la eficiencia productiva.

2.3 Definición del problema

2.3.1 Problema General

¿Cómo reducir los paros no planificados en el proceso de fabricación de cerraduras en la empresa CANTOL S.A.C.?

2.3.2 Problemas Específicos

PE1: ¿De qué manera la aplicación de la metodología de eficiencia general de equipos (OEE), mejorará el control de la eficiencia productiva?

PE2: ¿De qué manera la aplicación de la metodología de análisis de fallas estructurado (5Ms), permitirá implementar los planes correctivos para eliminar las causas de las paradas no planificadas de producción?

PE3: ¿De qué manera la sistematización de las metodologías de eficiencia general de los equipos (OEE) y análisis de fallas estructurado (5Ms), mejorará el control de las operaciones de manufactura?

2.4 Justificación de la Investigación

2.4.1 Justificación Teórica

Esta investigación se realiza con el objetivo de seguir aportando conocimientos y planteamientos a las metodologías existentes como son la Eficiencia General de Equipos (OEE) y el Análisis de Fallas Estructurado (5Ms), para que puedan servir como instrumentos de evaluación y control de las pérdidas que todo proceso productivo tiene, esta información permitirá medir el impacto en la eficiencia y en el cumplimiento de los planes de producción con el fin de poder plantear e implementar las mejoras correspondientes de acuerdo con el tipo de problema identificado.

2.4.2 Justificación Práctica

La justificación del presente estudio está basada en reducir las horas de paros no planificados de producción registrados en el último año del 2023 (46,025 horas de

paradas no planificadas), para contribuir con la mejora de la eficiencia productiva de la empresa del caso en estudio, esta mejora será posible a través de la implementación de las metodologías del OEE y 5Ms, ambos métodos permitirán identificar, cuantificar y clasificar las causas que originan las pérdidas del proceso de fabricación, para luego posteriormente implementar las mejoras y acciones correctivas según lo identificado, cuantificado y clasificado por ambos métodos.

Así mismo la presente tesis servirá como referencia y guía para las empresas donde su Core Business también sea la fabricación y puedan controlar de mejor forma las pérdidas de sus procesos productivos, luego aplicar las mejoras de gestión correspondientes con el fin de mejorar la eficiencia de planta, importante adicionar que las áreas soporte que brindan servicio al área Core de la empresa deben estar alineadas al mismo objetivo y así evitar posibles conflictos de gestión.

2.4.3 Justificación Metodológica

Como parte de la propuesta para identificar y cuantificar las pérdidas del proceso productivo con el fin de mejorar la eficiencia de planta, se deducen expresiones formuladas como DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO y CALIDAD; variables necesarias para calcular el indicador de EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE), además de clasificar los diferentes motivos de paradas de producción no planificadas según método de las 5Ms, método que agrupa estas causas en cinco principales grupos, MATERIAL, MANO DE OBRA, MÁQUINAS, MÉTODO y MEDIO AMBIENTE, esta clasificación permitirá plantear las soluciones correspondientes según sea el caso, con el objetivo de mejorar la eficiencia productiva.

2.4.4 Justificación Económica

La propuesta de implementar las metodologías de EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE) y 5Ms permitirá incrementar la eficiencia del proceso productivo, reduciendo los costos de fabricación, tener un mejor cumplimiento del plan de producción y brindar un mejor nivel de servicio a la demanda de la empresa.

2.4.5 Justificación Técnica

En la actualidad contar con información cuantificada y confiable de los procesos es un factor clave y fundamental para la gestión de las empresas, en la presente tesis dentro de sus principales objetivos es poder cuantificar e identificar las causas de las pérdidas que afronta el proceso de fabricación de cerraduras del caso en estudio, para poder tomar las decisiones e implementaciones necesarias que permitan mejorar la gestión de fabricación.

2.4.6 Justificación Social

El éxito de toda empresa como negocio es poder lograr rentabilidad y posicionamiento en el mercado, para poder lograrlo y mantenerlo en el tiempo es indispensable entregar productos de calidad que satisfagan las necesidades de los clientes, en la metodología del OEE dentro de sus variables de cálculo, contempla el control de la CALIDAD durante el proceso de fabricación, por ello la importancia de difundir y mantener una cultura organizacional que respete y logre los estándares de calidad establecidos.

2.5 Objetivos de la Investigación

2.5.1 Objetivo General

Aplicar las metodologías de Eficiencia General de Equipos (OEE) y Análisis de Fallas Estructurado (5Ms) para reducir las paradas no planificadas en el proceso productivo de la empresa CANTOL S.A.C.

2.5.2 Objetivos Específicos

OE1: Implementar los indicadores de DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO y CALIDAD según metodología OEE, con el fin de medir y controlar la eficiencia del proceso de producción.

OE2: Analizar y clasificar las causas de las paradas de producción no planificadas según metodología de las 5Ms, con el fin de implementar los planes de mejora continua respectivos.

OE3: Sistematizar las metodologías de eficiencia general de los equipos (OEE) y análisis de fallas estructurado (5Ms), con el fin de mejorar el control de las operaciones de manufactura.

2.6 Formulación de la Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

Aplicar las metodologías de eficiencia general de equipos (OEE) y análisis de fallas estructurado (5Ms) reducirá los paros no planificados en el proceso productivo de la empresa CANTOL S.A.C.

2.6.2 Hipótesis Específicas

HE1: La evaluación periódica y programada de los indicadores de DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO y CALIDAD según método del OEE, mejorará el control de la eficiencia productiva.

HE2: La clasificación de las causas de las paradas no programadas del proceso de fabricación según método estructurado de fallas (5Ms), permitirá implementar los planes de mejora respectivos.

HE3: La automatización de las metodologías de Eficiencia General de Equipos (OEE) y Análisis de Fallas Estructurado (5Ms), ayudará a mejorar el control de las operaciones de manufactura.

2.7 Fundamentos Teóricos

2.7.1 Lo esencial de medir

Salgueiro (2001) en su libro nos comenta que el ser humano a lo largo de su vida siempre trata de medir todo lo que puede, desde su nacimiento ya está siendo controlado y medido continuamente en las diversas actividades que realiza diariamente, por ejemplo, la simple actividad de ir en auto permite obtener varios controles o mediciones, como medir la velocidad del auto, cuantos kilómetros ha recorrido y el tiempo que tarda en llegar a su destino. Medimos nuestra vida en años, meses, días, etc. También nos comenta que en el

año de 1982 en los Estados Unidos se realizó un seminario de entrenamiento para directivos y se realizó la siguiente prueba: Se trabajo con dos personas voluntarias las cuales jugaron al tiro al blanco cada una con sus dardos, cada una enfrente de una diana de corcho, como las comunes y corrientes que se conocen en estos tipos de juegos; pero en este caso lo interesante fue que a una persona le vendaron los ojos y a la otra no. ¿Cuál fue el resultado? Pues como se puede deducir la persona que gano el juego o partida fue el participante que no estaba vendado y podría visualizar donde tiraba sus dardos, mejor dicho, tenía un mejor conocimiento del escenario y situación en la cual estaba participando. Esta es la conclusión crucial del objetivo de este juego: “Sólo se puede mejorar aquello que se puede medir”. El participante sin vendas en los ojos podía observar donde caían sus dardos y según ello podía regular sus lanzamientos con el objetivo de encajar el mejor tiro que se acerque al centro de la diana de corcho, este simple ejemplo se debe aplicar en las empresas con el soporte de los indicadores, una organización que no mide sus operaciones está prácticamente con los ojos vendados dentro del rubro y mercado donde se desempeña.

2.7.1 Eficiencia General de Equipos (OEE)

La metodología de la Eficiencia General de Equipos dentro de un proceso productivo desarrollada por Seiichi Nakajima es uno de los primeros controles propuestos para los procesos industriales, teniendo en cuenta que cada rubro tiene sus propias características y grado de complejidad. Utiliza una matemática basada en la lógica unicista que el autor no conocía, ya que es de publicación más reciente que este desarrollo.

El OEE es un método de medición de la eficiencia productiva que integra datos de Disponibilidad de recursos que requiere el proceso productivo, del Rendimiento relacionado a la velocidad de producción según los estándares establecidos y a la tasa o nivel de calidad que se logra. (Belohlavek, 2006, p. 23)

Las variables o datos de Disponibilidad, Performance y Calidad son calculados de la siguiente manera:

- Disponibilidad = Tiempo de operación disponible / Tiempo de operación total.
- Performance = Output total / Output potencial

- $\text{Calidad} = \text{Producción de calidad producida} / \text{Producción total}$
- $\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Performance} * \text{Calidad}$ (Belohlavek, 2016).

El OEE es un método de medición de la Eficiencia Productiva que agrupa o reúne información relacionada a la Disponibilidad de Equipos, el Rendimiento referente a la velocidad de producción y el nivel de calidad que se logra. Si se integran estas tres variables como parte de un indicador principal se podrá encontrar la fundamentación de esta ecuación y con ello tendremos el marco de seguridad que nos permite tomar el conocimiento como seguro. La Efectividad Global de Equipos de una planta es un problema complejo y por lo tanto sus elementos no tienen relaciones causa-efecto unívocas y por ello funcionan en una conjunción donde sí uno de los elementos se hiciera cero todos los demás elementos no podrían compensar su falta. (Belohlavek, 2006, p. 23)

Para que se pueda trabajar con los principios del OEE se necesita que las empresas y organizaciones estén dispuestas manejar y registrar la información de los procesos productivos de manera transparente, contar con un nivel de tecnología y ordenamiento que permita registrar los datos de manera eficiente y a tiempo sin que esto signifique un problema, todo esto con el fin de poder actuar y corregir a tiempo las desviaciones que se encuentren, se deben formar y comprometer equipos de trabajo que tengan relación directa e indirecta con la producción con el fin de poder plantear las estrategias de mejora respectivas.

El OEE es un indicador porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva en las empresas. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y la productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene una gran influencia. La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad. (Cruelles, 2010, p. 102)

Fórmula para el cálculo del OEE:

OEE = DISPONIBILIDAD X RENDIMIENTO X CALIDAD

A continuación, se describe la definición y cálculo de cada una de las variables que conforman el indicador del OEE.

2.7.2 Disponibilidad

“La disponibilidad de los equipos es la variable que mejor se puede observar o controlar, lo que no resulta observable son los escenarios de disponibilidad durante las puestas en marcha o paradas que resten en la disponibilidad más allá de lo evidente” (Belohlavek, 2006, p. 29).

La disponibilidad se calcula dividiendo el tiempo real de funcionamiento de la máquina entre el tiempo teórico que pudo haber estado trabajando. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (Tiempo planificado de producción: TPO) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan paradas planificadas. (Cruelles, 2010, p. 103)

- Fórmula para el cálculo de Disponibilidad:

$$\text{DISPONIBILIDAD (D)} = \text{TIEMPO OPERATIVO} / \text{TIEMPO DISPONIBLE}$$

2.7.3 Rendimiento

El rendimiento o performance en los procesos de manufactura está relacionado a la velocidad o estándares de producción, el rendimiento se mide haciendo una comparación entre la velocidad real versus la velocidad teórica según los estándares establecidos.

El rendimiento se calcula dividiendo la cantidad de piezas realmente producidas entre la cantidad de piezas que se podrían haber producido durante el tiempo de disponibilidad de la máquina. La cantidad de producción según su unidad de medida que se podría haber producido se calcula multiplicando el tiempo real de manufactura entre la capacidad de producción nominal según estándares. (Cruelles, 2010, p. 104)

- Fórmula para el cálculo del Rendimiento:

$$\text{RENDIMIENTO (R)} = \text{PRODUCCIÓN REAL} / \text{CAPACIDAD PRODUCTIVA}$$

2.7.4 Calidad

El nivel o tasa de calidad se calcula al dividir la cantidad de bienes o servicios producidos que están dentro de los límites de calidad establecidos entre la cantidad total de bienes o servicios producidos. Esta variable es la que está más cerca de afectar económicamente los costos de producción ya que puede significar la pérdida o desperdicio de materiales, horas máquina y horas hombre del proceso de manufactura. Es en este punto donde los métodos de investigación de causas de los problemas son más necesarios y requieren un alto nivel de conocimiento y objetividad técnica. (Belohlavek, 2006, pp. 29-30).

Las unidades producidas pueden ser conformes, buenas, no conformes, malas o rechazos. Existe la posibilidad de que la producción no conforme se pueda reprocesar y volverlas conformes, pero no se puede eliminar el exceso de horas de producción que finalmente afectan negativamente los costos de producción. La OEE sólo considera unidades buenas las que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por tanto, las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse rechazos, es decir, malas. Por lo tanto, la calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas entre el total de piezas producidas, considerando las piezas reprocesadas o desechadas. La calidad se representa entre los valores de 0 a 1, por tal motivo se acostumbra expresar de forma porcentual. (Cruelles, 2010, p. 106).

- Fórmula para el cálculo del nivel de Calidad:

$$\text{CALIDAD (C)} = \text{PRODUCCIÓN BUENA} / \text{PRODUCCIÓN TOTAL}$$

2.7.5 Clasificación del OEE

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas de producción, teniendo como referencia los mejores procesos de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia, para tener una referencia del nivel de eficiencia que se tiene se comparan con los rangos o valores establecidos a nivel mundial.

2.7.6 Método de las 5 M

La metodología de las '5M' fue creada por la empresa Toyota durante su evolución histórica de sus procesos de fabricación, procesos que con el tiempo llegaron a formar el famoso sistema de producción de Toyota. El gran éxito de este modelo se debe principalmente a la identificación de errores o causas que generan las pérdidas del proceso productivo, con el fin de optimizar la calidad mediante la mejora constante y la eliminación de residuos. La razón de ser de esta medida se centra en plantear e identificar la causa del problema para erradicarlo lo antes posible. El método de las '5 M' es un sistema de análisis de fallos estructurado y se fija cinco principales familias que alrededor de las cuales giran las posibles causas de los problemas, estas cinco familias o pilares son las siguientes:

- Maquinaria.
- Mano de Obra.
- Método.
- Materiales.
- Medio Ambiente.

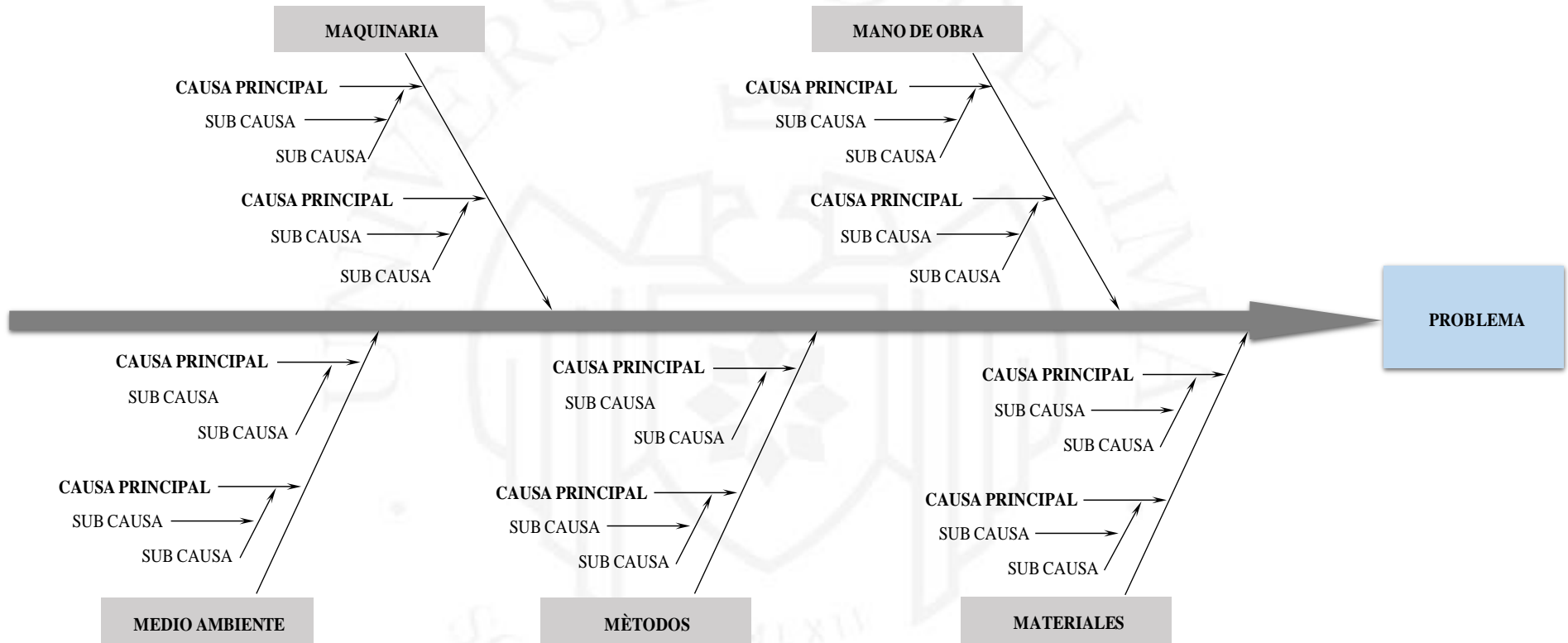
2.7.7 Estructura básica de las 5 Ms

Para el método de las 5Ms se procede con una "lluvia o tormenta de ideas" que consiste en generar tantas ideas como sea posible, permitiendo a los grupos o equipos de trabajo aportar libremente lo que tienen en mente según su experiencia. Es conveniente mencionar que el esquema de familias o pilares de las 5 Ms ayudan a estimular y aterrizar las ideas relacionadas a las posibles causas de los problemas que están sujeto a análisis y revisión.

Importante hay que mencionar que la clasificación de grupos de fallas puede variar de acuerdo con la realidad de cada empresa, hay casos donde se realiza el método con un mayor número a cinco pilares o grupos, lo importante es facilitar el uso de la herramienta de la manera más practica posible, a continuación, se muestra en la siguiente **figura 2.5** la aplicación del método 5" M" con el diagrama de ISHIKAWA.

Figura 2.5

Ejemplo de la aplicación del método de las 5Ms en el diagrama de ISHIKAWA



2.7.8 Eficiencia

Samuelson y Nordhaus (2010) afirman que: “Por **eficiencia** se entiende como el adecuado y correcto uso de los recursos dentro de una sociedad con el fin de satisfacer las necesidades y deseos de las personas” (p.4).

Así mismo Robbins y Coulter (2010) mencionan que: “La eficiencia se refiere a obtener los mejores resultados a partir de la menor cantidad de recursos. Debido a que los gerentes cuentan con escasos recursos (incluidos personal, dinero y equipos), se encargan de utilizar eficientemente dichos recursos” (p.7).

2.7.9 Eficacia

La eficacia está relacionada con el logro de los objetivos y resultados planificados, a través de la ejecución de actividades y procesos que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado” (Da Silva, 2002, p. 20).

Muchos expertos y especialistas están de acuerdo que la eficacia es lograr los objetivos trazados previamente, pero también es importante mencionar que en ocasiones la eficacia no es acompañada de la eficiencia, ya que se pueden lograr los objetivos y metas planteadas consumiendo más recursos de los que se debieron utilizar, por ejemplo, el exceso de horas hombre, horas máquina y materiales.

2.7.10 Productividad

La palabra productividad se ha utilizado desde tiempo atrás y en muchos sectores empresariales. Para la Comunidad Económica Europea en 1950, es el “Cociente que se obtiene al dividir la Producción por uno de los factores de la Producción”. Hay muchos determinantes de la productividad, por ejemplo: ventas, tecnología, desarrollo de nuevos productos, mezcla de mercadeo, fuerza de ventas, calidad, costo de capital, utilización de equipos y estrategias, entre otros.

El concepto de productividad puede ser considerado en varios niveles: a nivel nacional, a nivel industrial, a nivel sectorial, a nivel de empresa y a nivel de secciones o áreas de la empresa. (Jiménez y Espinoza, 2007, pp. 528-529)

2.7.11 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa conocido también como diagrama de causa-efecto, es utilizado para poder encontrar la relación entre un efecto y todas sus causas posibles que lo pueden originar. Todo tipo de problema, como el dar un servicio o el funcionamiento de una máquina, puede ser sometido al método de Ishikawa. Generalmente, este diagrama se esquematiza con la forma del espinazo de un pez, de allí toma el nombre alternativo de Diagrama de Espina de Pescado.

Los diagramas de Ishikawa se elaboran en la práctica para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen un problema, importante en esta de la elaboración del diagrama el apoyo de todo el equipo de trabajo para que aporten con todas las ideas o causas posibles que generan el problema que se está analizando. Se recomienda agrupar por familias las posibles causas del problema, es por ello que se suele utilizar el análisis estructural de fallas conocido como las 5Ms, aunque es importante aclarar que no es determinante su uso ya que cada se pueden trabajar o clasificar con otros tipos de grupos, dependerá mucho del conocimiento y experiencia del personal y el rubro de la organización o empresa.

Una propuesta para realizar la construcción del diagrama de Ishikawa que permita realizar un buen análisis de causa-efecto es dividirlo en los siguientes pasos:

- Identificar y definir el efecto o problema que se desea revisar.
- Construcción del diagrama Ishikawa con el equipo de trabajo.
- Análisis causa-efecto del diagrama construido.

La definición del problema que se desea estudiar representa la base de un eficaz análisis, mientras más claro este definido será más eficaz el análisis de causas del problema o efecto. Evidentemente, las causas posibles pueden ser múltiples. **Si se definiera el efecto como el motor no arranca cuando está muy frío y el vehículo se encuentra a la intemperie, en este caso el análisis será más preciso y estamos eliminando una serie de causas que no corresponden a la situación del vehículo.** (Arnoletto, 2006, pp. 70-71).

2.7.12 Diagrama de Pareto

El diagrama o principio de Pareto también conocido como la regla “80-20” es un gráfico tipo barras cuya distribución de datos permite agrupar e identificar los principales problemas, así como sus causas más importantes. Este principio establece que el 80% de los resultados provienen del 20% de las acciones, o mejor dicho que el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas.

Por ello este principio plantea la importancia de enfocar los esfuerzos y planes de mejora a ese 20% que es causante del 80% de los resultados o consecuencias. El diagrama de Pareto es aplicable prácticamente en todos los sectores como la Gestión de Producción, de Inventario, de Ventas, de Servicios, entre otros; por ello su uso es muy común en el mundo empresarial, herramienta muy conocida en la Ingeniería Industrial, que también ya es utilizada por otras ramas de la ingeniería y otras carreras inclusive.

Como se ha mencionado anteriormente, esta herramienta ayuda a seleccionar el problema que es más prioritario atender debido a su grado de impacto que finalmente influye en la rentabilidad de cualquier organización empresarial, además de ayudar a seleccionar de manera prioritaria las consecuencias o problemas, se convierte en una metodología que muchas veces facilita la comunicación entre áreas dentro de una empresa, ayuda entre varios equipos de trabajo de distintas áreas a idear y plantear planes o estrategias que permitan eliminar o reducir el problema, esto debido a su fácil entendimiento y practicidad de su aplicación.

En resumen, podemos concluir que el principio de Pareto es una técnica que clasifica gráficamente de mayor a menor importancia los problemas que toda organización o empresa tiene, permitiendo optimizar y priorizar los esfuerzos y desarrollos de las actividades que están relacionadas a la resolución de problemas y la mejora continua considerando el análisis y resultados de la herramienta descrita.

2.7.13 El PHVA o Ciclo de la Calidad

El PHVA, también conocido como ciclo de la calidad o círculo de Deming es una herramienta planteada inicialmente por Walter Shewhart y posteriormente trabajada por William Edwards Deming quien fue un estadístico estadounidense; esta metodología de

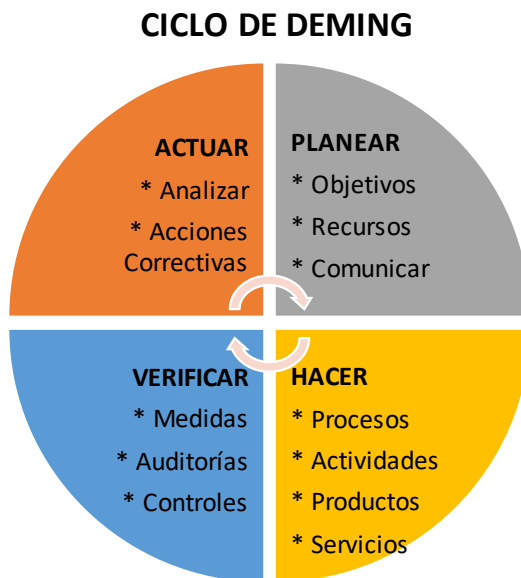
gestión tiene como objetivo mejorar constantemente los procesos dentro de una organización, podríamos decir que estamos hablando de una filosofía de trabajo que adoptan las empresas para su mejora continua.

Este ciclo de calidad está conformado por cuatro etapas que siguen un orden determinado, las cuales son: (1) PLANIFICAR, referido a los objetivos y metas planteadas, (2) EJECUTAR, etapa donde se realizan las actividades y procesos que nos permitan llegar a los objetivos, (3) VERIFICAR, donde se va midiendo y controlando los resultados obtenidos versus lo planificado (KPIs) y (4) ACTUAR; etapa final donde se diseñan y plantean las acciones correctivas necesarias para poder cumplir con los objetivos establecidos.

En la siguiente figura 2.6 se muestra el ciclo de Deming también conocido como el círculo de mejora continua:

Figura 2.6

Ciclo de Mejora Continua - Deming



2.7.14 Indicadores de Gestión (KPI)

Un indicador clave de desempeño o KPI por sus siglas en inglés es una medida cuantitativa que permite medir el desempeño de un determinado proceso en comparación

con su desempeño o resultado ideal, la gestión de indicadores son claves para el control y seguimiento en las organizaciones, otro aspecto importante es que permiten identificar y cuantificar la brecha que se tiene respecto a los objetivos planificados. La gestión de indicadores en toda organización cualquiera fuera el rubro es esencial para poder saber el estado de salud de las empresas, podríamos decir que los indicadores son los exámenes médicos que se necesitan para poder identificar en que se está fallando o adoleciendo y según ello poder recetar o implementar los planes de acción de mejora que se requieran.

Para una correcta gestión de indicadores (KPI), estos deben cumplir con los siguientes requisitos o características:

- **Alcanzable:** Las metas planificadas deben ser realistas.
- **Medible:** Un indicador debe ser fácil de medir y sobre todo debe ser entendible.
- **Relevante:** Se deben trabajar con los indicadores necesarios, ni menos ni más.
- **Periodicidad:** Los indicadores deben revisarse con una frecuencia establecida.

Los indicadores de gestión hacen parte de un sistema de control de gestión que tiene como objetivo contribuir a una gestión eficaz y eficiente en las organizaciones, permitiendo a sus colaboradores y líderes a tener la información necesaria referida a su desempeño, lo que les permite identificar y cuantificar las brechas con el fin de implementar los planes de acción necesarios. El indicador de gestión es la relación entre variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas. (Uribe y Reinoso, 2014, pp. 13-14)

Otro aspecto importante de los indicadores es que cumplen una función de información para los inversionistas, los directivos y colaboradores dentro de una organización, hay que tener presente que la información que se brinda o se pone a disposición dependerá del nivel de jerarquía o puesto que se ocupe en la empresa, es por ello que podemos clasificar a los indicadores del tipo Operativo, Tácticos y Estratégicos.

2.7.15 Sistema de Indicadores de Gestión

Podemos definir que un sistema es un conjunto de partes o elementos interrelacionados entre sí, que actúan de manera armónica, para desempeñar una función o alcanzar un

objetivo. Tener claro este concepto es muy importante para que las empresas puedan diseñar la gestión de sus indicadores de forma que les permita realizar el seguimiento y control respectivo de la manera más eficiente posible, debe existir entre indicadores una relación o lógica de cascadeo que muestre el efecto y grado de importancia de cada área dentro de la organización, por ejemplo, la disponibilidad de máquinas que es responsabilidad del área de Mantenimiento es vital para que se cumplan los objetivos del área de producción, al mismo tiempo los objetivos de producción tienen un efecto importante dentro del área comercial ya que se necesitan de los productos para poder vender, y finalmente las ventas tienen un efecto directo sobre la rentabilidad de la empresa, cómo se puede apreciar las operaciones de un área tienen un efecto sobre otra, por ello se resalta la relación que existe entre todas las áreas dentro de una organización.

En términos del concepto de sistema anteriormente expresado, la organización debe tener diferentes indicadores de gestión, que conforman subsistemas muy específicos (indicadores financieros, de talento humano, de mercado, entre otros), que conjuntamente desempeñan una función de control y retroalimentación y se aglutinan alrededor del alcance de unos objetivos que les son comunes. (Uribe y Reinoso, 2014, p. 17)

2.7.16 El Balanced Scorecard (BSC)

El Cuadro de Mando Integral (CMI) o Balanced Scorecard es un sistema de gestión diseñado para alcanzar los objetivos propuestos dentro de una organización, este modelo basado en cuatro perspectivas proporciona a la alta dirección la información clave y vital para poder implementar las estrategias necesarias para la continuidad y éxito de la empresa. Hoy en día, las organizaciones están compitiendo en escenarios cada vez más complicados, por lo tanto, es clave y vital que se tenga la información exacta, actualizada y a tiempo para la toma de decisiones.

El objetivo primordial del Cuadro de Mando Integral es traducir la estrategia y la misión de las empresas para poder difundirlas y conectarlas con todas las áreas de la organización, esto traducido en diversos procesos y actividades que permitan alcanzar los objetivos estratégicos planteados por la organización. El Cuadro de Mando Integral en primera instancia se enfoca en los objetivos financieros que se traducen en la rentabilidad de la empresa, pero hace notar que para poder cumplir la rentabilidad deseada es

necesario cumplir con otros objetivos predecesores, por tal razón como se ha mencionado anteriormente el cuadro de mando integral mide el desempeño de la organización basado en cuatro perspectivas que deben estar equilibradas, estas son: las **Finanzas**, los **Clientes**, los **Procesos Internos** y la de **Aprendizaje y Desarrollo**. En resumen, podemos concluir que el Cuadro de Mando Integral permite a las empresas evaluar los resultados de las operaciones en todas las áreas de la organización que impactan finalmente en la perspectiva financiera y en consecuencia en la rentabilidad empresarial.

Se muestra a continuación en la **figura 2.7** las cuatro perspectivas de la metodología del BSC:

Figura 2.7

Perspectivas de la metodología del Balanced Scorecard



2.7.17 Horas Proceso de producción

Son las horas directas e indirectas que participan en el proceso de manufactura, están conformadas principalmente por las horas hombre y horas máquinas, estos recursos son

dimensionados o calculados de acuerdo con la demanda de fabricación de cada empresa, se debe tener en consideración que estas horas proceso según la naturaleza de trabajo de cada estación de producción puede estar conformada por solo horas hombre, o la combinación de horas hombre y horas máquina.



CAPITULO III: SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se revisaran las alternativas de solución propuestas para verificar su aplicabilidad, se vincula la relación entre las causas y consecuencias de la problemática en estudio, se explicará de manera resumida el proceso de manufactura de cerraduras en cada área que compone la ruta de fabricación, los actuales indicadores que se usan y cuales se necesitan implementar para mejorar el control y seguimiento del proceso productivo, posteriormente luego del diagnóstico realizado se presentaran las alternativas de solución las cuales se evaluaran con el fin de elegir la mejor opción.

3.1 Definición del problema

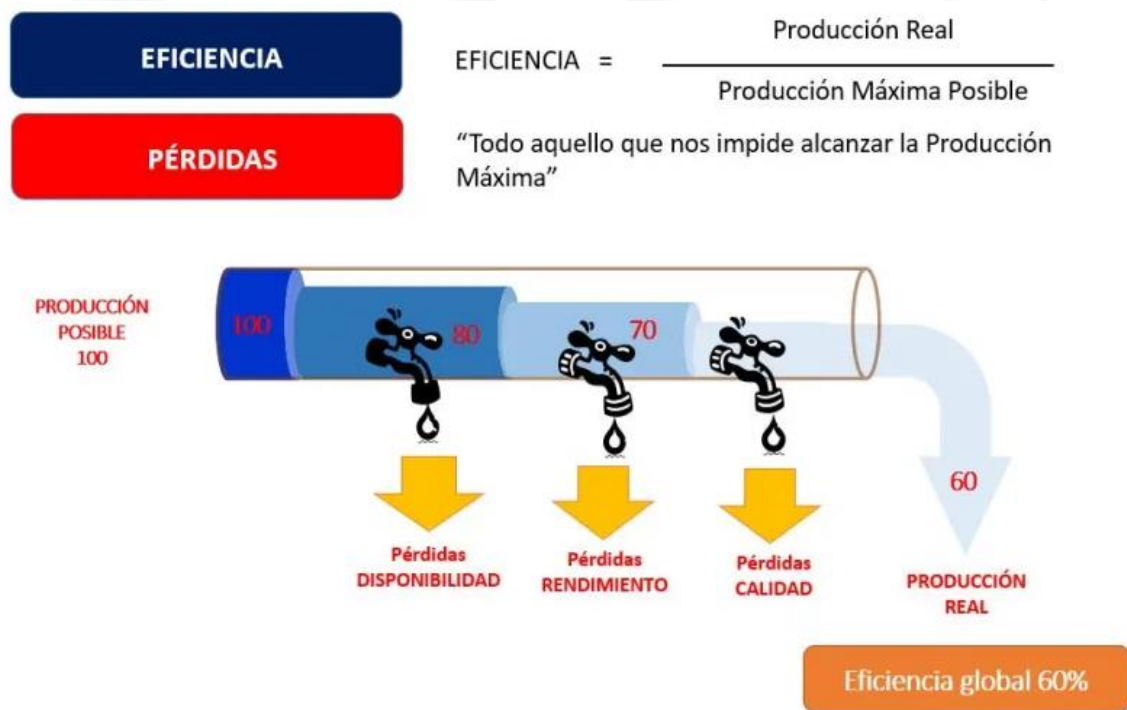
La problemática actual del caso en estudio es las “**paradas de producción no planificadas**”, situación que afecta la eficiencia productiva y el cumplimiento de los objetivos de manufactura, poniendo en riesgo el buen nivel de servicio y atención que necesita brindar la empresa con sus clientes y por ende la demanda de la empresa. Otro aspecto importante para mencionar es que las causas que generan las paradas no planificadas o perdidas del proceso de fabricación no están identificadas, por tal razón no se pueden elaborar los planes de acción de mejora que permitan eliminar o reducir dichas paradas.

El principal motivo por el cual el área de producción no puede identificar las causas de las paradas no planificadas, se debe a que no se cuenta con los controles e indicadores necesarios que permitan identificar y cuantificar los paros no planificados del proceso productivo, se tienen indicadores que permiten medir el nivel de cumplimiento del plan de producción, las coberturas de inventarios, los defectuosos de producción y el costo de la mano de obra directa entre los más resaltantes, siendo estos insuficientes para realizar un adecuado control de la eficiencia productiva, también es notorio la falta de indicadores para medir el nivel de servicio que brindan las áreas soporte como son MANTENIMIENTO, MATRICERÍA y RECURSOS HUMANOS, siendo fundamental la participación de estas áreas para el logro de los objetivos del Core Business de la empresa del presente caso en estudio.

Según lo mencionado anteriormente, todo proceso de manufactura siempre tendrá un grado de paradas o pérdidas no planificadas, por ello la importancia de poder medir y controlar dichos procesos con el fin de elaborar los planes de mejora necesarios según la brecha detectada respecto a los objetivos trazados. A continuación, en la siguiente **figura 3.1** se muestra el comportamiento típico que todo proceso productivo tiene, la clave del éxito de la gestión de producción es poder llevar las pérdidas del proceso a niveles estadísticos controlados, de lo contrario se tendrán altas probabilidades de no cumplir con los objetivos de producción establecidos.

Figura 3.1

Pérdidas de un Proceso Productivo



Nota. De "Mejora de la Eficiencia (OEE)", Por CDI Lean, 2019, (<https://lean.cdiconsultoria.es/mejora-eficiencia-oe-que-es/>)

A continuación, en las siguientes **figuras 3.2** y **3.3** se muestran el organigrama general de la empresa CANTOL SAC y el Diagrama de Procesos de producción, se debe resaltar que la presente tesis se ha realizado en el área de la Gerencia de Operaciones.

Figura 3.2

Organigrama de la empresa CANTOL SAC

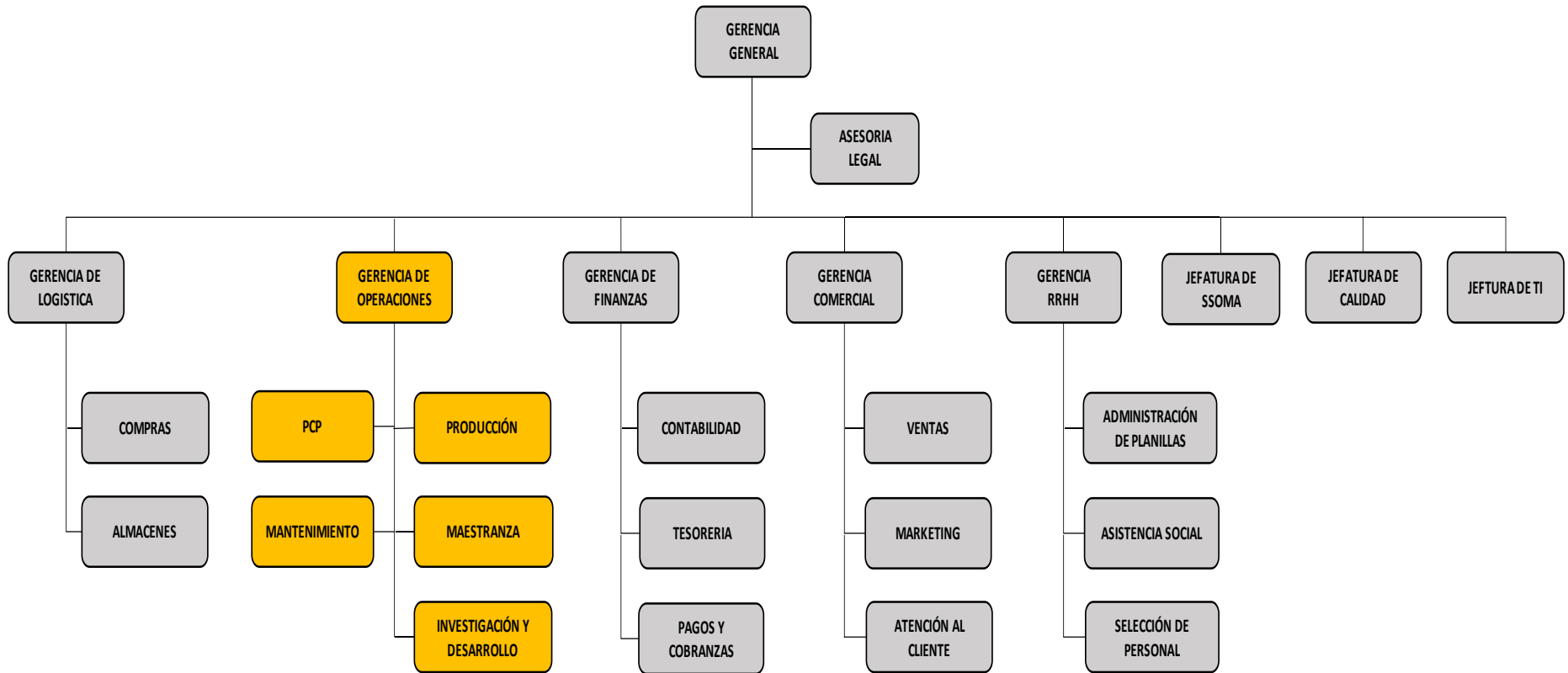
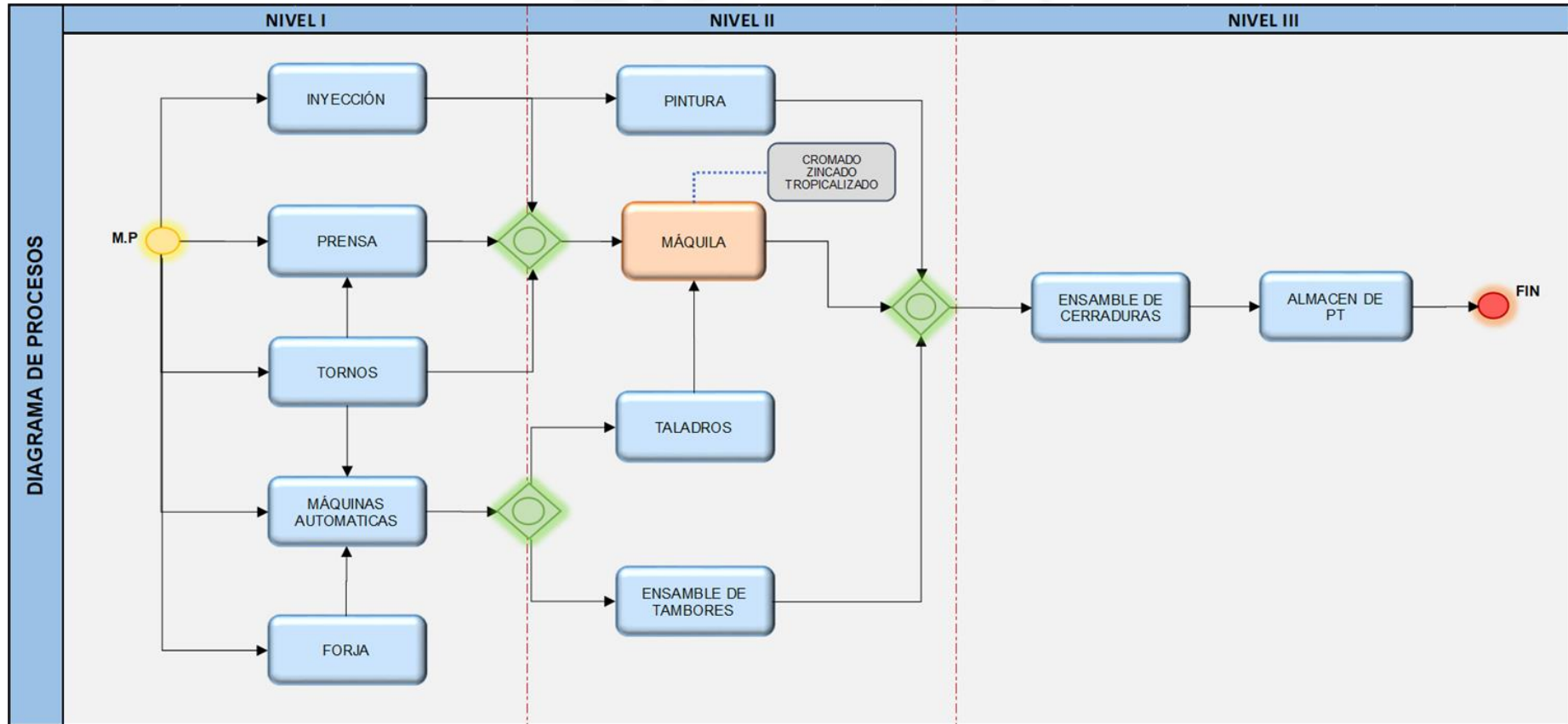


Figura 3.3

Diagrama de Procesos de Manufactura de la empresa CANTOL S.A.C.



3.2 Descripción del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC

A continuación, se procederá a describir de forma resumida las actividades que realizan las áreas que participan en el proceso de fabricación de cerraduras de la marca CANTOL, se agrega para cada área de producción las imágenes referenciales de las principales máquinas que intervienen en el proceso de manufactura:

3.2.1 Tornos

Área productiva que trabaja con maquinaria de TORNERÍA principalmente, su input de materiales son ejes o varillas de acero y bronce de distintos diámetros, esto de acuerdo con las medidas o geometrías de las piezas a producir indicadas en los planos de fabricación.

Figura 3.4

Modelo de Torno marca Traub



3.2.2 Prensas

Proceso de manufactura que trabaja con máquinas de CORTE y PRENSADO principalmente, su input de material son planchas de acero de distintos espesores y tipos, esto de acuerdo con el tipo de pieza a fabricar y a las propiedades físicas de la plancha que se requiere para poder prensar las piezas o productos requeridos según el plan de producción.

Figura 3.5

Modelo de Prensa Excéntrica



Figura 3.6

Modelo de Guillotina



3.2.3 Forja

Área productiva que trabaja con máquinas para el proceso de FORJADO, CORTE y FRESADO, su input de material son perfiles de bronce, con diámetros dimensionados según los planos de fabricación.

Figura 3.7

Máquina para el Proceso de Forjado



Figura 3.8

Máquina para el proceso de Corte de Perfiles de Bronce



3.2.4 Inyección

Área de manufactura que trabaja con una máquina inyectora y moldes para el proceso de INYECCIÓN, su input de material es la materia prima de zamak en presentación de lingotes, los moldes están diseñados según el tipo de pieza a inyectar.

Figura 3.9

Máquina para el proceso de Inyección con material de Zamak



3.2.5 Máquinas Automáticas

En este proceso se reciben piezas o productos intermedios semi terminados, abastecidos principalmente por el área de tornos y forja, se trabaja con máquinas diseñadas especialmente para los procesos requeridos, estos procesos son TALADRADO, BROCHADO, RANURADO, TRANSFER y CIFRADO DE LLAVES principalmente.

Figura 3.10

Máquina para el Proceso de Cifrado de Llaves



Figura 3.11

Máquina para el Proceso de Brochado de Cilindros de Bronce



Figura 3.12

Máquina para el Proceso de Taladrado de Cilindros de Bronce



3.2.6 Pintura

Área productiva que recibe piezas o productos intermedios semi terminados, abastecidos principalmente por el área de prensas, dentro de esta área resalta los procesos de VIBRADO, PLAFORIZADO, PINTADO y CURADO en el orden descrito.

Figura 3.13

Línea para el Proceso de Plaforizado de piezas Metálicas



Figura 3.14

Olla para el Proceso de Abrillantado de piezas Metálicas



Figura 3.15

Proceso de Pintado en Polvo



3.2.7 Taladros

Área productiva que recibe piezas o productos intermedios semi terminados, abastecidos principalmente por las áreas de forja, tornos y máquinas automáticas, dentro de esta área se destaca los procesos de TALADRADO y REMACHADO de productos intermedios.

Figura 3.16

Proceso de Remachado de Piezas Internas de Cerraduras



3.2.8 Ensamble de Tambores

Área productiva que recibe piezas o productos intermedios semi terminados, abastecidos principalmente por las áreas de tornos y máquinas automáticas, en esta área se realiza el proceso de ENSAMBLE de los “set de tambores”, esta área a su vez abastece directamente a la línea de ensamble de cerraduras.

Figura 3.17

Proceso de Ensamble de Tambores de Cerraduras



3.2.9 Ensamble de Cerraduras

Área productiva de tercer nivel que recibe piezas o productos intermedios terminados, en esta área se recibe todas las piezas fabricadas por las áreas antecesoras de primer y segundo nivel, según programa de ensamble y modelo de cerradura se prepara el lote a ensamblar.

Figura 3.18

Proceso de Ensamble de Cerraduras



3.3 ERP de Producción de la empresa CANTOL SAC

Hay que tener en consideración que la empresa del caso en estudio cuenta con un ERP para la gestión de producción desarrollado por la propia organización, herramienta que permite programar y realizar los ingresos de producción, al mismo tiempo esta información es direccionada al SAP BUSINESS ONE, ERP con el que también cuenta la empresa, una de las alternativas de solución es aprovechar este ERP para desarrollar la lógica y pantallas de interacción y así se ponga en práctica las metodologías del OEE y 5Ms.

Seguidamente en la **figura 3.9** se muestra gráficamente de forma referencial la integración que se tiene entre los ERP SAB BUSINESS ONE y el ERP CANTOL, integración realizada en su momento por las áreas de Tecnología de la Información de la empresa CANTOL y el proveedor de SAP.

Figura 3.19

Interrelación del ERP CANTOL y SAP BUSINESS ONE



Se detalla a continuación la principal información que maneja el ERP CANTOL y que es enviada a SAP BUSINESS ONE.:

- Carga del plan mensual y anual de ventas.
- Carga del plan mensual y anual de producción.
- Generación del boom de materiales.
- Ingresos de producción.
- Ingresos de defectuosos de producción.
- Ingresos de mermas de producción.
- Control de Inventarios (coberturas).

Se muestra a continuación en las siguientes **figuras 3.20, 3.21 y 3.22** las principales pantallas de trabajo que tiene actualmente el ERP CANTOL para la gestión de producción.



Figura 3.20

Pantalla de Programación de la Producción en el ERP CANTOL

CANTOL PLUS - Almacen - [PROGRAMA DE PRODUCCIÓN REQUERIDO]

TABLAS TECNOLOGIA ALMACENES PRODUCCION CALIDAD VENTAS MPS MRP SEGURIDAD INDICADORES

Excel ↻ Refrescar 📅 Período 📊 Cumplimiento 📄

<< AREA DE ACTIVIDAD >> << SITUACIÓN >> ● Pendiente ● Parcial ● Concluido

Cumplimiento general: **66.91%** Período: 03/2019
 Total requerido (UND): **8,222,157.73**
 Total producido (UND): **5,501,687.45**

Incluir requerido [0]

NEW LOTE	SIT	CODIGO SGC	CODIGO SPEED	DESCRIPCION ARTICULO	UND	AVANCE(%) CUMPLI	SMF	CANTIDAD REQUERIDO	CANTIDAD PRODUCCIDO	CANTIDAD PENDIENTE	ABC	STOCK DISPONIBLE	STOCK PROCESO	UNIDAD HORA	NUM MAQ	SUGERIDO MAQUINA	HORAS REQUERIDO	REQUE CAND
1		PIN0001	FEPI0100007	ABRAZADERA PERA CLASICA	UND	0.00	●	1,613.58	0.00	1,613.58	B	0.00	1,904.00	250	0	0.00	6.45	
2		PIN0002	FEPI0100012	ABRAZADERA PERA MAXIMA	UND	52.62	●	7,324.15	3,854.00	3,470.15	B	0.00	6,580.00	250	0	0.00	29.30	
3		PIN0630	FEPI0100515	ABRAZADERA PERA MAXIMA 1100	UND	0.00	●	1,015.72	0.00	1,015.72	C	0.00	1,128.00	400	0	0.00	2.54	
4		PIN0003	FEPI0100009	ABRAZADERA PERA ZINCADA CLASICA	UND	0.00	●	1,613.58	0.00	1,613.58	B	2,688.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
5		PIN0004	FEPI0100026	ABRAZADERA PERA ZINCADA MAXIMA	UND	52.68	●	7,324.15	3,858.00	3,466.15	B	2,252.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
6		PIN0635	FEPI0100521	ABRAZADERA PERA ZINCADA MAXIMA 1100	UND	0.00	●	1,400.92	0.00	1,400.92	C	703.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
7		PIN0005	FEPI0100030	ANILLO GUIA DE TIRADOR SUPER	UND	52.81	●	50,000.00	26,403.00	23,597.00	A	0.00	3,597.00	170	3	16,666.67	294.12	
8		PIN0006	FEPI0100031	ANILLO GUIA DE TIRADOR ZINCADO SUPER	UND	44.72	●	44,726.99	20,000.00	24,726.99	A	9,141.00	6,403.00	0	0	0.00	0.00	
9		PIN0007	FEPI0100028	ANILLO GUIA EJE PORTAPICAPORTE 250	UND	100.00	●	8,000.00	8,000.00	0.00	B	0.00	0.00	199	3	2,666.67	40.20	
10		PIN0008	FEPI0100029	ANILLO GUIA EJE PORTAPICAPORTE ZINCADO 250	UND	188.27	●	7,980.13	15,024.00	0.00	B	13,112.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
11		PIN0302	FEPI0100217	ANILLO GUIA TIRADOR ZINCADO COMPACTA	UND	704.96	●	699.33	4,930.00	0.00	C	3,477.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
12		PIN0011	FEPI0100033	ANILLO SEPARADOR 2.5 MM	UND	106.98	●	10,000.00	10,698.00	0.00	A	4,373.00	0.00	266	3	3,333.33	37.59	
13		PIN0012	FEPI0100241	ANILLO SEPARADOR 3.7 MM	UND	101.28	●	90,000.00	91,155.00	0.00	A	0.00	0.00	266	3	30,000.00	338.35	
14		PIN0017	FEPI0100234	ANILLO SEPARADOR ZINCADO 3.7 MM	UND	105.90	●	84,062.30	89,021.00	0.00	A	72,712.00	7,234.00	0	0	0.00	0.00	
15		PIN0021	FEPI0100218	ARANDELA CABALLITO COMPACTA 160	UND	127.17	●	1,200.00	1,526.00	0.00	C	0.00	0.00	1,200	0	0.00	1.00	
16		PIN0027	FEPI0100348	ARANDELA SEPAPADOR CENTRAL TRABA ZINCADO CERRAD. ...	UND	84.91	●	2,417.96	2,053.00	364.96	C	847.00	0.00	0	0	0.00	0.00	
17		PIN0026	FEPI0100328	ARANDELA SEPARADOR CENTRAL TRABA CERRAD. EMBUTIR	UND	84.91	●	2,417.96	2,053.00	364.96	C	0.00	0.00	1,200	0	0.00	2.01	
18		PIN0379	FEPI0100155	ARCO CB50	UND	0.00	●	3,000.00	0.00	3,000.00	C	0.00	0.00	146	2	1,500.00	20.55	
19		PIN0382	FEPI0100405	ARCO CB50 - DOBLADO	UND	0.00	●	3,000.00	0.00	3,000.00	C	0.00	0.00	71	1	3,000.00	42.25	
20		PIN0380	FEPI0100158	ARCO CB60	UND	0.00	●	3,000.00	0.00	3,000.00	C	0.00	0.00	146	2	1,500.00	20.55	
21		PIN0383	FEPI0100406	ARCO CB60 - DOBLADO	UND	0.00	●	3,000.00	0.00	3,000.00	C	0.00	0.00	71	1	3,000.00	42.25	
22		PIN0381	FEPI0100161	ARCO CB70	UND	0.00	●	2,000.00	0.00	2,000.00	C	0.00	0.00	146	2	1,000.00	13.70	
23		PIN0384	FEPI0100407	ARCO CB70 - DOBLADO	UND	0.00	●	1,200.00	0.00	1,200.00	C	0.00	0.00	71	1	1,200.00	16.90	

Base de Datos: SGCANTOL. Usuario: EMONTOYA. Soporte: Mail: mbendezu@cantol.com.pe - RPM: 970946799. Versión: 1.0.0.8

Figura 3.21

Pantalla del proceso de MRP de materiales para la Producción

CANTOL PLUS - Almacén - [BOLSA DE MPR DE PRODUCTOS DE COMPRAS SUGERIDA]

TABLAS TECNOLOGIA ALMACENES PRODUCCION CALIDAD VENTAS MPS MRP SEGURIDAD INDICADORES

GRABAR MRP BOLSA PROGRAMADO N° MRP: 2019-10

201910 [04/03/19 - 09/03/19] CERRADO MPS - PTE: MARZO - 2019 IMPORTE TOTAL (S/.) 1,082,807.56

<< ORIGEN PROVEEDOR >>

VER DET	ADD PRG	CODIGO SPEED	DESCRIPCIÓN ARTICULO	UMC	COMPRA PLANEADO	COMPRA PROGRAM	COMPRA_PRG CMC	COB_PRG CMC	COMPRA_PRG CAP_MAX	COB_PRG CAP	STOCK OBSERVADO	INGRESO PLANEADO	CPD HISTORICO	CPD PLANEADO	TRANSITO O/C	SE
1		ACCC0100005	CAJA CORRUGADA BLANCA DE TRANCA CANTOL	MLL	0.85	1.00	2.00	0	1.00	0	0.00	2019-03-25	17.19	23.69		0
2		ACCC0200010	CAJA DE CARTON MODELO MAXIMA 1000	UND	20,901.27	15,000.00	20,902.00	35	14,000.00	24	0.00	2019-03-11	434.94	590.76	2019-03-22	0
3		ACCC0200008	CAJA DE CARTON MODELO SUPER 900	UND	21,411.82	16,000.00	21,412.00	32	15,000.00	23	0.00	2019-03-11	453.70	663.86	2019-03-22	0
4		CCCE0100047	CILINDRO PERFIL EUROPEO LLAVE-LLAVE PTA PRINC...	UND	2,484.75	0.00	3,000.00	54	2,485.00	45	950.00	2019-03-11	38.26	55.73	2019-04-08	0
5		ACPE0500003	PERNO CC 1/4"X3.1/2"	MLL	4.68	0.00	50.00	0	3.00	0	0.00	2019-05-20	49.00	114.74	2019-05-31	0
6		ACRS0100027	RESORTE TORSION 2.3	MLL	1.92	2.00	2.00	0	2.00	0	0.00	2019-03-25	35.53	53.14	2019-04-01	0
7		ACST0100084	HOLOGRAMA CANTOL VIVE TRANQUILO	MLL	102.54	0.00	500.00	0	103.00	0	0.00	2019-03-04	2,153.90	2,521.18		0
8		ACST0100006	STICKER MODELO SUPER 300	MLL	4.08	10.00	5.00	0	5.00	0	0.00	2019-03-04	42.00	78.57		0
9		ACST0100007	STICKER MODELO SUPER 400	MLL	3.33	4.00	5.00	0	4.00	0	0.00	2019-03-04	48.17	75.81		0
10		ACCC0300001	CAJA MICROCORRUGADA SET DE CERRAD.EMBUTIR ...	MLL	0.93	1.00	2.00	0	1.00	0	0.00	2019-03-18	15.03	20.19	2019-03-22	0
11		ACPE0200003	STOVEBOLT M4X7	MLL	52.05	0.00	100.00	0	53.00	0	0.00	2019-05-20	972.79	1,443.54	2019-05-31	0
12		ACPE0200010	STOVEBOLTS M6X45	MLL	382.27	0.00	383.00	0	153.00	0	81.60	2019-04-15	4,220.89	10,095.00	2019-05-31	0
13		ACPE0500004	TORNILLO 3/4"X7"	MLL	405.77	0.00	550.00	0	406.00	0	0.00	2019-03-11	10,734.31	12,310.00	2019-05-31	0
14		ACPE0600002	TUERCA HEXAGONAL M6	MLL	385.90	0.00	386.00	0	336.00	0	0.00	2019-03-25	8,437.66	9,229.64	2019-05-31	0
15		ACRS0100013	RESORTE DE CERROJO CB50 - CB60	UND	10,492.36	10,000.00	10,493.00	50	10,493.00	50	0.00	2019-03-11	55.54	211.51		0
16		ACRS0100019	RESORTE DE CERROJO CB70	MLL	0.75	1.00	5.00	0	1.00	0	0.00	2019-03-25	61.03	42.86	2019-03-22	0
17		ACME0200014	CAJA DE CARTON MICROCORRUGADO GINEBRA EXT...	MLL	0.12	1.00	2.00	1	1.00	0	0.00	2019-03-18	4.17	3.46	2019-03-25	0
18		ACME0100013	MANIJA CLASICA GINEBRA BR ANTIGUO IZQ GPC83I	UND	193.45	0.00	194.00	42	144.00	32	0.00	2019-03-04	6.40	4.57	2019-04-08	0
19		ACME0100014	MANIJA CLASICA GINEBRA BR ANTIGUO DER GPC83D	UND	303.27	0.00	304.00	46	200.00	30	0.00	2019-03-04	1.83	6.63	2019-04-08	0
20		CCCE0100049	CILINDRO PERFIL EUROPEO LLAVE-LLAVE PTA PRINC...	UND	514.91	0.00	1,500.00	143	515.00	49	0.00	2019-03-11	5.84	10.47	2019-04-08	0
21		ACPE0200019	STOVEBOLTS CAB AVELLANA PHILLIPS AC ZINCADO ...	MLL	2.26	0.00	200.00	5	3.00	0	0.00	2019-07-29	18.44	38.40		0
22		ACPE0200022	PERNO CABEZA HEXAGONAL M6X6.5 CHAFLAN	MLL	1.20	0.00	2.00	0	0.00	0	0.00	2019-03-04	1.00	50.77	2019-03-15	0

Figura 3.22

Pantalla de Coberturas de Productos Intermedios y Productos Terminados

CANTOL PLUS - Almacen - - [LISTADO DE ABC - STOCK - CPD - COBERTURA || PRODUCCIÓN]

TABLAS TECNOLOGIA ALMACENES PRODUCCION CALIDAD VENTAS MPS MRP SEGURIDAD INDICADORES

Fecha: 22/03/2019 09:08:05 Fecha pedido: 2016-01-18-12.08.50

Stock por Familia PTE		Rango	Color	Cant. Items	%
SOBREPONER	44,443.0	SOBRE STOCK	●	37	48.7%
GINEBRA	2,940.0	STOCK ÓPTIMO	●	8	10.5%
CANDADO	11,430.0	STOCK EN ALERTA	●	6	7.9%
STOCK TOTAL (UND)		STOCK CRÍTICO	●	25	32.9%
62,371.00					

Considerar Artículo planificado los almacenes.

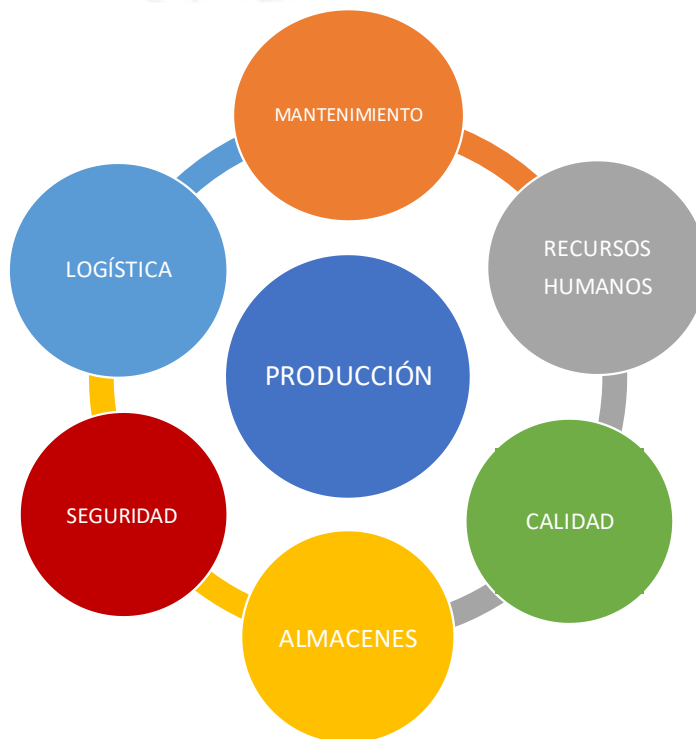
COBERTURA SGC	CODIGO SPEED	DESCRIPCIÓN ARTICULO	UND	ABC	RANK	STOCK DISPONIBLE	EN PROCESO	PLAN VENTAS	VENTAS MES	PRODUCCION MES	CPD. HISTORICO	COB HIST	COB SEG	COB IDE	COB MAX	CPD. PLAN	
1	PTE0121	PT010101027	CERRADURA SUPER 900 - RETAIL	UND	B	0	900.00	0.00	1,990.0	0.0	1,032.00	1.0	900	0	12	25	79.0
2	PTE0122	PT010103009	CERRADURA MAXIMA 1000 - RETAIL	UND	B	0	0.00	0.00	2,210.0	0.0	0.00	1.0	0	0	12	25	86.0
3	PTE0123	PT010104016	CERRADURA MEGA 440	UND	B	0	0.00	0.00	48.0	0.0	0.00	1.0	0	0	12	25	2.0
4	PTE0124	PT010101014	CERRADURA SUPER 900 COLOR NEGRO	UND	B	0	120.00	0.00	0.0	0.0	0.00	1.0	120	0	0	0	0.0
5	PTE0007	PT010103001	CERRADURA MAXIMA 1000	UND	A	1	1,148.00	2,310.00	9,083.0	5,745.0	5,100.00	432.0	3	15	28	40	418.0
6	PTE0016	PT010101001	CERRADURA SUPER 900	UND	A	2	11,264.00	84.00	11,588.0	6,432.0	9,510.00	472.0	24	15	28	40	460.0
7	PTE0001	PT010102002	CERRADURA CLASICA 250	UND	A	3	7,301.00	0.00	7,311.0	4,585.0	6,636.00	303.0	24	15	28	40	323.0
8	PTE0014	PT010101003	CERRADURA SUPER 700	UND	A	4	2,998.00	0.00	5,667.0	3,150.0	3,912.00	272.0	11	15	28	40	204.0
9	PTE0015	PT010101002	CERRADURA SUPER 800	UND	A	5	5,869.00	0.00	4,073.0	2,597.0	5,868.00	229.0	26	15	28	40	168.0
10	PTE0011	PT010101006	CERRADURA SUPER 300	UND	A	6	1,207.00	0.00	920.0	992.0	18.00	73.0	17	15	28	40	55.0
11	PTE0012	PT010101005	CERRADURA SUPER 400	UND	B	7	1,824.00	0.00	1,036.0	720.0	0.00	61.0	30	15	28	40	50.0
12	PTE0092	PT010104009	CERRADURA MAXIMA 1100	UND	B	8	1,013.00	0.00	204.0	91.0	0.00	15.0	68	45	58	70	7.0
13	PTE0009	PT010104002	CERRADURA SUPER 880	UND	B	9	80.00	240.00	239.0	108.0	360.00	17.0	5	30	42	55	7.0
14	PTE0010	PT010104001	CERRADURA SUPER 990	UND	B	10	717.00	0.00	447.0	219.0	600.00	19.0	38	30	42	55	15.0
15	PTE0008	PT010104003	CERRADURA SUPER 770	UND	B	11	771.00	0.00	144.0	73.0	0.00	13.0	59	30	42	55	5.0
16	PTE0086	PT010201013	CERRADURA TRANCA PREMIUN / BARRA 1.05 MT	UND	B	12	10.00	0.00	255.0	157.0	198.00	11.0	1	30	42	55	10.0
17	PTE0002	PT010102001	CERRADURA CLASICA 270	UND	B	13	1,454.00	0.00	554.0	237.0	0.00	20.0	73	30	42	55	22.0
18	PTE0017	PT010301002	CERRADURA SUPER COMPACTA 120	UND	B	14	37.00	0.00	952.0	254.0	900.00	29.0	1	15	28	40	42.0
19	PTE0031	PT020250000	CANDADO BLINDADO CB50	UND	B	15	3,452.00	0.00	1,968.0	716.0	0.00	37.0	93	15	28	40	58.0
20	PTE0032	PT020260000	CANDADO BLINDADO CB60	UND	B	16	2,328.00	0.00	1,468.0	431.0	0.00	37.0	63	15	28	40	48.0
21	PTE0006	PT010201002	CERRADURA ESPECIAL TRANCA / BARRA 1.05 MTS	UND	B	17	276.00	0.00	279.0	160.0	347.00	11.0	25	30	42	55	11.0

3.4 Áreas soporte de la Gestión de Producción

Las áreas soporte desempeñan un papel fundamental en el proceso productivo, sin la gestión eficiente de estas áreas el proceso productivo no podría lograr sus metas, por ello la importancia de su soporte, dentro de estas áreas tenemos a MANTENIMIENTO, MATRICERIA, CALIDAD, ALMACENES, LOGISTICA, RECURSOS HUMANOS y SEGURIDAD INDUSTRIAL entre las más principales como socios de trabajo.

Figura 3.23

Gráfico de Áreas soporte de la Producción



3.5 Actuales indicadores de la Gestión de Producción

A continuación, se detallan los actuales indicadores que se usan en el área de producción desde el 2014 al 2023 y su forma de cálculo respectiva:

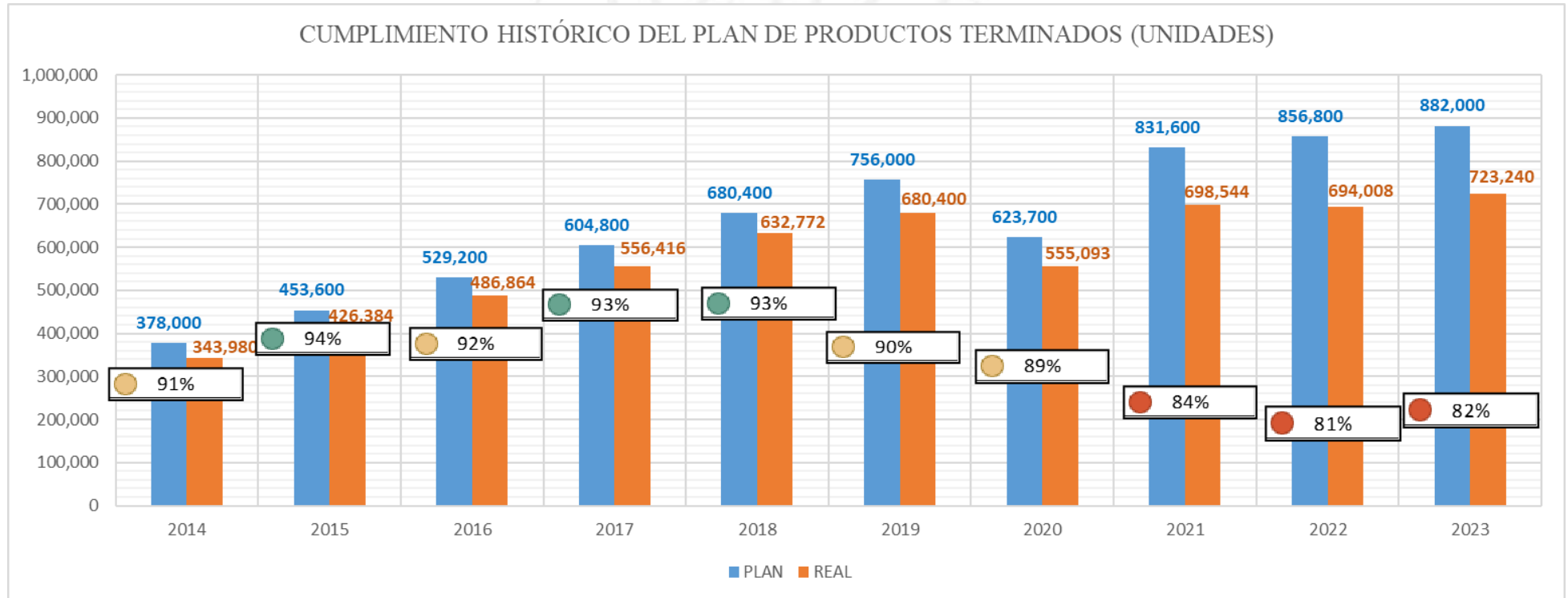
- Indicador de Cumplimiento al Plan de Productos Terminados.
 - $APEGO\ AL\ PLAN\ DE\ PT = \frac{UND\ PLAN}{UND\ REALES} \times 100\%$

- Indicador de Cumplimiento al Plan de Productos Intermedios.
 - $APEGO\ AL\ PLAN\ DE\ PI = \frac{UND\ PLAN}{UND\ REALES} \times 100\%$
- Indicador de Costo de la Mano de Obra por Unidad Fabricada.
 - $COSTO\ MOD = \frac{PLANILLA\ MOD}{UNIDADES\ FABRICADAS}$
- Indicador de Cumplimiento de Horas Proceso de Producción.
 - $APEGO\ AL\ PLAN\ DE\ HP = \frac{HORAS\ PLAN}{HORAS\ REALES} \times 100\%$
- Indicador de Coberturas de Productos Terminados.
 - $COBERTURA\ DE\ PT = \frac{STOCK}{CONSUMO\ PROMEDIO\ DIARIO}$
- Indicador de Coberturas de Productos Intermedios.
 - $COBERTURA\ DE\ PI = \frac{STOCK}{CONSUMO\ PROMEDIO\ DIARIO}$
- Indicador de Defectuosos de Producción.
 - $DP = \frac{PRODUCCIÓN\ BUENA}{PRODUCCIÓN\ TOTAL} \times 100\%$

A continuación, se mostrarán gráficamente en las **figuras 3.24, 3.25, 3.26 y 3.27** los principales indicadores (KPI) que viene gestionado la empresa del caso en estudio para el control de sus operaciones de manufactura:

Figura 3.24

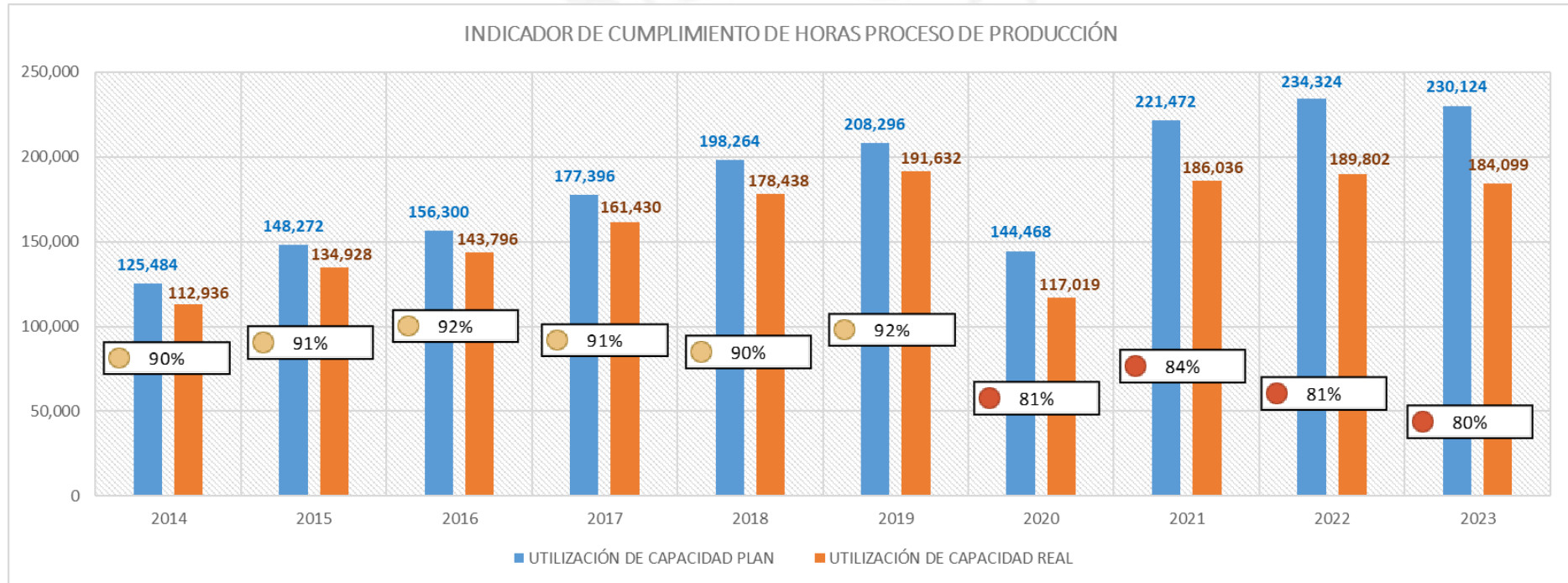
Indicador de Cumplimiento del Plan de Ensamble de Cerraduras



El indicador de cumplimiento de productos terminados muestra un deterioro a lo largo de los años 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023, afectando el stock proyectado planeado y en consecuencia el nivel de servicio al área comercial para el cumplimiento de las ventas de la organización, importante resaltar que la utilización de capacidad ha ido creciendo a lo largo de los años.

Figura 3.25

Indicador de Cumplimiento de Horas Proceso de Producción

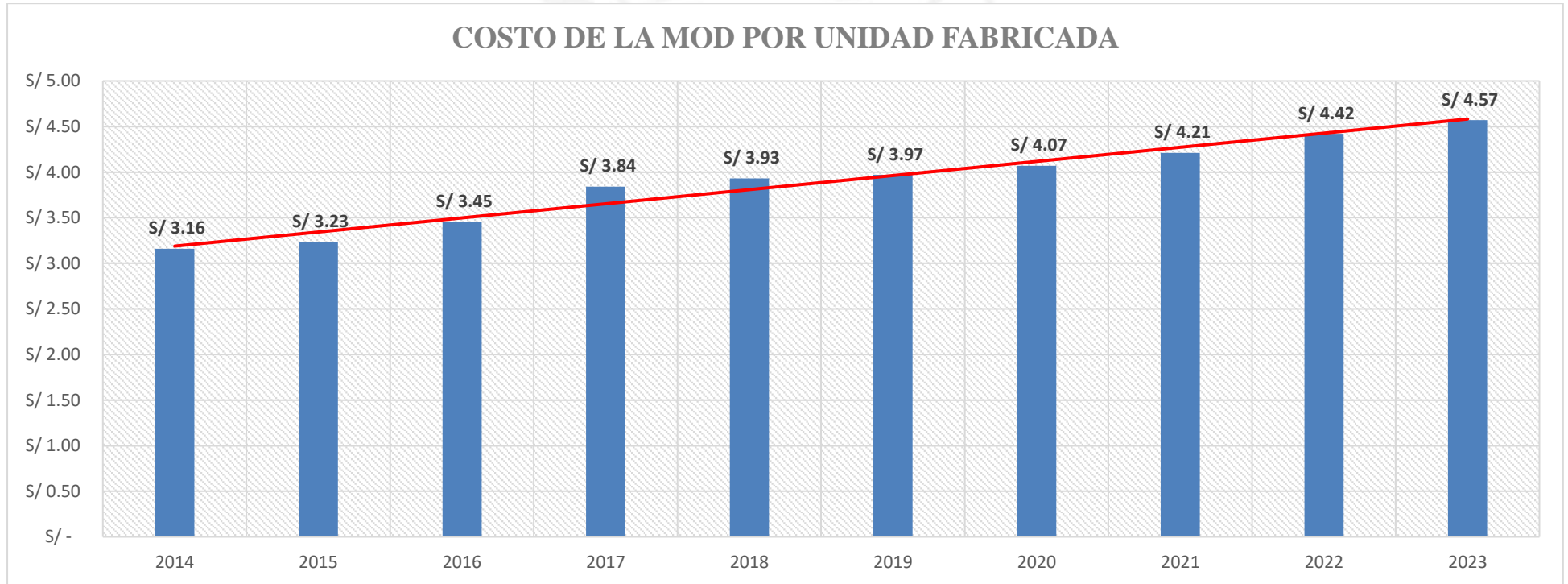


AÑO	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023
DEFICIT DE HORAS PROCESO	12,548	13,344	12,504	15,966	19,826	16,664	27,449	35,436	44,522	46,025

- Considerando el nivel de cumplimiento de horas proceso de producción de los ultimo cinco años (2019 a 2023) se tiene un crecimiento del 176% en el déficit de horas no producidas según los planes de producción, este índice anual creció de 19,826 a 46,025 horas no producidas.

Figura 3.26

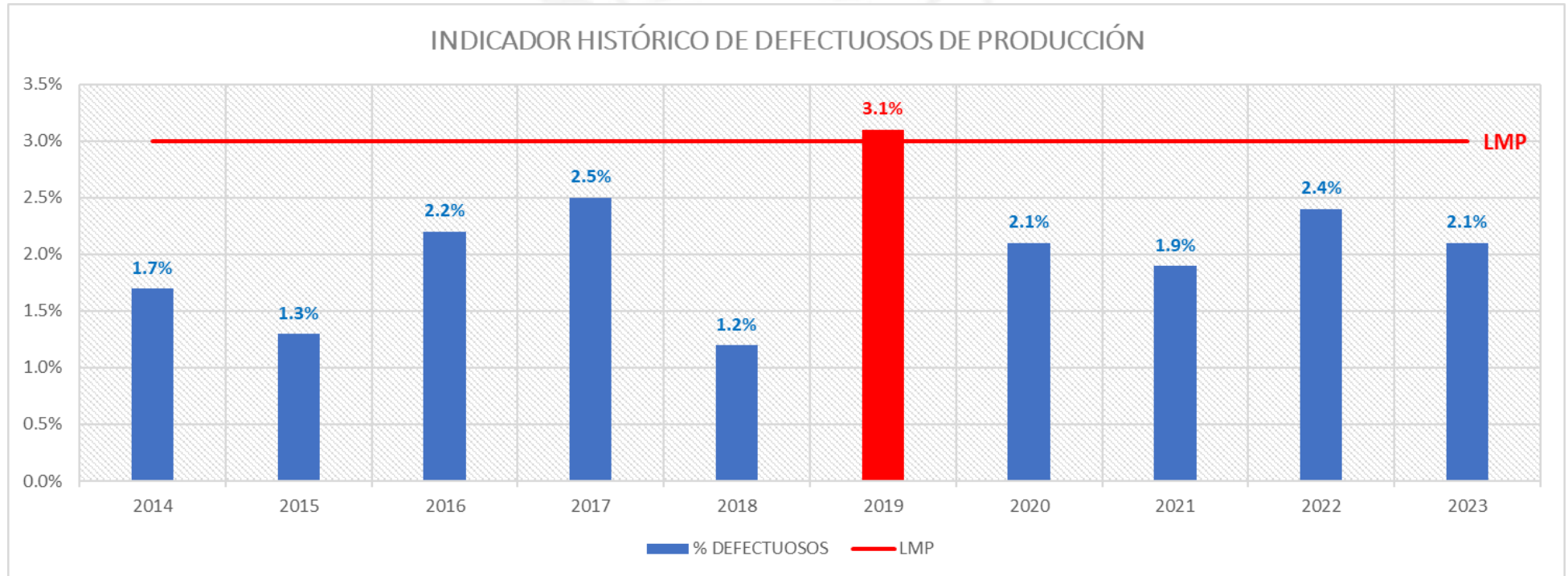
Indicador del Costo de la Mano de Obra por Unidad Fabricada



- El presente indicador muestra como el costo de fabricación se ha incrementado en los últimos años, afectando la rentabilidad de la empresa del caso en estudio.

Figura 3.27

Indicador de Defectuosos de Producción



- El indicador muestra el nivel de defectuosos de producción de los últimos años, se puede concluir que el nivel de calidad se encuentra bajo control estadístico ya que está por debajo del límite máximo permitido (LMP) establecido por la empresa, a excepción del año 2019 donde se cruzó ese límite.

3.6 Diagnóstico de la problemática del caso en estudio

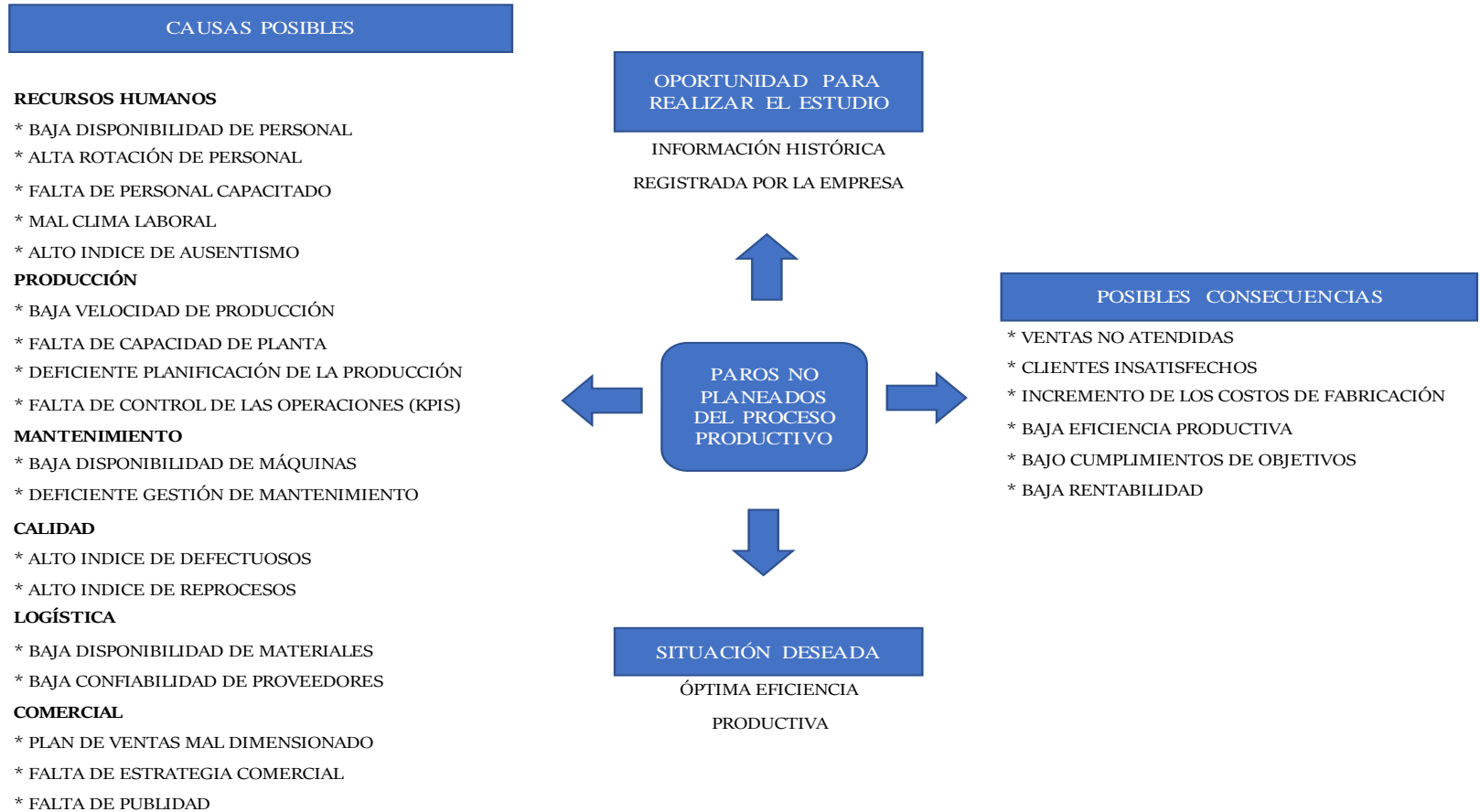
Según la información revisada entre los años 2014 y 2023 se puede concluir que la eficiencia productiva de la empresa CANTOL S.A.C. en los últimos años ha ido decayendo, los costos de producción se han incrementado en el tiempo y los objetivos del área no tienen un buen nivel de cumplimiento a comparación de años anteriores, no se cuentan con los controles e indicadores adecuados que permitan elaborar los planes de acción de mejora para afrontar y reducir los paros de producción no planificados, paros que son el principal motivo de la baja eficiencia productiva, el no cumplimiento de los objetivos trazados y del aumento de los costos de fabricación.

Se tiene cuantificado el déficit de horas perdidas de producción respecto a lo planeado o las unidades que se dejaron de fabricar, pero no se tiene identificado los motivos o causas de estas paradas o perdidas, por ello la importancia y necesidad de implementar nuevos controles que lleven a otro nivel la gestión de producción. Es importante destacar que la utilización de la capacidad de planta se ha ido incrementando en el tiempo debido a que el volumen de los planes de producción también ha ido en aumento a lo largo de los años, esto también representa una mayor exigencia de control para las operaciones de manufactura.

Por tal razón se propone implementar nuevos métodos de control de la producción que permitan identificar las causas de las paradas no planeadas y al mismo tiempo poder elaborar los planes de acción correspondientes que permitan mejorar la eficiencia productiva y el cumplimiento de los planes de producción. A continuación, en la **figura 3.28** para tener un mejor entendimiento se muestra el mapa conceptual de la problemática del caso en estudio.

Figura 3.28

Mapa Conceptual de la Problemática del Caso en Estudio



3.7 Propuestas y Evaluación de Alternativas de Solución

Como se ha visto el presente estudio muestra como problemática las paradas de producción no planificadas en la empresa CANTOL S.A.C., y su impacto en la rentabilidad de la empresa, en base al diagnóstico realizado se plantean dos alternativas de solución, la primera consiste en adquirir un nuevo ERP para mejorar la gestión de la producción, la segunda alternativa es implementar las metodologías “OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS” (OEE) y el análisis de fallos estructurado “5Ms” en el ERP CANTOL que ya tiene la empresa, para poder elegir la mejor opción se evaluó ambas alternativas en base a tres matrices de calificación que describiremos seguidamente.

3.7.1 Alternativa de Solución 1: Adquisición de un nuevo ERP para el control de la Producción

Esta propuesta refiere a la compra de un nuevo ERP que sirva como herramienta para optimizar la planificación y control del proceso productivo, de acuerdo con la problemática expuesta este software debe contar con los atributos o herramientas que permitan cuantificar los paros no planificados de producción con el fin de implementar los planes y acciones de mejora respectivos.

3.7.2 Alternativa de Solución 2: Repotenciar el ERP de Producción existente en la empresa

Esta propuesta apunta a optimizar el ERP existente con el que cuenta la empresa CANTOL S.A.C., se propone implementar las metodologías del OEE y 5Ms para que trabajen de forma interrelacionada con el principal objetivo de identificar y cuantificar las causas que originan los paros de producción no planificados.

3.7.3 Evaluación de Alternativas de Solución

De acuerdo con los objetivos planteados y para un mejor entendimiento, se ha elaborado tres matrices que se muestran en las siguientes **tablas 3.1, 3.2 y 3.3** donde se analizan ambas propuestas de solución, estas matrices se basan en la EVALUACIÓN DE SOLUCIONES A CAUSAS, EVALUACIÓN DE SOLUCIONES A

CONSECUENCIAS y la EVALUACIÓN DE RIESGOS para el éxito de su implementación, teniendo finalmente un puntaje general de calificación considerando las tres matrices mencionadas.

Tabla 3.1

Matriz de Evaluación de Soluciones a Causas

CAUSAS PRINCIPALES DE LA PROBLEMÁTICA	SOLUCIÓN N°1: "LA COMPRA DE UN ERP PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN"	SOLUCIÓN N°2: "REPOTENCIAR EL SOFTWARE EXISTENTE DE LA EMPRESA CON LAS METOLOGÍAS OEE Y 5 Ms"
BAJA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO
BAJA DISPONIBILIDAD DE MATERIAL PARA EL PROCESO PRODUCTIVO	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO
BAJA DISPONIBILIDAD DE PERSONAL PARA EL PROCESO PRODUCTIVO	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP NO PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE PERSONAL PARA EL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: NEGATIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE NO PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LA DISPONIBILIDAD DE PERSONAL PARA EL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: NEGATIVO
DEFICIENTE CONTROL Y SEGUIMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: POSITIVO
BAJO NIVEL DE SERVICIO DE LAS ÁREAS SOPORTE PARA EL PROCESO PRODUCTIVO	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP NO PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DEL NIVEL DE SERVICIO DE LAS ÁREAS SOPORTE DEL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: NEGATIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE NO PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CONTROL DE LAS ÁREAS SOPORTE DEL PROCESO PRODUCTIVO. EFECTO: NEGATIVO
PUNTAJE TOTAL	3	3

La matriz de evaluación mostrada de la tabla 3.1 considera los siguientes puntajes de evaluación:

- EFECTO POSITIVO = 1
- EFECTO NEGATIVO = 0

Tabla 3.2

Matriz de Evaluación de Soluciones a Consecuencias

PRINCIPALES CONSECUENCIAS DEL LA PROBLEMÁTICA	SOLUCIÓN N°1: "LA COMPRA DE UN ERP PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN"	SOLUCIÓN N°2: "REPOTENCIAR EL SOFTWARE EXISTENTE DE LA EMPRESA CON LAS METOLOGÍAS OEE Y 5 Ms"
PENALIDAD ECONÓMICA POR VENTA NO ATENDIDA	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A REDUCIR EL ÍNDICE DE VENTA PERDIDA. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A REDUCIR EL ÍNDICE DE VENTA PERDIDA. EFECTO: POSITIVO
CLIENTES INSATISFECHOS	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A REDUCIR EL ÍNDICE DE CLIENTES INSATISFECHOS. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A REDUCIR EL ÍNDICE DE CLIENTES INSATISFECHOS. EFECTO: POSITIVO
INCREMENTO EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A REDUCIR LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO
BAJA EFICIENCIA PRODUCTIVA	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA. EFECTO: POSITIVO
BAJO CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR EL CUMPLIMIENTO DE METAS DE PRODUCCIÓN. EFECTO: POSITIVO
INFLUENCIA NEGATIVA EN LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA	LA COMPRA DE UN NUEVO ERP PUEDE AYUDAR A MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA. EFECTO: POSITIVO	REPOTENCIAR EL ERP EXISTENTE PUEDE AYUDAR A MEJORAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA. EFECTO: POSITIVO
PUNTAJE TOTAL	6	6

La matriz de evaluación mostrada de la **tabla 3.2** considera los siguientes puntajes de evaluación:

- EFECTO POSITIVO = 1
- EFECTO NEGATIVO = 0

Tabla 3.3

Matriz de Evaluación de Riesgos

VARIABLES DE RIESGOS DE IMPLEMENTACIÓN	SOLUCIÓN N°1: "COMPRA DE UN ERP PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN"	SOLUCIÓN N°2: "REPOTENCIAR EL SOFTWARE EXISTENTE DE LA EMPRESA CON LAS METOLOGÍAS OEE Y 5 Ms"
COSTO DE INVERSIÓN	1	2
DIFICULTAD EN LA IMPLEMENTACIÓN	1	2
DIFICULTAD EN LA CAPACITACIÓN	1	2
TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	1	2
DIFICULTAD DE ADAPTACIÓN DEL PERSONAL	1	2
CLARIDAD EN LA DEFINICIÓN DE RESPONSABILIDADES	1	1
COMUNICACIÓN EFICIENTE	2	2
ENTENDIMIENTO DE METAS Y OBJETIVOS	1	2
PUNTAJE TOTAL	9	15

La matriz de evaluación mostrada de la **tabla 3.3** considera los siguientes puntajes de evaluación:

- INACEPTABLE = 0
- TOLERABLE = 1
- ACEPTABLE = 2

En la siguiente tabla 3.4 se muestra el resumen de los puntajes totales provenientes de las tablas 3.1, 3.2 y 3.3:

Tabla 3.4*Tabla de Puntajes Totales*

VARIABLES DE RIESGOS DE IMPLEMENTACIÓN	SOLUCIÓN N°1: "COMPRA DE UN ERP PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN"	SOLUCIÓN N°2: "REPOTENCIAR EL SOFTWARE EXISTENTE DE LA EMPRESA CON LAS METOLOGÍAS OEE Y 5 Ms"
SOLUCIONES A CAUSAS	3	3
SOLUCIONES A CONSECUENCIAS	6	6
ANÁLISIS DE RIESGOS	9	15
PUNTAJE TOTAL	18	24

3.8 Análisis de Variables de Riesgos para la Implementación de Alternativas de Solución

A continuación, se muestra de forma resumida el análisis comparativo de cada variable de riesgo de implementación para las dos alternativas de solución planteadas:

3.8.1 Costo de Inversión

La alternativa de solución N°1 significa un mayor costo de inversión debido a que representa adquirir un nuevo ERP para la empresa valorizado aproximadamente en 120,000 dólares americanos, en contraparte la alternativa de solución N°2 presenta la opción de un menor costo ya que involucra optimizar el ERP existente en la empresa con personal propio con el soporte del área de TI, esto involucra administrar y programar los tiempos del personal involucrado en el proyecto ya que estas actividades se sumaran a los tiempos de sus actividades laborales cotidianas.

3.8.2 Dificultad para la Implementación

Se ha concluido que la alternativa N°2 representa un menor riesgo en su implementación debido a que se estaría trabajando con un ERP ya existente y conocido para el personal

de la empresa del caso en estudio, el periodo de aprendizaje sería mucho menor a comparación de la alternativa N°2.

3.8.3 Dificultad en la Capacitación del Personal

Se ha determinado que la alternativa N°2 representa la mejor opción por ser un software ya conocido por el personal y que viene usando por varios años, a comparación de la alternativa N°2 donde se empezaría prácticamente desde cero en su aprendizaje.

3.8.4 Tiempo de Implementación

De igual forma que los dos puntos anteriores se concluyen que la opción N°2 representa el menor tiempo de implementación por ser una herramienta de trabajo ya conocida por el personal de la empresa.

3.8.5 Dificultad de Adaptación del Personal

Debido al conocimiento del uso del ERP existente en la empresa, se concluye que la alternativa de solución N°2 que involucra repotenciar el ERP en mención, representa el menor tiempo de adaptación.

3.8.6 Claridad en la Definición de Responsabilidades

Se concluye que ambas alternativas de solución pueden definir responsabilidades en su implementación de manera correcta.

3.8.7 Comunicación Eficiente

De igual manera que el punto anterior se ha llegado a la conclusión que ambas propuestas de solución pueden llegar a tener un buen nivel de comunicación en todos los participantes del proyecto.

3.8.8 Conclusión de Evaluación de Matrices

Se concluye que la alternativa de solución N°2 representa la mejor opción debido a que el ERP existente es de conocimiento y uso del personal de la empresa del caso en estudio. De acuerdo con los resultados de las tres matrices de valuación antes mostradas se concluye que la mejor alternativa de solución es la opción “2” que involucra implementar las metodologías “OEE” y “5Ms” en el ERP que usa actualmente la empresa CANTOL SAC.

3.9 Interrelación de la Solución Propuesta

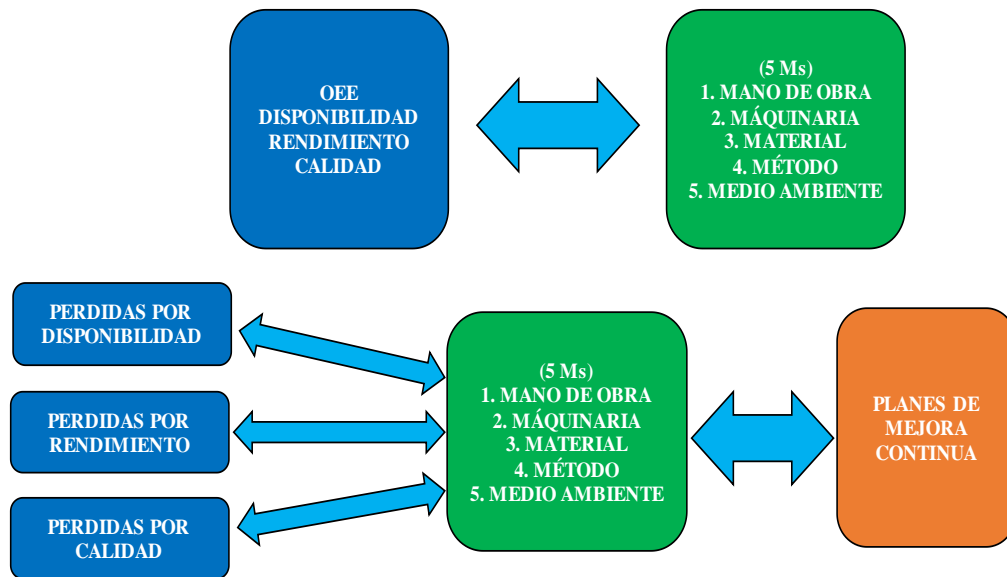
La integración propuesta en la presente tesis de las metodologías OEE y 5Ms es esencial para poder mejorar la eficiencia productiva en la empresa CANTOL SAC, está consiste en que ambos métodos estén relacionados y trabajen de manera secuencial, en primer lugar, el OEE servirá para poder medir y controlar las variables de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad del proceso productivo de cerraduras de la marca CANTOL; en segunda instancia la información de las causas que generan las paradas no planificadas del proceso productivo deben ser agrupadas según la metodología de las 5 Ms, que se basa o clasifica las causas de paradas en cinco grandes familias las cuales son: MÁQUINARIA, MANO DE OBRA, MATERIAL, MÉTODO y MEDIO AMBIENTE.

Seguidamente a la lógica o secuencia de gestión antes mencionada, se elaborará e implementará los planes de acción necesarios con las áreas responsables para poder eliminar o reducir las causas existentes que provocan los paros o pérdidas del proceso productivo, importante y necesario definir los objetivos de cada área, midiendo los resultados a través de los indicadores necesarios a implementar.

A continuación, la **figura 3.29** muestra gráficamente la interrelación que debe tener las metodologías del OEE, 5Ms y los PLANES DE ACCIÓN DE MEJORA que se requieren según sea el caso o situación a atender en el proceso productivo descrito.

Figura 3.29

Esquema de Interrelación de las metodologías OEE y 5Ms



3.9.1 Incorporación de Metodologías OEE y 5Ms en ERP de la empresa

Según la alternativa de solución elegida es clave poder implementar la lógica de las metodologías OEE y 5 Ms en el ERP de producción de la empresa CANTOL, por ello la importancia de que el personal encargado de dirigir e implementar el proyecto tenga claro el alcance y objetivos de este.

3.9.2 Diseño de Pantallas de Control según Metodologías OEE y 5Ms

El diseño de pantallas de control en el ERP CANTOL que permitan trabajar con las metodologías OEE y 5Ms están basadas en registrar el inicio y fin de una parada de producción no planificada de forma cronométrica, teniendo como unidad de medida el minuto. Seguidamente una vez registrada la parada con el reloj de conteo que tendrá el sistema ERP CANTOL se debe de seleccionar o elegir el tipo de causa de la parada según la estructura de familias que propone el método 5Ms. Se muestra a continuación en la **figura 3.30** el modelo de la pantalla para registrar las paradas no planificadas de producción.

Figura 3.30

Pantalla de Control de Tiempo para el registro de Paradas no Planificadas de Producción en ERP CANTOL

The screenshot displays the 'VER ORDEN DE TRABAJO' (View Work Order) screen in the ERP CANTOL system. The main window shows a list of production orders with columns for lot number, description, quantity, and status. A modal window titled 'INICIO - FIN DE PROCESO' (Start - End of Process) is open, allowing the user to record stoppage times for a specific lot (73622). The modal includes fields for 'Total minutos utilizados' (2,488) and 'Total minutos detenidos' (0), along with 'DETENER' (Stop) and 'FINALIZAR' (Finish) buttons. Below these fields is a table for recording stoppage events.

SITUACIÓN	FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN	TIPO PROBLEMA
▶ 1 INICIAR	2019-03-23	14:22:16	0001-01-01	00:00:00	

The background interface includes a menu bar with options like 'TABLAS', 'TECNOLOGIA', 'ALMACENES', 'PRODUCCION', 'CALIDAD', 'VENTAS', 'MPS', 'MRP', 'SEGURIDAD', and 'INDICADORES'. A status bar at the bottom shows the user 'EMONTOYA' and the system version '1.0.0.9'.

3.9.3 Diseño de Listado de Causas de Paradas no Planificadas según 5Ms

La elaboración del listado de causas de paradas según el método 5Ms es un punto muy importante en la solución planteada, ya que en base a esta clasificación se podrá clasificar y orientar los planes de acción que permitan reducir el índice de paradas no planificadas en el proceso productivo, es parte de cultura de la mejora continua que se debe de tener. Hay que tener en consideración que cada rubro de manufactura y a su vez cada área de un proceso productivo tiene sus propios problemas y realidades, por ello la importancia de poder elaborar el listado de causas para cada área de producción actualizándola en el tiempo, considerando su tipo de proceso, su naturaleza de trabajo y tipos de máquinas principalmente.

A continuación, en la siguiente **tabla 3.5** se muestra un modelo de listado de causas de paradas no planificadas de producción según método 5Ms.



Tabla 3.5*Modelo de Listado de Causas de Paradas no Planificadas de Producción según metodología 5Ms*

1 MÁQUINA	2 MANO DE OBRA	3 MATERIAL	4 MÉTODO	5 MEDIO AMBIENTE
1A FALLA MECÁNICA	2A FALTA DE PERSONAL	3A FALTA DE MATERIA PRIMA	4A SETUP	5A ILUMINACIÓN DEFICIENTE
1B FALLA ELÉCTRICA	2B INASISTENCIA DEL PERSONAL	3B FALTA DE INSUMOS	4B REPROGRAMAR SETUP	5B ESPACIOS REDUCIDOS
1C FALLA ELECTRONICA	2C ACCIDENTE DE TRABAJO	3C FALTA PRODUCTOS EN PROCESO	4C GENERACIÓN DE O.F.	5C PISO EN MAL ESTADO
1D FALLA POR LUBRICACIÓN	2D FALTA DE CONOCIMIENTO	3D FALTA DE HERRAMIENTAS	4D CIERRE DE O.F.	5D PISO MOJADO O RESBALADIZO
1E FALLA NEUMÁTICA	2E DESCANSO MÉDICO	3E M.P. FUERA DE MEDIDA	4E FALTA DE MUESTREO	5E SENSACIÓN TÉRMICA
1F ROTURA DE HERRAMIENTAS		3F M.P. CON OTRO DESEMPEÑO	4F PLANO INCORRECTO	
1G FALTA DE GUARDA		3G FALTA DE EPP		
1H SIN BOTON DE EMERGENCIA		3H FALTA DE UNIFORME		
		3I FALTA DE REFRIGERANTE		
		3J FALTA DE ACEITE		

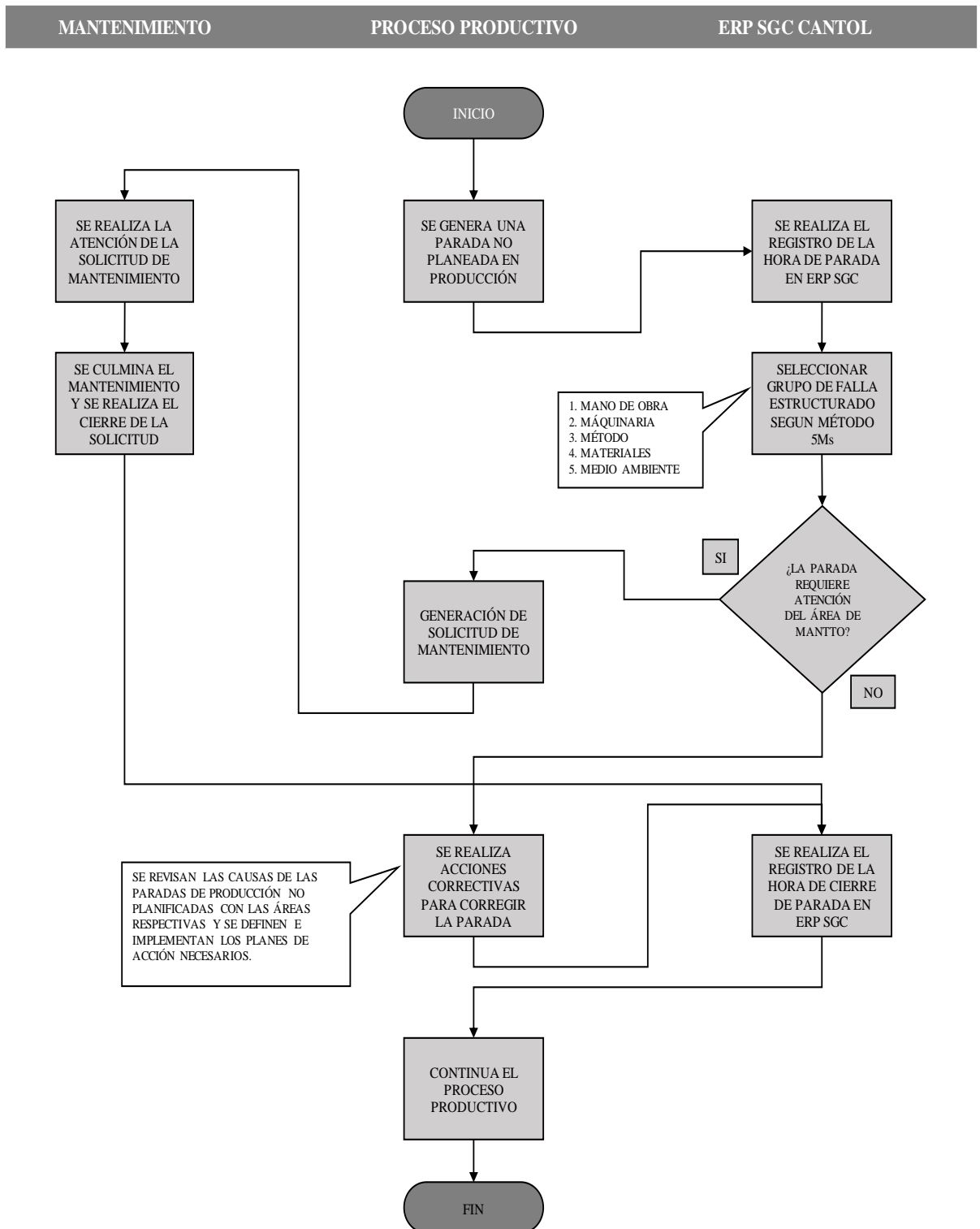
3.9.4 Diseño del Diagrama de Flujo para el Control de Paradas no Planificadas

El flujo establecido para el control de las paradas de producción no planificadas es otro punto clave para el éxito de la solución planteada, el procedimiento o cada paso que debe seguir cuando se presente una parada en el proceso productivo debe estar claro y establecido sin dejar la posibilidad de aplicar algún criterio distinto. Se muestra a continuación en la **figura 3.31** el diagrama de flujo establecido:



Figura 3.31

Diagrama de Flujo para el Control de Paradas no Planificadas en ERP CANTOL



3.9.5 Implementación de Nuevos Indicadores (KPIs)

La incorporación de nuevos indicadores es una parte muy importante que complementa la propuesta de solución planteada, es necesario que el área de producción y las áreas soportes agreguen nuevos indicadores que permitan medir y plantear las correcciones respectivas que requiera cada área considerando los objetivos planteados, aunque no es parte de la propuesta de solución de la presente tesis para implementar los nuevos KPIs y tener una buena gestión de indicadores se recomienda trabajar bajo la metodología del BALANCED SCORECARD (BSC).

A continuación, en la siguiente **tabla 3.6** se detallan los nuevos indicadores que se deben implementar y su respectiva forma de cálculo según el área correspondiente:

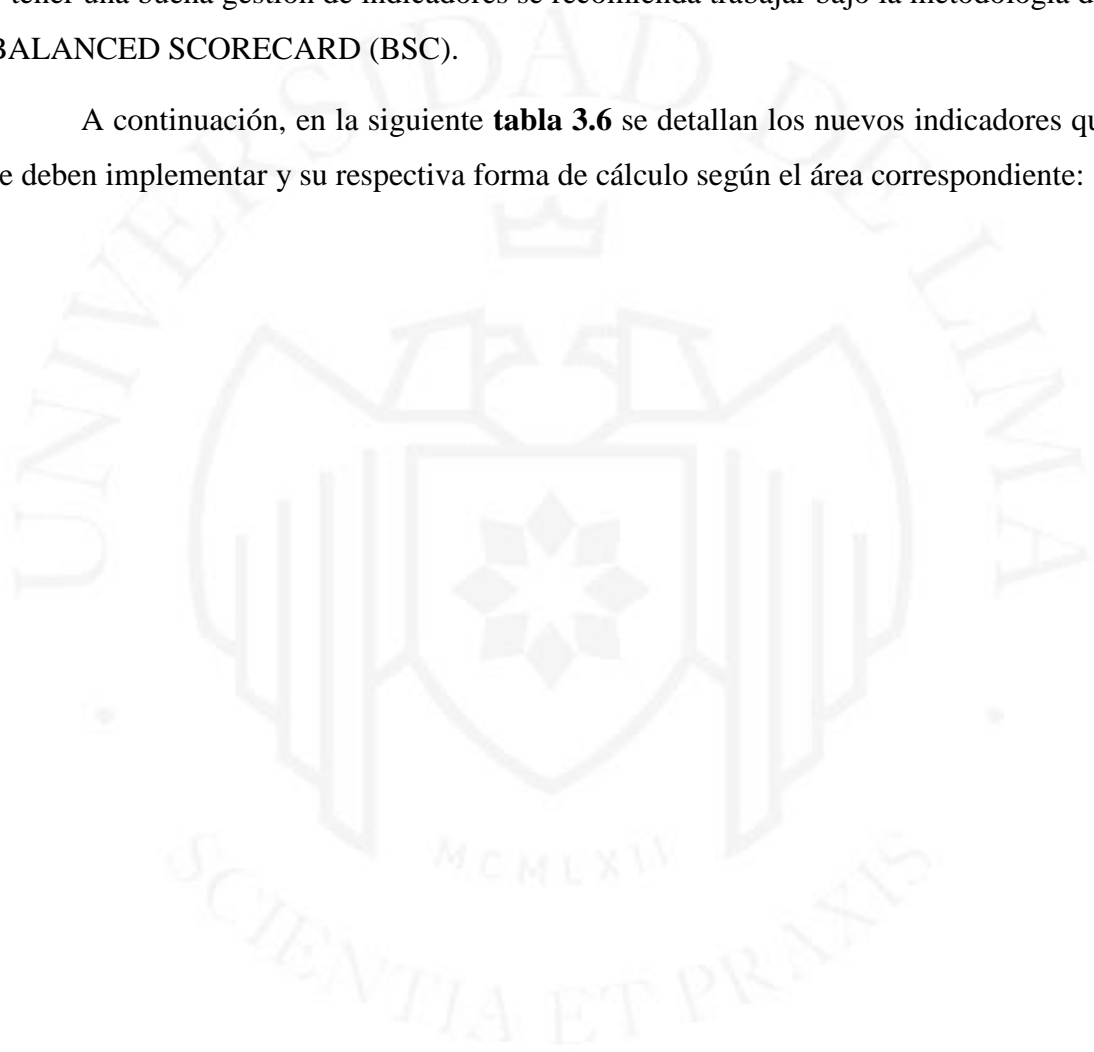


Tabla 3.6

Listado de Indicadores necesarios a implementar para mejorar el control del proceso productivo en la empresa CANTOL SAC

INDICADOR	FORMA DE CALCULO	ÁREA
DISPONIBILIDAD DE HORAS HOMBRE	$(\text{HORAS HOMBRE TEÓRICAS} / \text{HORAS HOMBRE REALES}) \times 100\%$	RRHH
DISPONIBILIDAD DE HORAS MÁQUINA	$(\text{HORAS MÁQUINA TEÓRICAS} / \text{HORAS MÁQUINA REALES}) \times 100\%$	MANTENIMIENTO
NIVEL DE SERVICIO	$(\text{N}^\circ \text{ SOLICITUDES RECIBIDAS} / \text{N}^\circ \text{ SOLICITUDES ATENDIDAS}) \times 100\%$	MANTENIMIENTO
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$(\text{N}^\circ \text{ MÁQUINAS PROGRAMADAS} / \text{N}^\circ \text{ MÁQUINAS REALIZADAS}) \times 100\%$	MANTENIMIENTO
DISPONIBILIDAD	$(\text{TIEMPO OPERATIVO} / \text{TIEMPO PLANIFICADO}) \times 100\%$	PRODUCCIÓN
RENDIMIENTO	$(\text{PRODUCCIÓN REAL} / \text{PRODUCCIÓN TEÓRICA STD}) \times 100\%$	PRODUCCIÓN
INDICE DE CALIDAD	$(\text{PRODUCCIÓN BUENA} / \text{PRODUCCIÓN TOTAL}) \times 100\%$	PRODUCCIÓN
INDICE DE REPROCESOS	$(\text{PRODUCCIÓN REPROCESADA} / \text{PRODUCCIÓN TOTAL}) \times 100\%$	PRODUCCIÓN
INDICE DE MERMAS	$(\text{MERMA REAL} / \text{MERMA TEÓRICA}) \times 100\%$	PRODUCCIÓN
EFICIENCIA GENERAL DE EQUIPOS	$\% \text{ DISPONIBILIDAD} \times \% \text{ RENDIMIENTO} \times \% \text{ CALIDAD}$	PRODUCCIÓN

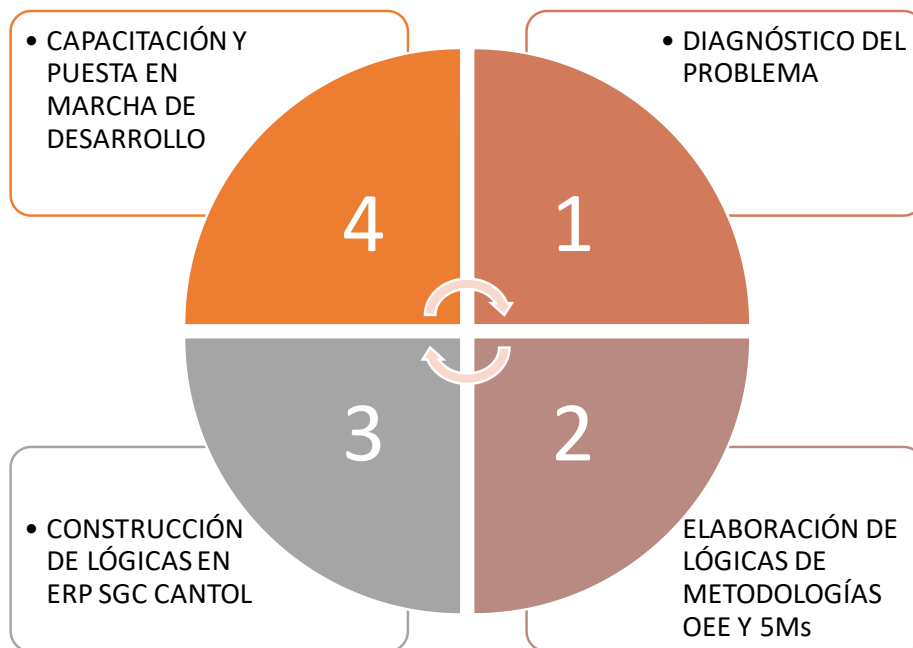
La tabla 3.6 muestra los indicadores que se deben implementar en un corto plazo, según se vaya perfeccionando en el tiempo el uso de las metodologías OEE y 5Ms se pueden ir agregando otros indicadores según se identifique la necesidad de gestión de cada área de la empresa.

3.10 Etapas de Implementación de la Alternativa de Solución Elegida

Se plantea realizar la implementación del proyecto de mejora en cuatro etapas las cuales se explican a continuación en la **figura 3.32**:

Figura 3.32

Etapas de Implementación de la Alternativa de Solución Elegida



3.10.1 Fase 1: Diagnóstico del Problema del caso en Estudio

En esta etapa se realizó el levantamiento de la información necesaria para poder realizar el diagnóstico de la problemática en estudio, se tuvo a disposición información histórica de años pasados que fueron fuente importante para poder realizar el diagnóstico del caso, la data fue proporcionada por SAP BUSINESS ONE y SGC CANTOL de uso y propiedad de la empresa CANTOL SAC, también se obtuvo información valiosa gracias a los formatos de control establecidos en el segundo semestre del 2023.

3.10.2 Fase 2: Elaboración de Lógicas de Funcionamiento OEE y 5 Ms

Fase donde se realiza el diagrama de flujo que representa la esquematización gráfica del algoritmo de las metodologías del OEE y 5Ms, se muestra gráficamente los pasos o procesos a seguir para alcanzar el objetivo planteado, en este caso la identificación, cuantificación y agrupación de las causas que generan las paradas no planificadas en el proceso productivo. Su correcta construcción es sumamente importante porque, a partir del mismo se escribe el programa en un determinado lenguaje de programación, en este caso es el lenguaje de programación PYTHON.

3.10.3 Fase 3: Construcción de Lógicas en ERP de Producción

Etapa en la cual el área de TI desarrolla las lógicas y pantallas de interacción en el ERP SGC de la empresa, importante en esta fase el control continuo del equipo TI y las áreas clientes para lograr cubrir las necesidades y alcances del proyecto, en este caso la principal área cliente es la de producción.

3.10.4 Fase 4: Capacitación y Puesta en Marcha

En esta fase se realizará la capacitación del personal involucrado, con mayor énfasis a los trabajadores del proceso productivo ya que serán ellos quienes interactúen con la nueva herramienta de control basada en las metodologías del OEE y 5Ms.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Enfoque, Orientación, Alcance y Diseño de la Investigación

En este capítulo se detalla el método utilizado para resolver la problemática expuesta del caso en estudio de la presente tesis, mediante la recopilación y análisis de datos utilizando diversas técnicas, proporcionando una interpretación de la información recopilada y al mismo tiempo poder obtener las conclusiones sobre los datos de la investigación.

4.1.1 Enfoque de la investigación

El presente estudio está basado en un enfoque mixto debido a que se utilizaron e integraron los métodos cuantitativo y cualitativo, importante mencionar que en la presente investigación el enfoque cuantitativo tiene un mayor peso respecto al enfoque cualitativo. Por el lado del enfoque cuantitativo se realizó el análisis de datos proporcionado por el ERP de la empresa del caso en estudio y las técnicas y métodos utilizados para la obtención de la información requerida, permitiendo responder incógnitas de la investigación y refutar o verificar las hipótesis planteadas.

Por el lado del enfoque cualitativo se recolectó información a través de entrevistas y observaciones realizadas al personal relacionado con el proceso productivo, permitiendo obtener conclusiones e interpretaciones importantes que aportaron a la investigación.

4.1.2 Orientación de la investigación

La orientación del presente trabajo se basó en la investigación aplicada, debido a que se utilizaron conocimientos de la ingeniería que sirvieron para aplicarlos en la mejora de la gestión del proceso de fabricación de cerraduras del caso en estudio según su problemática identificada.

4.1.3 Alcance de la investigación

El alcance del presente trabajo está basado en la investigación del tipo descriptivo, porque se efectúa la descripción de los principales factores o componentes de la realidad problemática del caso en estudio, utilizando el método de análisis se logra caracterizar el objeto de estudio o situación concreta en este caso, identificando sus características y propiedades. El estudio descriptivo permitirá diagnosticar e identificar las variables que inciden en la problemática de la gestión del proceso productivo de cerraduras de la empresa CANTOL SAC, según ello poder plantear las acciones de mejora que permitan mejorar la eficiencia productiva a través de las metodologías OEE y 5Ms.

4.1.4 Diseño de la investigación

El diseño del presente trabajo de investigación es del tipo No experimental, según Hernández (2014), es característica de este tipo de investigaciones en donde no se modifican los datos de las variables independientes para evaluar su efecto sobre otras variables, por el contrario, se respeta la realidad del caso observado y según ello se procede con su estudio y análisis.

4.2 Población, muestra y muestreo

A continuación, se detalla el tipo de población, la muestra representativa y el tipo de técnica utilizada para el muestreo del presente trabajo de investigación.

4.2.1 Población

Según Arias (2006) define población como un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de una investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. Por lo tanto, el tipo de población del presente caso en estudio es del tipo finito, la cual está conformada por el equipo de trabajo que tiene influencia directa e indirecta en la dirección y conducción de la gestión del proceso de producción de cerraduras, equipo conformado por 224 personas que se describen a continuación: Gerente General, Gerente de Operaciones, supervisores de producción, planificador de producción, analista de

producción, encargados de producción, Jefe de Mantenimiento, Planificador de Mantenimiento, Jefe de Calidad, Supervisor de Calidad y Operarios de Producción.

En la siguiente **tabla 4.1** se muestra los integrantes que formaron parte del presente trabajo de investigación.

Tabla 4.1

Población del Proyecto

PUESTO	CANTIDAD
GERENTE GENERAL	1
GERENTE DE OPERACIONES	1
JEFE DE MANTENIMIENTO	1
JEFE DE CALIDAD	1
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	4
SUPERVISOR DE CALIDAD	1
PLANIFICADOR DE PRODUCCIÓN	1
PLANIFICADOR DE MANTENIMIENTO	1
ANALISTA DE PRODUCCIÓN	1
ENCARGADOS DE PRODUCCIÓN	9
OPERARIOS DE PRODUCCIÓN	203
TOTAL	224

A continuación, en la **tabla 4.2** se muestra el despliegue metodológico elaborado para poder implementar las metodologías del OEE y 5 Ms propuestas en la presente tesis:

Tabla 4.2

Despliegue Metodológico para Implementar el OEE y 5Ms

DESPLIEGUE METODOLÓGICO				
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC			
PROBLEMA GENERAL:	¿CÓMO REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CERRADURAS EN LA EMPRESA CANTOL SAC?			
OBJETIVO GENERAL:	IMPLEMENTAR LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC.			
OBJETIVO ESPECIFICO	TAREAS O ACTIVIDADES	TÉCNICAS, MÉTODOS Y RECURSOS USADOS	LOGRO ESPERADO	TIEMPO
OE1: IMPLEMENTAR LOS KPIS DE DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO Y CALIDAD SEGÚN LA METODOLOGÍA OEE, CON EL FIN DE MEDIR Y CONTROLAR LA EFICIENCIA PRODUCTIVA.	<p>A. DISEÑAR LOS FORMATOS DE CONTROL DE PLANTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN QUE REQUIERE LOS KPIS DE DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO Y CALIDAD.</p> <p>B. RECOPIRAR INFORMACIÓN RELEVANTE DEL PROCESO PRODUCTIVO QUE NO ESTE EN LOS FORMATOS DE CONTROL A TRAVÉS DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA DE LAS ACTIVIDADES.</p> <p>C. RECOLECTAR LA INFORMACIÓN REQUERIDA SEGÚN FORMATOS ESTABLECIDOS.</p> <p>D. CAPACITAR AL PERSONAL SOBRE LA METODOLOGÍA DEL OEE Y SU INFLUENCIA EN LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA.</p>	<p>A. RECOLECCIÓN DE DATOS SEGÚN FORMATOS DE CONTROL ESTABLECIDOS.</p> <p>B. ENTREVISTAS AL PERSONAL INVOLUCRADO EN LA GESTIÓN DE OPERACIONES DE PRODUCCIÓN.</p> <p>C. CONSOLIDAR, CLASIFICAR Y ANÁLIZAR LA INFORMACIÓN RECOLECTADA.</p> <p>D. INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PARA REALIZAR LAS ENTREVISTAS Y CAPACITACIONES RESPECTIVAS.</p>	<p>A. OBTENER INFORMACIÓN CONSOLIDADA DEL PROCESO PRODUCTIVO, ESTO INCLUYE MÉTODO DE PLANIFICACIÓN, ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN, CAPACIDAD DE PLANTA Y HERRAMIENTAS O CANALES DE COMUNICACIÓN ENTRE LO MAS RESALTANTE.</p> <p>B. IDENTIFICAR POSIBLES FACTORES QUE PUEDAN INFLUIR EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO PRODUCTIVO.</p> <p>C. CONOCER EL ESTADO ACTUAL DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.</p> <p>D. SENSIBILIZAR AL PERSONAL DE LA IMPORTANCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL OEE COMO PARTE DE LA MEJORA CONTINUA.</p>	4 MESES

(continúa)

(continuación)

DESPLIEGUE METODOLÓGICO

TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC			
PROBLEMA GENERAL:	¿CÓMO REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CERRADURAS EN LA EMPRESA CANTOL SAC?			
OBJETIVO GENERAL:	IMPLEMENTAR LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC.			
OBJETIVO ESPECIFICO	TAREAS O ACTIVIDADES	TÉCNICAS, MÉTODOS Y RECURSOS USADOS	LOGRO ESPERADO	TIEMPO
OE2: ANALIZAR Y CLASIFICAR LAS CAUSAS DE LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DE PRODUCCIÓN SEGÚN METODOLOGÍA 5 MS, CON EL FIN DE IMPLEMENTAR LOS PLANES DE MEJORA CONTINUA.	<p>E. DISEÑAR LOS FORMATOS DE CONTROL DE PLANTA PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN REFERIDA A LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DE PRODUCCIÓN.</p> <p>F. RECOPIRAR INFORMACIÓN RELEVANTE DE LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DE PRODUCCIÓN QUE NO ESTEN EN LOS FORMATOS DE CONTROL A TRAVÉS DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA DE LAS ACTIVIDADES EN PLANTA.</p> <p>G. RECOLECTAR LA INFORMACIÓN REQUERIDA SEGÚN FORMATOS ESTABLECIDOS.</p> <p>H. CAPACITAR AL PERSONAL SOBRE LA METODOLOGÍA 5 MS Y SU INFLUENCIA EN LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA.</p>	<p>E. RECOLECCIÓN DE DATOS SEGÚN FORMATOS DE CONTROL ESTABLECIDOS.</p> <p>F. ENTREVISTAS AL PERSONAL INVOLUCRADO EN LA GESTIÓN DE MANUFACTURA Y ÁREAS SOPORTE DE PRODUCCIÓN.</p> <p>G. CONSOLIDAR, CLASIFICAR Y ANÁLIZAR LA INFORMACIÓN RECOLECTADA REFERIDA A LA GESTIÓN DE LAS ÁREAS SOPORTE DE MANTENIMIENTO, CALIDAD, LOGÍSTICA Y RRHH PRINCIPALMENTE.</p> <p>H. INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PARA REALIZAR LAS ENTREVISTAS Y CAPACITACIONES RESPECTIVAS.</p>	<p>E. OBTENER INFORMACIÓN CONSOLIDADA DE LA GESTIÓN DE LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO, CALIDAD, LOGÍSTICA Y RRHH PRINCIPALMENTE.</p> <p>F. IDENTIFICAR POSIBLES FACTORES QUE PUEDAN INFLUENCIAR EN LA CLASIFICACIÓN DE LAS PARADAS DE PRODUCCIÓN .</p> <p>G. IDENTIFICAR LAS PRINCIPALES CAUSAS QUE GENERAN LAS PARADAS NO PLANIFICADAS DEL PROCESO PRODUCTIVO Y EL NIVEL DE SERVICIO DE LAS ÁREAS SOPORTE.</p> <p>H. SENSIBILIZAR AL PERSONAL DE LA IMPORTANCIA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO 5 MS COMO PARTE DE LA MEJORA CONTINUA.</p>	4 MESES

(continuación)

DESPLIEGUE METODOLÓGICO

TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC			
PROBLEMA GENERAL:	¿CÓMO REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CERRADURAS EN LA EMPRESA CANTOL SAC?			
OBJETIVO GENERAL:	IMPLEMENTAR LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5MS PARA REDUCIR LOS PAROS NO PLANIFICADOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CANTOL SAC.			
OBJETIVO ESPECIFICO	TAREAS O ACTIVIDADES	TÉCNICAS, MÉTODOS Y RECURSOS USADOS	LOGRO ESPERADO	TIEMPO
OE3: SISTEMATIZAR LAS METODOLOGÍAS OEE Y 5 MS EN EL ERP CANTOL, CON EL FIN DE MEJORAR EL CONTROL DE LAS OPERACIONES DE PRODUCCIÓN.	<p>I. ELABORACIÓN DE LOGICAS DE FUNCIONAMIENTO SEGÚN METODOLOGÍAS OEE Y 5MS, CON EL SOPORTE DEL ÁREA DE TI DE LA EMPRESA CANTOL.</p> <p>J. CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPADOS DE FUNCIONAMIENTO EN ERP CANTOL SEGÚN METODOLOGÍAS OEE Y 5 MS, CON EL SOPORTE DEL ÁREA DE TI DE LA EMPRESA.</p> <p>K. CONSTRUCCIÓN DE PANTALLAS DE INTERACCIÓN EN ERP CANTOL.</p> <p>L. PRUABAS DE FUNCIONAMIENTO CON ÁREAS USUARIAS.</p> <p>M. CAPACITACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE NUEVA HERRAMIENTA DE GESTIÓN.</p>	<p>I-J-K. METODOLOGÍA OEE Y 5MS REALIZADAS EN LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON Y HORAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DEL ÁREA DE TI, PRODUCCIÓN Y ÁREAS SOPORTE.</p> <p>L-M. INFRAESTRUCTURA DE LA EMPRESA PARA REALIZAR LAS REUNIONES DE CAPACITACIÓN Y TRABAJO RESPECTIVAS.</p>	I-J-K-L-M. REDUCIR EL ÍNDICE DE PAROS NO PLANIFICADOS DEL PROCESO PRODUCTIVO.	4 MESES

Listado de Máquinas del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC

Tabla 4.3

Listado de Máquinas del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC

ÁREA PRODUCTIVA	MÁQUINAS DEL PROCESO PRODUCTIVO	CANTIDAD
FORJA	FORJADORA	1
FORJA	FRESADORAS	2
FORJA	CORTADORA VERTICAL	1
FORJA	CORTADORA HORIZONTAL	1
TORNOS	TORNOS TRAUB	13
TORNOS	TORNOS MULTIHUSILLO	3
TORNOS	TORNOS SCOMATIC	3
TORNOS	PULIDORA DE PIVOTES	1
PRENSAS	GUILLOTINA	1
PRENSAS	PRENSAS EXCENTRICAS	36
PRENSAS	REMACHADORA NEUMÁTICA	5
PRENSAS	SOLDADORA DE PUNTO	1
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	TRANSFER	3
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	CIFRADORA DE LLAVES	3
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	TALADRADORA AUTOMÁTICA	5
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	RANURADORA AUTOMÁTICA	1
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	ROSCADORA	1
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	RESORTERAS	2
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	BROCHADORA	1
TALADROS	VIBRADORA DE PIEZAS DE LATÓN	1
TALADROS	RANURADORA	1
TALADROS	TALADROS DE COLUMNA	7
PINTURA	HORNO DE CURADO	1
PINTURA	LÍNEA DE PLAFORIZADO	1
PINTURA	VIBRADORA DE PIEZAS DE ACERO	1
ENSAMBLE DE CERRADURAS	EMBOLSADORA DE PROTECTORES	1
ENSAMBLE DE CERRADURAS	EMBOLSADORA DE TORNILLOS	1
ENSAMBLE DE CERRADURAS	HORNO DE TERMO EMBOLSADO	1
ENSAMBLE DE CERRADURAS	CÓDIFICADORA LASER	1
TOTAL		100

4.2.2 Muestra

Según Arias (2012) define muestra como un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población del caso en estudio. Es por ello, que el presente estudio se lleva a cabo mediante una muestra representativa del proceso de producción de cerraduras de la marca CANTOL, considerando todas las áreas que conforman el circuito productivo, debido a que sus características son similares a las del conjunto o población, permitiendo generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido.

4.2.3 Muestreo

Según Arias (2012) define el muestreo como un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra. El tipo de muestreo aplicado en el presente trabajo de investigación es del tipo probabilístico utilizando la técnica del muestreo aleatorio estratificado, debido a que se han seleccionado muestras al azar de cada área productiva que conforman todo el proceso de manufactura.

4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2012) define la observación como una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma ordenada y lógica, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en el entorno o ambiente a observar, teniendo en consideración algunos parámetros de investigación con los que se cuente.

Según Zapata (2015) define encuestas como un conjunto de técnicas utilizadas con el fin de reunir de manera sistemática la información que se requiere sobre un determinado tema o temas relativos a la población de un caso en estudio, a través de contactos directos o indirectos con los individuos o grupos de individuos que integran la población estudiada.

Según Arias (2012) un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.


Para la presente investigación realizada, las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizadas son las siguientes:

4.3.1 Técnica de observación

Consistió en el recorrido in situ por todas las áreas productivas que conforman el proceso de manufactura de cerraduras de la marca CANTOL, el principal aporte a la investigación de esta técnica fue poder identificar, cuantificar y clasificar las paradas de producción no planificadas, con el fin de medir su impacto negativo en el proceso productivo.

Tabla 4.4

Modelo de Parte Diario de Producción implementado para la recolección de Información del Proyecto de Mejora

		PARTE DIARIO DE PRODUCCIÓN															FECHA																	
MÁQUINA	TURNOS	TRABAJADOR	PRODUCTO EN PROCESO	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO TOTAL (MIN)	MOTIVOS DE PARADAS DE PRODUCCIÓN (5 Ms)															PRODUCCIÓN TOTAL EN UNIDADES		C D E F A C T O R E S										
							1 MÁQUINA					2 MANO DE OBRA					3 MATERIAL					4 MÉTODO					5 MEDIO AMBIENTE					BUENA	MALA	
							A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B		C	D	E	A	B	C	D			E
	TURNO 1																																	
	TURNO 2																																	
	TURNO 3																																	
	TURNO 1																																	
	TURNO 2																																	
	TURNO 3																																	
	TURNO 1																																	
	TURNO 2																																	
	TURNO 3																																	
	TURNO 1																																	
	TURNO 2																																	
	TURNO 3																																	
LEYENDA 5 Ms	1	MÁQUINA	2	MANO DE OBRA	3	MATERIAL	4	MÉTODO	5	MEDIO AMBIENTE																								
	A	FALLA MECÁNICA	A	FALTA DE PERSONAL (ROTACIÓN)	A	FALTA DE MATERIA PRIMA	A	SETUP	A	ILUMINACIÓN DEFICIENTE																								
	B	FALLA ELÉCTRICA	B	AUSENCIA DEL PERSONAL	B	FALTA DE REGRIGERANTE	B	REPROGRAMAR SETUP	B	ESPACIOS REDUCIDOS																								
	C	FALLA DE LUBRICACIÓN	C	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	C	FALTA DE HERRAMIENTAS	C	GENERACIÓN DE O.F.	C	PISOS EN MAL ESTADO																								
	D	ROTURA DE HERRAMIENTAS	D	FALTA DE EPP	D	M.P. FUERA DE MEDIDA	D	CIERRE DE O.F.	D	PISOS MOJADOS O RESBALADIZOS																								
	E	ROTURA DE FAJA	E	ACCIDENTE DE TRABAJO	E	M.P. CON OTRA ESPECIFICACIÓN	E	TRASLADO DE MATERIAL	E	SENSACIÓN TÉRMICA																								

4.3.2 Técnica de entrevista en persona

Se realizaron entrevistas personales al personal administrativo y operativo que tienen influencia directa e indirecta en el proceso de manufactura de cerraduras de la marca CANTOL. El objetivo principal de las entrevistas fue conocer más a detalle las gestiones y actividades que se realizan en el proceso de producción y al mismo tiempo poder recibir las observaciones y recomendaciones de los entrevistados según la problemática identificada, seguidamente en la **tabla 4.2** se muestra el modelo de formato utilizado para las entrevistas realizadas del presente caso en estudio.

Figura 4.1

Modelo de Formulario de Preguntas para las Entrevistas al Personal

FORMULARIO DE ENTREVISTA	
NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	FECHA DE ENTREVISTA:
PUESTO DEL ENTREVISTADO:	DURACIÓN DE LA ENTREVISTA:
ÁREA DEL PUESTO ENTREVISTADO:	NOMBRE DEL ENTREVISTADOR:
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PUESTO A ENTREVISTAR	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Que conoce acerca de la Empresa?	
¿Responsabilidades y funciones de su puesto?	
¿Fortalezas de su área de trabajo?	
¿Debilidades de su área de trabajo?	
¿Necesidades o dificultades para realizar sus funciones?	
¿Tiene claro los objetivos o metas de puesto y área de trabajo?	
¿Indicadores usados en el área de trabajo?	
¿Recursos y herramientas que utiliza para las actividades de su puesto de trabajo?	
CONCLUSIONES DE LA ENTREVISTA	

4.3.3 Uso de softwares y ERP

En el presente trabajo de investigación se tuvo el importante aporte de la información proporcionada por los ERP con que cuenta la empresa del caso en estudio, estos son el SAP BUSINESS ONE y SGC CANTOL, como ya se mencionó anteriormente ambos softwares están conectados y cuentan con información histórica valiosa de varios años que sirvió para el análisis, interpretación y diagnóstico de la problemática en estudio.

4.3.4 Uso de instrumentos electrónicos

Se utilizaron laptops proporcionados por la empresa a todo el equipo administrativo que forma parte de la población del presente caso en estudio, resaltar que las áreas productivas cuentan con módulos donde se encuentran instalados computadoras tipo escritorio que son utilizados por la mano obra directa de planta, a través de estas herramientas electrónicas se realizan los ingresos de la información que es solicitada para el control del proceso productivo, herramientas que también serán parte importante para poder establecer las metodologías OEE y 5Ms.

CAPITULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen y describen los datos obtenidos de la investigación realizada en la presente tesis con el fin de poder interpretarlos y contrastarlos con la teoría utilizada y llegar a las conclusiones que estos datos originan. Como ya se mencionó en el capítulo anterior, se ha contado con información desde el año 2014 que ha sido obtenida del ERP de la empresa y los reportes en Excel que se han elaborado en estos años, información que ha ayudado al desarrollo del presente trabajo de investigación de forma parcial, esto debido a que se han manejado indicadores y reportes que no cubrían totalmente la necesidad de información que requería la presente investigación.

Por tal razón es importante resaltar que, a través de los formatos de control establecidos y entrevistas realizadas al personal involucrado directa e indirectamente en las operaciones de producción, se ha obtenido valiosa información de la gestión de manufactura y áreas soporte correspondiente al segundo semestre del año 2023, esto con el fin de poder evaluar el actual nivel de eficiencia del proceso productivo de la empresa CANTOL, utilizando el indicador de Eficiencia General de Equipos (OEE) y al mismo se clasifico los motivos o causas de las paradas de producción no planificadas según la metodología de fallas estructurada (5Ms).

5.1 Cálculo de la Eficiencia General de los Equipos (OEE)

A continuación, en la **tabla 5.1** se muestran los resultados correspondientes a los meses de junio a noviembre del 2023, periodo en el cual se recabo la información necesaria a través de los formatos de control establecidos y entrevistas realizadas al personal de planta involucrado-directa e indirectamente en el proceso de manufactura del caso en estudio.

Tabla 5.1*Resultados del Indicador OEE según información del segundo semestre del 2023*

MES	ÁREA	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE	CALIFICATIVO
Jun-23	TORNOS	74%	79%	95%	56%	MALO
Jun-23	FORJA	71%	82%	83%	48%	MALO
Jun-23	PRENSAS	77%	81%	94%	59%	MALO
Jun-23	INYECCIÓN	93%	83%	97%	75%	REGULAR
Jun-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	83%	84%	96%	67%	REGULAR
Jun-23	TALADROS	93%	78%	92%	67%	REGULAR
Jun-23	PINTURA	93%	79%	97%	71%	REGULAR
Jun-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	91%	81%	93%	69%	REGULAR
Jun-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	93%	84%	94%	73%	REGULAR
Jul-23	TORNOS	77%	75%	97%	56%	MALO
Jul-23	FORJA	79%	80%	90%	57%	MALO
Jul-23	PRENSAS	75%	83%	92%	57%	MALO
Jul-23	INYECCIÓN	92%	85%	98%	77%	ACEPTABLE
Jul-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	87%	85%	97%	72%	REGULAR
Jul-23	TALADROS	95%	81%	91%	70%	REGULAR
Jul-23	PINTURA	91%	82%	98%	73%	REGULAR
Jul-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	94%	84%	95%	75%	ACEPTABLE
Jul-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	92%	85%	95%	74%	REGULAR
Ago-23	TORNOS	81%	74%	98%	59%	MALO
Ago-23	FORJA	81%	84%	89%	61%	MALO
Ago-23	PRENSAS	81%	82%	93%	62%	MALO
Ago-23	INYECCIÓN	93%	87%	96%	78%	ACEPTABLE
Ago-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	90%	81%	96%	70%	REGULAR
Ago-23	TALADROS	91%	80%	93%	68%	REGULAR
Ago-23	PINTURA	93%	83%	96%	74%	REGULAR
Ago-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	95%	83%	94%	74%	REGULAR
Ago-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	92%	84%	94%	73%	REGULAR
Set-23	TORNOS	75%	73%	94%	51%	MALO
Set-23	FORJA	82%	81%	92%	61%	MALO
Set-23	PRENSAS	83%	79%	90%	59%	MALO
Set-23	INYECCIÓN	94%	88%	95%	79%	ACEPTABLE
Set-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	91%	83%	95%	72%	REGULAR
Set-23	TALADROS	92%	82%	95%	72%	REGULAR
Set-23	PINTURA	95%	81%	95%	73%	REGULAR
Set-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	92%	84%	93%	72%	REGULAR
Set-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	90%	83%	93%	69%	REGULAR
Oct-23	TORNOS	72%	76%	93%	51%	MALO
Oct-23	FORJA	80%	85%	87%	59%	MALO
Oct-23	PRENSAS	80%	83%	91%	60%	MALO
Oct-23	INYECCIÓN	92%	83%	93%	71%	REGULAR
Oct-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	92%	84%	94%	73%	REGULAR
Oct-23	TALADROS	94%	83%	95%	74%	REGULAR
Oct-23	PINTURA	92%	84%	94%	73%	REGULAR
Oct-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	93%	85%	94%	74%	REGULAR
Oct-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	92%	85%	95%	74%	REGULAR

(continúa)

(continuación)

MES	ÁREA	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE	CALIFICATIVO
Nov-23	TORNOS	79%	75%	98%	58%	MALO
Nov-23	FORJA	84%	84%	85%	60%	MALO
Nov-23	PRENSAS	82%	84%	93%	64%	MALO
Nov-23	INYECCIÓN	95%	85%	97%	78%	ACEPTABLE
Nov-23	MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	95%	85%	98%	79%	ACEPTABLE
Nov-23	TALADROS	95%	85%	94%	76%	ACEPTABLE
Nov-23	PINTURA	94%	82%	95%	73%	REGULAR
Nov-23	ENSAMBLE DE TAMBORES	95%	83%	96%	76%	ACEPTABLE
Nov-23	ENSAMBLE DE CERRADURAS	90%	85%	94%	72%	REGULAR

La información de la tabla 5.1, muestra el cálculo del OEE realizado a las áreas productivas del proceso de fabricación de cerraduras del caso en estudio, el cálculo se realizó en base a la información recolectada en los meses de junio a noviembre del 2023 de acuerdo con los formatos y reportes implementados.

Para poder entender de mejor forma el nivel de eficiencia en el que se encuentra el proceso productivo de cerraduras de la marca CANTOL, se muestra a continuación en la **figura 5.2** los niveles de calificación según el indicador del OEE, seguidamente en la **tabla 5.3** el estatus obtenido de cada área productiva según los datos recopilados:

Tabla 5.2

Niveles de Calificación del Indicador OEE

OEE	CALIFICATIVO	CONSECUENCIAS
OEE < 65%	INACEPTABLE	IMPORTANTES PÉRDIDAS ECONÓMICAS, BAJA COMPETITIVIDAD.
65% < OEE < 75%	REGULAR	PÉRDIDAS ECONÓMICAS. ACEPTABLE SI SE ESTÁ EN PROCESO DE MEJORA.
75% < OEE < 85%	ACEPTABLE	LIGERAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS. COMPETITIVIDAD LIGERAMENTE BAJA.
85% < OEE < 95%	BUENO	BUENA COMPETITIVIDAD. VALORES DE CLASE MUNDIAL (WORLD CLASS).
OEE > 95%	EXCELENTE	COMPETITIVIDAD EXCELENTE.

Tabla 5.3

Resultados del Indicador OEE de las áreas productivas de la empresa CANTOL SAC

ÁREA PRODUCTIVA	DISPONIBILIDAD PROMEDIO	RENDIMIENTO PROMEDIO	CALIDAD PROMEDIO	OEE PROMEDIO	CALIFICATIVO
TORNOS	76%	75%	96%	55%	MALO
TALADROS	93%	82%	93%	71%	REGULAR
PRENSAS	80%	82%	92%	60%	MALO
PINTURA	93%	82%	96%	73%	REGULAR
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	90%	84%	96%	72%	REGULAR
INYECCIÓN	93%	85%	96%	76%	ACEPTABLE
FORJA	80%	83%	88%	58%	MALO
ENSAMBLE DE TAMBORES	93%	83%	94%	73%	REGULAR
ENSAMBLE DE CERRADURAS	92%	84%	94%	73%	REGULAR
TOTAL PLANTA	88%	82%	94%	68%	REGULAR

La tabla 5.3, muestra el nivel de eficiencia productiva por cada área correspondiente a los meses de junio a noviembre del 2023, se resalta que solo se cuenta con un área que tiene el nivel de “aceptable” según los calificativos del indicador del OEE.

5.1.1 Resumen de resultados del indicador OEE

Según los resultados obtenidos de los cálculos de OEE correspondiente al periodo de junio a noviembre del 2023 se resume lo siguiente:

- Las áreas que muestran el menor porcentaje de OEE y en consecuencia la menor eficiencia productiva son TORNOS, FORJA y PRENSAS con resultados del 55%, 60% y 58% respectivamente; estos valores se posicionan dentro de lo “INACEPTABLE” representando importantes pérdidas económicas para la empresa.
- Las áreas de TALADROS, PINTURA, MÁQUINAS AUTOMÁTICAS, ENSAMBLE DE TAMBORES y ENSAMBLE DE CERRADURAS presentaron resultados del 71%, 73%, 72%, 73% y 73% respectivamente, ubicando sus gestiones de eficiencia dentro del rango de “REGULAR”, presentando aún pérdidas económicas para la empresa que pueden ser aceptables si se está en un franco proceso de mejora.

- Finalmente, el área de INYECCIÓN fue la única que mostró un OEE del 76% ubicando su eficiencia dentro del rango de “ACEPTABLE”, aunque es importante mencionar que este nivel aún significa ligeras pérdidas económicas para la empresa y una competitividad ligeramente baja.
- En resumen, la Eficiencia General de Equipos (OEE) de todo el proceso productivo mostró los siguientes indicadores de eficiencia:
- DISPONIBILIDAD (88%), RENDIMIENTO (82%) y CALIDAD (94%)

Luego del análisis de Eficiencia productiva realizado según metodología OEE en la empresa CANTOL SAC, se concluye que su proceso de manufactura está en el nivel regular de eficiencia tal como lo muestra la siguiente **tabla 5.4**, por consiguiente, presenta pérdidas económicas, razón por la cual requiere de cambios y planes de mejora que permitan mejorar el nivel de eficiencia productiva.

Tabla 5.4

Resultado General OEE del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC

ÁREAS TOTALES	OEE	CALIFICATIVO
DISPONIBILIDAD	88%	
RENDIMIENTO	82%	
CALIDAD	94%	
OEE GENERAL DE PLANTA	68%	REGULAR

5.2 Análisis Estructurado de Fallas (5Ms)

Luego de calcular el indicador OEE y analizar la información brindada por las áreas de Producción, Mantenimiento, Recursos Humanos, Calidad y Logística, se logró identificar con la herramienta de análisis de Ishikawa mostrada en la **tabla 5.1** las principales causas de los paros no programados de producción, al mismo tiempo crear la leyenda de motivos para poder dimensionar su impacto con un análisis de Pareto.

Figura 5.1

Principales Causas de las Paradas no Planificadas de Producción del Proceso Productivo de la empresa CANTOL SAC

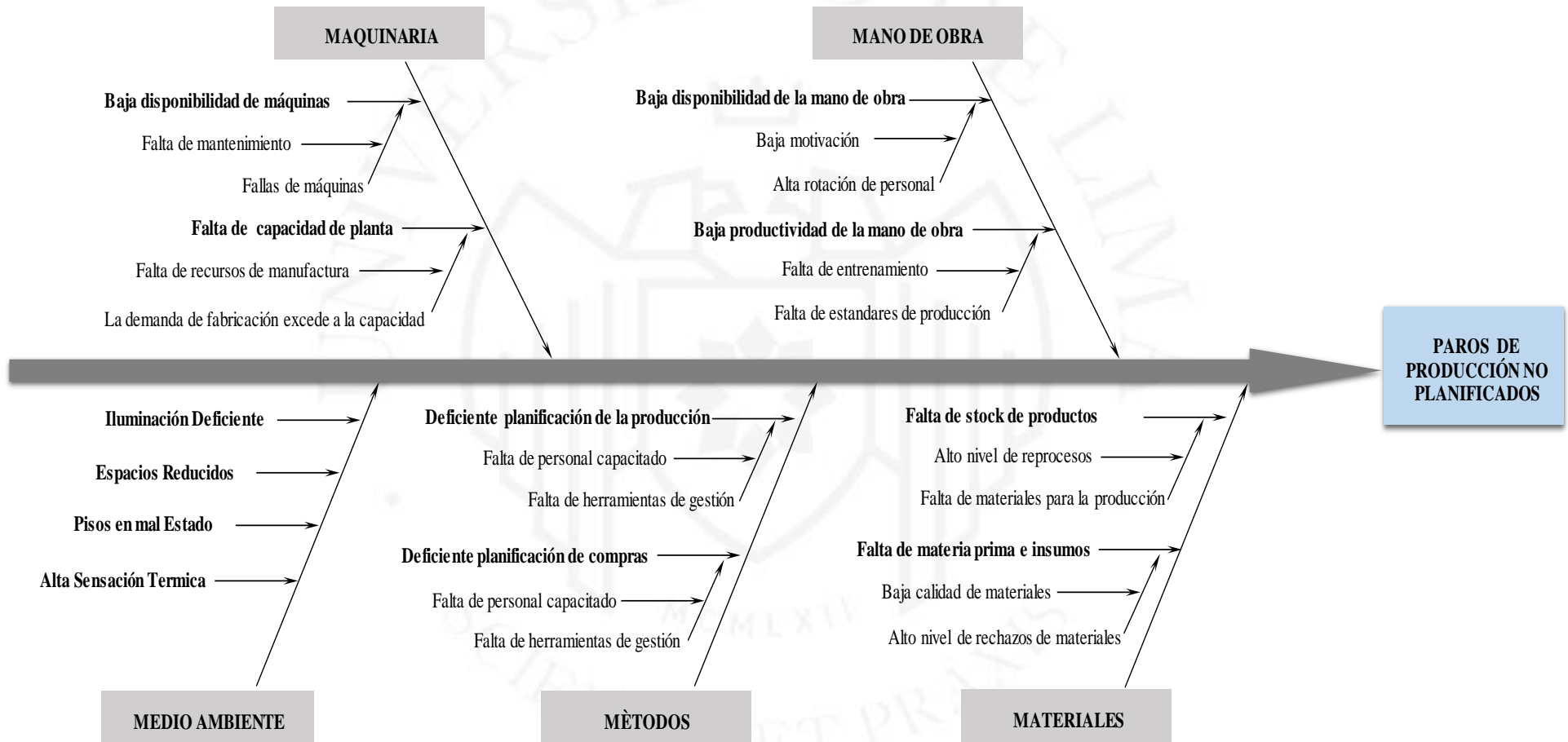


Tabla 5.5

Clasificación de Principales Causas de Paradas no Planificadas de Producción según análisis realizado en el segundo semestre del 2023

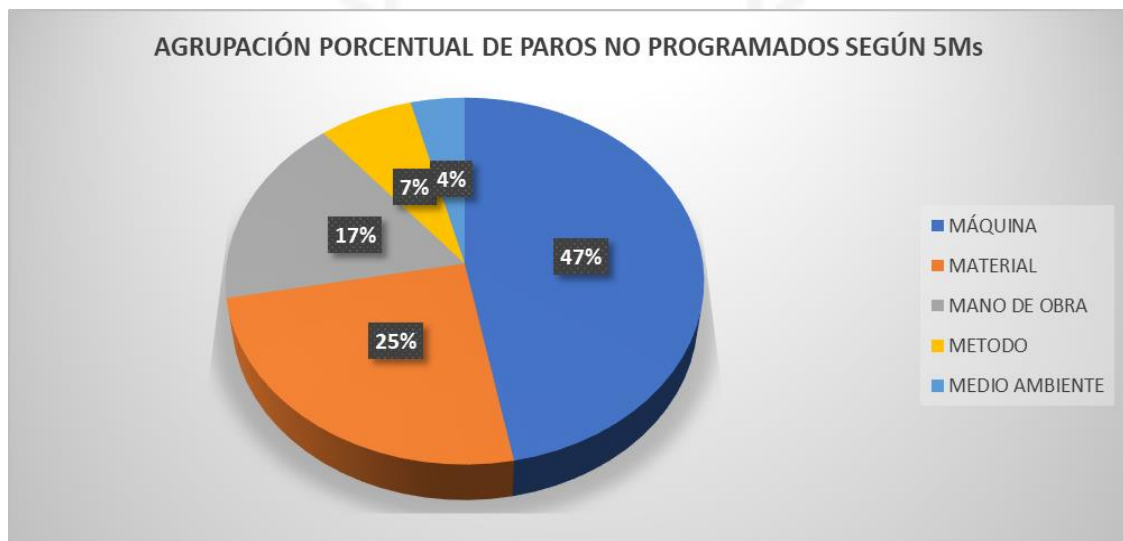
1 MÁQUINA	2 MANO DE OBRA	3 MATERIAL	4 MÉTODO	5 MEDIO AMBIENTE
1A FALLA MECÁNICA	2A FALTA DE PERSONAL	3A FALTA DE MATERIA PRIMA	4A FALTA DE CONTROL	7A ILUMINACIÓN DEFICIENTE
1B FALLA ELÉCTRICA	2B INASISTENCIA DEL PERSONAL	3B FALTA DE INSUMOS	4B REPROGRAMAR SETUP	7B ESPACIOS REDUCIDOS
1C FALLA ELECTRONICA	2C CAPACITACIÓN AL PERSONAL	3C FALTA DE PRODUCTOS EN PROCESO	4C PLANIFICACIÓN	7C PISO EN MAL ESTADO
1D FALLA POR LUBRICACIÓN	2D EXAMEN MÉDICO	3D FALTA DE HERRAMIENTAS	4D PLANO INCORRECTO	7D PISO MOJADO
1E FALLA NEUMÁTICA	2E DESCANSOS MÉDICOS	3E FUERA DE MEDIDA		7E PISO RESBALOSO
1F ROTURA DE HERRAMIENTAS	2F VACACIONES	3F COMPORTAMIENTO DEL MATERIAL		7F SENSACIÓN TÉRMICA
1G FALTA DE GUARDA		3G FALTA DE EPP		
1H FALTA BOTON DE EMERGENCIA		3H FALTA DE UNIFORME		
		3I FALTA DE REFRIGERANTES		
		3J FALTA DE ACEITES		
		3K FALTA DE GRASAS		

La tabla 5.5, muestra la clasificación estructurada de fallas según metodología 5Ms de acuerdo con el historial de los reportes que manejan las áreas soporte del proceso productivo, estas son: Mantenimiento, Recursos Humanos, Calidad y Logística.

Tabla 5.6*Historial de Horas Proceso de Producción no realizadas según Planes de Producción*

ÁREA PRODUCTIVA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
TORNOS	1,506	1,601	1,500	1,916	2,379	2,000	3,294	4,252	5,343	5,523
FORJA	1,255	1,334	1,250	1,597	1,983	1,666	2,745	3,544	4,452	4,602
PRENSAS	3,765	4,003	3,751	4,790	5,948	4,999	8,235	10,631	13,356	13,807
INYECCIÓN	376	400	375	479	595	500	823	1,063	1,336	1,381
MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	2,133	2,269	2,126	2,714	3,370	2,833	4,666	6,024	7,569	7,824
TALADROS	878	934	875	1,118	1,388	1,166	1,921	2,480	3,117	3,222
PINTURA	1,129	1,201	1,125	1,437	1,784	1,500	2,470	3,189	4,007	4,142
ENSAMBLE DE TAMBORES	502	534	500	639	793	667	1,098	1,417	1,781	1,841
ENSAMBLE DE CERRADURAS	1,004	1,068	1,000	1,277	1,586	1,333	2,196	2,835	3,562	3,682
TOTAL	12,548	13,344	12,504	15,966	19,826	16,664	27,449	35,436	44,522	46,025

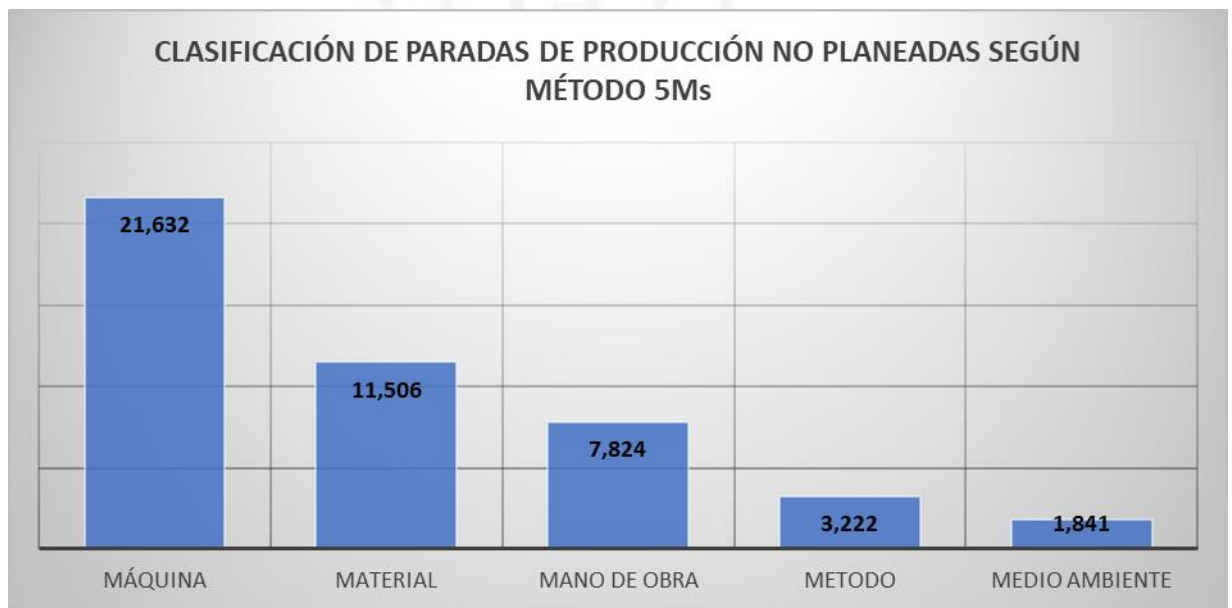
La tabla 5.6, muestra el historial de horas proceso de producción no ejecutadas por área productiva según los planes maestros de producción elaborados en la empresa CANTOL S.A.C., se puede apreciar como el déficit de horas de producción respecto a lo planeado a lo largo de los años ha ido en aumento, considerando también que el volumen de producción y utilización de capacidad de planta también ha tenido una tendencia creciente.

Figura 5.2*Agrupación Porcentual de los paros de producción no planificados según método 5Ms*

En la figura 5.2, se puede apreciar el comportamiento y distribución de las causas de paradas de producción no programadas de junio a noviembre del 2023 con el método de estructuración 5Ms, es notorio que la principal causa de las paradas no programadas se debe al factor o variable “máquina”.

Figura 5.3

Clasificación de Paradas de Producción No Planificadas según método 5Ms

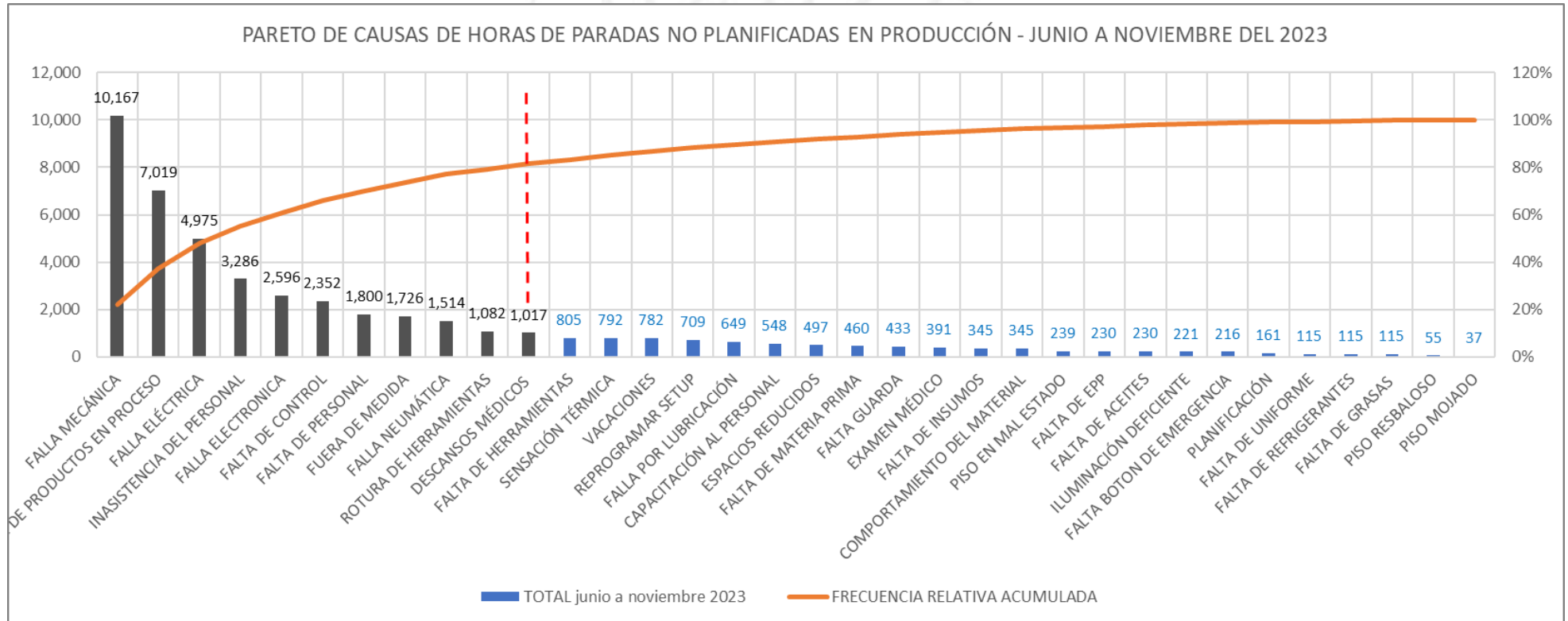


La figura 5.3, muestra la clasificación según método 5Ms las causas que han generado las paradas no planificadas de producción en el año 2023, considerando el análisis realizado en el periodo de junio a noviembre del mismo año, se ha asignado porcentualmente a cada variable “M” el peso correspondiente según la cuantificación de paradas registradas durante el año 2023.

Esta información representa un input muy importante para la mejora continua en las operaciones de manufactura que es el Core Business de la empresa CANTOL, gracias a esta información se podrá medir el nivel de servicio de las áreas soporte de la gestión de producción y finalmente poder elaborar e implementar los planes de mejora respectivos.

Figura 5.4

Diagrama de Pareto enfocado a las causas de paradas no planificadas del proceso productivo de la empresa CANTOL SAC



El diagrama de Pareto de la figura 5.3 muestra las principales causas de paradas de producción, las cuales son: fallas mecánicas, falta de productos en proceso, fallas eléctricas, faltas del personal, falta de control del proceso, piezas fuera de medida, fallas neumáticas, roturas de herramientas y descansos médicos; en estas causas se deben priorizar los planes de mejora respectivos.

5.3 Definición de planes de acción

Luego del análisis del diagrama de Pareto se ha podido identificar las principales causas que generan los paros de producción no planificados, en la siguiente **tabla 5.7** se muestran las causas en las que se debe enfocar la atención y los esfuerzos para establecer los planes de acción que permitan reducir el índice de paros no planificados del proceso productivo del caso en estudio.

Tabla 5.7

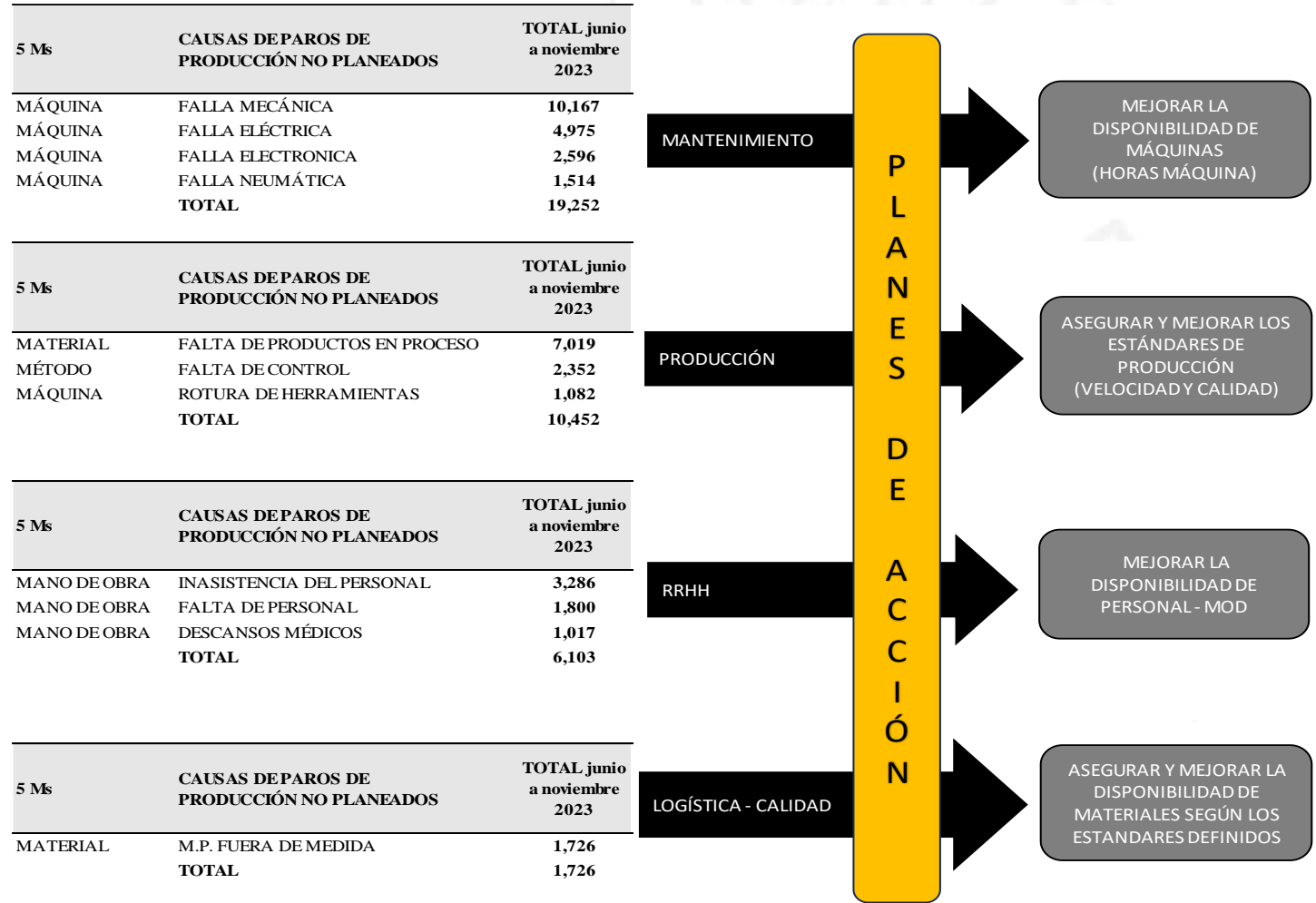
Listado de Principales Causas de paros de producción según Pareto

5 Ms	CAUSAS DE PAROS DE PRODUCCIÓN NO PLANEADOS	TOTAL junio a noviembre 2023	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
MÁQUINA	FALLA MECÁNICA	10,167	22%	22%
MATERIAL	FALTA DE PRODUCTOS EN PROCESO	7,019	15%	37%
MÁQUINA	FALLA ELÉCTRICA	4,975	11%	48%
MANO DE OBRA	INASISTENCIA DEL PERSONAL	3,286	7%	55%
MÁQUINA	FALLA ELECTRONICA	2,596	6%	61%
MÉTODO	FALTA DE CONTROL	2,352	5%	66%
MANO DE OBRA	FALTA DE PERSONAL	1,800	4%	70%
MATERIAL	FUERA DE MEDIDA	1,726	4%	74%
MÁQUINA	FALLA NEUMÁTICA	1,514	3%	77%
MÁQUINA	ROTURA DE HERRAMIENTAS	1,082	2%	79%
MANO DE OBRA	DESCANSOS MÉDICOS	1,017	2%	82%

La tabla 5.7 muestra las principales causas según análisis de la regla de Pareto (80/20), que sostiene que aproximadamente el 80% de los problemas se derivan del 20% de las causas.

Figura 5.5

Influencia de la Gestión de áreas soporte respecto a los Paros no Planificados de Producción



En la figura 5.5 se muestran las áreas que deben trabajar en la implementación de los planes de acción considerando la influencia de sus gestiones como áreas soporte respecto a las causas identificadas que generan los paros de producción no planificados.

5.4 Implementación y cambios en la gestión de áreas soporte

A continuación, se presentan los lineamientos o planes de acción necesarios a implementar en la gestión de las áreas soporte del proceso productivo:

5.4.1 Cambios en la gestión de Mantenimiento

Una de las principales áreas soporte de todo proceso productivo es la gestión de mantenimiento, por ello considerando la implementación de las nuevas metodologías en la gestión de producción es necesario implementar lo siguiente:

- Adquirir o elaborar con el apoyo del equipo de TI una herramienta informática que permita administrar y controlar las solicitudes de mantenimiento que recibe mes a mes, trabajar con hojas de cálculo ya no es recomendable por el posible error humano y los tiempos operativos que ello demanda, sobre todo por la necesidad de analizar la información registrada a tiempo para la toma de decisiones.
- Dimensionar la dotación del personal técnico de mantenimiento según la demanda y tipos de fallas registradas en las solicitudes (MECÁNICA, ELÉCTRICA, LUBRICACIÓN, ELECTRÓNICA, etc.); la cantidad de técnicos por especialidad deben estar definida según el histórico del tipo de solicitudes registradas en un periodo de tiempo, se recomienda en este punto analizar la demanda de solicitudes del último año, este análisis es muy importante para contar con la cantidad de técnicos necesarios por especialidad según la exigencia de la demanda de solicitudes de mantenimiento.
- Identificar y clasificar las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso productivo, para ello se debe trabajar en una matriz de criticidad las variables de MANTENIBILIDAD, CUELLO DE BOTELLA, MÁQUINA ÚNICA EN SU TIPO y ABASTECIMIENTO DE RESPUESTOS. Se

entiende que la parada de una máquina crítica debe tener la prioridad A1 para el equipo de mantenimiento.

- Planificar y ejecutar los mantenimientos preventivos de máquinas y equipos de planta, importante resaltar que la planificación de los mantenimientos preventivos debe estar considerada dentro de la planificación de producción para evitar conflictos en la gestión de ambas áreas.
- Planificar y coordinar con el equipo de logística el abastecimiento de repuestos necesarios para la ejecución de los mantenimientos correctivos y preventivos de máquinas y equipos de planta (GESTIÓN DE STOCK DE REPUESTOS).
- Implementar los indicadores de mayor profundidad en la gestión de mantenimiento necesarios para garantizar el buen nivel de servicio que requiere su área cliente de producción, estos son TIEMPO MEDIO ENTRA FALLAS, TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN, entre los más resaltantes.

5.4.2 Cambios en la gestión de Recursos Humanos

El área de Recursos Humanos es otra gestión soporte clave para el proceso productivo, por ello la importancia que este alineada en brindar un buen servicio a su área cliente producción:

Implementar las metodologías de evaluación de desempeño, alineados según los objetivos estratégicos de la organización, con el objetivo de contar con el personal idóneo con el perfil y competencias necesarias.

Implementar los indicadores necesarios para garantizar el buen nivel de servicio que requiere la gestión de manufactura, sumado al de disponibilidad de personal podemos mencionar el de ROTACIÓN DE PERSONAL, CLIMA LABORAL, entre otros.

5.4.3 Cambios en la gestión de Calidad

El área de Calidad es otra gestión soporte clave para el proceso productivo, por ello la importancia que este alineada a los cambios y mejoras del proceso productivo:

Asegurar los muestreos y controles necesarios en el proceso productivo bajo el enfoque del ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD, ello permitirá impulsar y trabajar en la cultura de la organización bajo el enfoque estratégico de la calidad.

Implementar los indicadores necesarios para brindar el soporte de control respectivo a la gestión de manufactura, resaltan NO CONFORMES, REPROCESOS, entre los más importantes.

5.4.4 Cambios en la gestión de Logística

El área de Logística es otra gestión soporte clave para el proceso productivo, por ello la importancia que este alineada a los cambios y mejoras del proceso productivo:

Implementar las estrategias necesarias para garantizar un óptimo abastecimiento de materiales según la demanda de fabricación de la organización.

Implementar los indicadores necesarios para garantizar el buen nivel de servicio que requiere la gestión de manufactura, sumado al de disponibilidad de material podemos mencionar STOCK ÓPTIMO, ROTACIÓN DE STOCK, QUIEBRES DE STOCK entre otros.

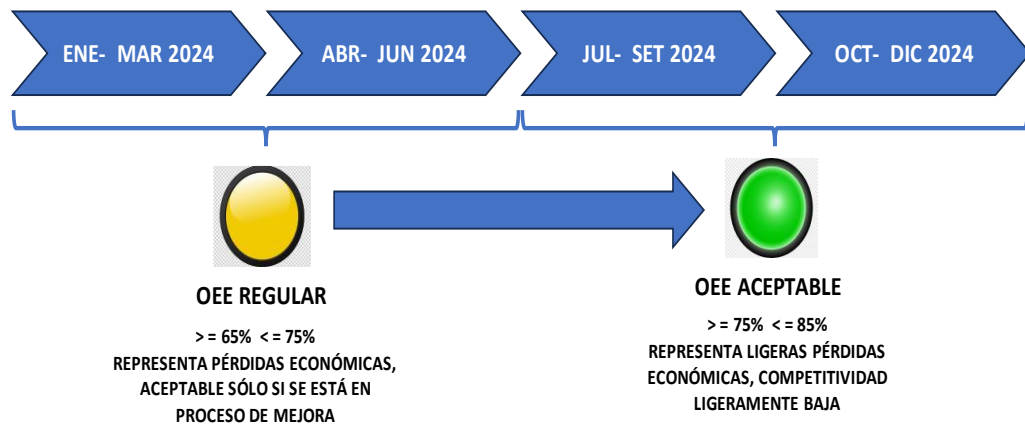
5.5 Estimación de mejora de la Eficiencia General de Equipos (OEE)

A continuación, se muestra la estimación de la mejora de la eficiencia productiva del proceso productivo de la empresa CANTOL SAC, luego de implementar los planes de mejora se debe comenzar a evidenciar la mejoría en la eficiencia productiva finalizando el primer semestre del 2024, cambiando el estatus del OEE de “REGULAR” al nivel “ACEPTABLE”.

Se debe resaltar que las metodologías OEE y 5Ms se deben seguir aplicando y ser parte de la mejora continua de los procesos productivos con el fin de seguir mejorando el estatus OEE hasta donde sea posible.

Figura 5.6

Proyección del Indicador OEE según los Planes de Acción a Implementar



La figura 5.5 muestra considerando los planes de acción a implementarse durante el primer semestre del 2024, la mejora en la eficiencia productiva del proceso de producción de la empresa CANTOL SAC.

5.6 Estimación de reducción de horas perdidas de producción al cierre del 2024

La proyección de reducción de las horas perdidas de producción durante el año 2024 representa una mejora importante en la eficiencia productiva para la fabricación de cerraduras del caso en estudio, según los cálculos realizados haciendo un comparativo con los datos recolectados en los meses de junio a noviembre del 2023 significa un 46.14% adicional de tiempo de fabricación para cumplir con el plan de producción y por ende brindar una mejor atención a la demanda de productos terminados que comercializa la empresa.

En las siguientes **figuras 5.7 y 5.8** se muestra la proyección de reducción de horas perdidas de producción por paros no planificados al cierre del 2024.

Figura 5.7

Histórico de Años de Horas Perdidas de Producción por Paros No Planificados y Proyección al cierre del año 2024

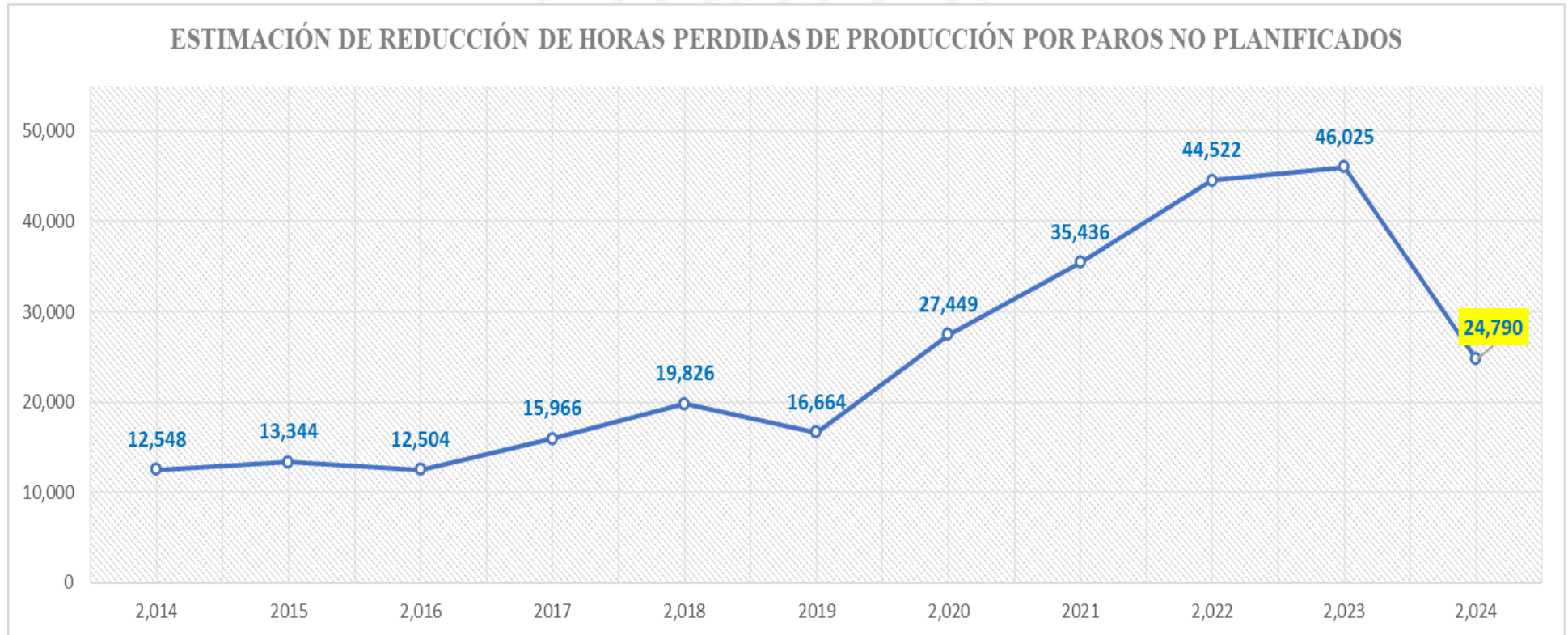
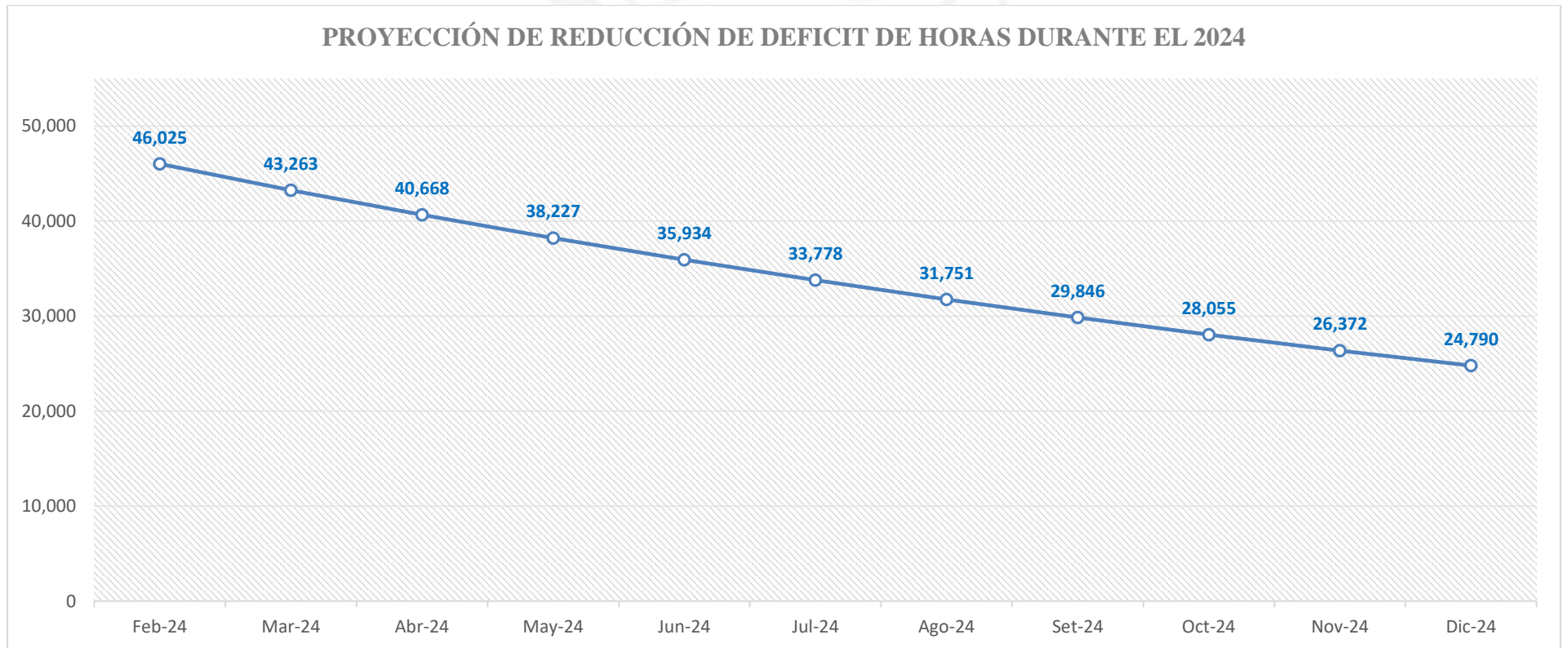


Figura 5.8

Estimación de Reducción de Horas Perdidas de Producción por Parradas No Planificadas durante el 2024



CONCLUSIONES

- Las metodologías de Eficiencia General de Equipos (OEE) y Análisis de Fallas Estructurado (5Ms) planteadas en la presente tesis no pretenden dar solución a todos los problemas de la empresa CANTOL SAC, pero sí ayudarán en gran medida a medir el grado de aprovechamiento de los recursos de manufactura, identificando las pérdidas en el proceso para poder implementar los planes de mejora necesarios.
- Ambas metodologías propuestas sirven como medio de enlace y comunicación con las demás áreas de la empresa que tienen participación directa o indirecta en el proceso productivo. Un ejemplo claro del caso en estudio es el nivel de Disponibilidad de Máquinas gestionada por el área de mantenimiento. Esta variable debe ser siempre la óptima para poder lograr una buena eficiencia productiva en cualquier proceso productivo.
- Las metodologías del OEE y 5Ms por sí solas no cambian o modifican la gestión de producción en una empresa, simplemente son termómetros de las pérdidas del proceso de manufactura, deben ir acompañadas de planes de acción soportados en las herramientas que nos brinda la ingeniería, con el fin de reducir las brechas detectadas respecto a los objetivos estratégicos fijados por la organización.

RECOMENDACIONES

- Implementar reuniones con una frecuencia establecida y acordada con los responsables de cada área productiva y de soporte, con el fin de poder analizar en conjunto con los equipos de trabajo el resultado de los indicadores del OEE y el reporte de análisis de fallas 5Ms, con el fin de poder proponer e implementar las acciones de mejora necesarias.
- Se deben programar capacitaciones cada cierto tiempo sobre las metodologías del OEE y 5Ms, esto ayudará a sensibilizar al personal y reforzar la nueva cultura de trabajo y control de las operaciones, y al mismo tiempo poder verificar y asegurar su permanencia y uso como herramienta de control.
- Mantener el involucramiento y apoyo de la alta dirección de la empresa, su participación es clave para el proyecto y para poder incorporar al 100% las metodologías del OEE y 5Ms en la cultura de la empresa CANTOL SAC.

REFERENCIAS

- Alarcón Falconí, A. (2014). *Implementación del OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing* [Tesis de maestría]. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Algarra Rodríguez, I., & Sierra Parga, C. (2018). *Estudio de La Efectividad Global de los Equipos (OEE) y Propuesta de mejoramiento basada en el uso de herramientas de Manufactura Esbelta en la empresa INEMFLEX S.A.S.* [Proyecto de grado para optar al Título de: Profesional en Ingeniería Industrial]. Universidad Agustiniana de Colombia.
- Bances Cruz, L. (2017). *Aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de equipos y su incidencia en el mejoramiento del proceso de fabricación de puntas de bolígrafos* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Cáceres Carbajal, C. (2018). *Propuesta de mejora de la eficiencia global de los equipos orientado en el TPM para una empresa envasadora de bebida gasificada no alcohólica* [Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Industrial]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Herrera Ccari, B. (2020). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos (OEE) para mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil* [Tesis de para optar el Título Profesional de Ingeniero Textil y Confecciones]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Lara Garofalo, A., & Mendoza Pérez, M. (2018). *Fuentes de pérdidas en eficiencia de los equipos de líneas de paletizado de PRONACA QUEVEDO. Propuesta de implementación de un sistema OEE* [Proyecto de investigación y desarrollo en opción al grado académico de magister en Gestión de la Producción]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Mohr Barría, P. (2012). *Propuesta de metodología para la medición de eficiencia general de los equipos en líneas de procesos de sección mantequilla en industria láctea* [Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil Industria]. Universidad Austral de Chile.
- Rodríguez Feliz, L. (2019). *Propuesta de un sistema de indicadores de eficiencia general de equipos para mejorar la productividad en la línea de fabricación de Stretch Film de una empresa del rubro de plásticos de la ciudad de Lima* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Sánchez Silva, R. (2016). *Construcción de un modelo estocástico para la eficiencia global de los equipos OEE* [Tesis de posgrado presentada como requisito parcial

para optar el Título de Magíster en Ingeniería Industrial). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.

Torres Díaz, V. (2017). *Implementación del OEE para incrementar la productividad de la flota de camiones Komatsu 730E en la minera Volcán Shungar S.A.* [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial]. Universidad Privada del Norte, Perú.



BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica* (6.ª ed.). Editorial Episteme.
- Arnoletto, E. J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva, Edición electrónica gratuita*. www.eumed.net/libros/2007b/299/
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness* (1.ª ed.). Blue Eagle Group.
- Cruelles, J. (2010). *La Teoría de la Medición del Despilfarro* (2.ª ed.). Artef S.L.
- Da Silva, R. (2002). *Teorías de la Administración* (1ª ed.). Thomson.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (3.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Jiménez F., & Espinoza C. (2007). *Costos Industriales* (1.ª ed.). Cartago.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2002). *Cuadro de Mando Integral* (2.ª ed.). Ediciones Gestión 2000.
- Robbins, S., & Coulter, M. (2010). *Administración* (10.ª ed.). Prentice-Hall.
- Salgueiro, A. (2001). *Indicadores de Gestión y Cuadro de Mando Integral* (1.ª ed.).
- Samuelson P., & Nordhaus, W. (2010). *Economía con Aplicaciones a Latinoamérica* (19.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Uribe M., & Reinoso J. (2014). *Sistema de Indicadores de Gestión*. (1.ª ed.). Ediciones de la U.
- Zammori F., Braglia, M., & Frosolini, M. (2011). *Stochastic Overall Equipment Effectiveness. International Journal of Production Research*. 49(21), 1-41.
- Zammori F., Braglia, M., & Frosolini, M. (2011). *Stochastic Overall Equipment*
- Zapata A. (2015). *Ciclo de la Calidad PHVA* (1.ª ed.). Editorial Universidad Nacional de Colombia.

15%	14%	4%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	ENVIRONMENTAL QUALITY ANALYTICAL SERVICES S.A.. "DAA del Local 1 y Local 2, dedicados a la Fabricación de Cerraduras, Artículos de Cuchillería y Ferretería en General de la Empresa Tecnopress-IGA0014992", R.D. N° 00420-2020-PRODUCE/DGAAMI, 2021 Publicación	1%
----------	--	-----------

2	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	1%
----------	--	-----------

3	repositorio.uide.edu.ec Fuente de Internet	1%
----------	--	-----------

4	es.wikipedia.org Fuente de Internet	<1%
----------	---	---------------

5	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
----------	---	---------------

6	repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080 Fuente de Internet	<1%
----------	---	---------------

7	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	
----------	---	--

<1%

8	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unica.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
12	repositoriobibliotecas.uv.cl Fuente de Internet	<1 %
13	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	ciateq.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	<1 %
16	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
		<1 %

19	Submitted to Universidad Andrés Bello Trabajo del estudiante	<1 %
20	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
21	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
22	virtual.urbe.edu Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Fundacion Universitaria Juan de Castellanos Trabajo del estudiante	<1 %
24	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
25	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.elpoli.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	noesis.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %

<1 %

30	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
32	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
35	red.uao.edu.co Fuente de Internet	<1 %
36	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
37	www.mypanchang.com Fuente de Internet	<1 %
38	repository.uniminuto.edu Fuente de Internet	<1 %
39	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
40	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

100 | P Á G I N A

41	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
42	press.religacion.com Fuente de Internet	<1 %
43	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
44	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
45	oldri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.utesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	somoshalcones.com Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Universidad Adolfo Ibáñez Trabajo del estudiante	<1 %
49	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Trabajo del estudiante	<1 %
50	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
51	dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

52	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	server2.southlink.com.ar Fuente de Internet	<1 %
54	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
55	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
56	saber.ucab.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
57	ar4.bumeran.com Fuente de Internet	<1 %
58	"Evaluación de impactos de la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en construcción.", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2018 Publicación	<1 %
59	Submitted to Universidad Autonoma de Chile Trabajo del estudiante	<1 %
60	Submitted to Universidad Católica Nordestana Trabajo del estudiante	<1 %

61	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
62	Fredy Enrique Garzon Reyes. "Análise da aderência entre barras de aço e concretos (CC, CAA e CAARFA), sob influência de ações monotônicas e cíclicas", Universidade de São Paulo. Agência de Bibliotecas e Coleções Digitais, 2009 Publicación	<1 %
63	Nohemy Miriam Canahua Apaza. "Implementación de la metodología TPM- Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica", Industrial Data, 2021 Publicación	<1 %
64	biblioteca2.ucab.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
65	conferencias.saludcyt.ar Fuente de Internet	<1 %
66	finanzascorporativas4.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
68	www.access-info.org Fuente de Internet	<1 %

69	www.dropbox.com Fuente de Internet	<1 %
70	www.testextextile.com Fuente de Internet	<1 %
71	Submitted to Universidad Tecnologica de Honduras Trabajo del estudiante	<1 %
72	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
73	saludcapital.gov.co Fuente de Internet	<1 %
74	www.tesisdelperu.com Fuente de Internet	<1 %
75	"Desarrollo e implementación de herramientas para el mejoramiento de la gestión de la información de last planner", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2018 Publicación	<1 %
76	blog.conducetuempresa.com Fuente de Internet	<1 %
77	repositorio.unitec.edu Fuente de Internet	<1 %
78	repositorio.usfq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

79	Javier Rodríguez García. "Metodología para la optimización del beneficio de la respuesta de la demanda en consumidores industriales: caracterización por procesos y aplicación", Universitat Politecnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
80	Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Trabajo del estudiante	<1 %
81	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
82	archive.org Fuente de Internet	<1 %
83	tehuacan.pue.upaep.mx Fuente de Internet	<1 %
84	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1 %
85	CONSULTORIA INTERNACIONAL EN INGENIERIA Y GESTION PARA EL DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA-CINYDE. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental del EIA de la Planta La Molina dedicada a la Fabricación de Colorantes Naturales a Base de Camote-IGA0008804", R.D. N° 861-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2021 Publicación	<1 %

86	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
87	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
88	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %
89	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
90	bibliotecaunapec.blob.core.windows.net Fuente de Internet	<1 %
91	www.doccity.com Fuente de Internet	<1 %
92	www.powtoon.com Fuente de Internet	<1 %
93	www.sec.upm.es Fuente de Internet	<1 %
94	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
95	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
96	Submitted to Universidad de Sevilla Trabajo del estudiante	<1 %

97	moam.info Fuente de Internet	<1 %
98	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
99	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
100	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
101	www.pinterest.es Fuente de Internet	<1 %
102	www.sma.df.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
103	Ángel Fernández Navajas. "SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEL MICROCLIMA DE LOS FRESCOS RENACENTISTAS DE LA CATEDRAL METROPOLITANA DE VALENCIA", Universitat Politecnica de Valencia, 2012 Publicación	<1 %
104	bibliotecavirtualoducal.uc.cl Fuente de Internet	<1 %
105	d-nb.info Fuente de Internet	<1 %
106	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

107	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
108	www.bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
109	www.e-cdweb.com Fuente de Internet	<1 %
110	www.fluke.com Fuente de Internet	<1 %
111	www.questionpro.com Fuente de Internet	<1 %
112	www.territoriodigital.com Fuente de Internet	<1 %
113	www.welcometothejungle.com Fuente de Internet	<1 %
114	Alejandro Prieto Arnal. "Producción de óxido de propileno a partir de H ₂ O ₂ generada in situ con el empleo de sistemas catalíticos bifuncionales", Universitat Politècnica de Valencia, 2017 Publicación	<1 %
115	dspace.itcolima.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
116	es.trendmicro-europe.com Fuente de Internet	<1 %

117	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
118	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
119	lex.uh.cu Fuente de Internet	<1 %
120	pyme.lavoztx.com Fuente de Internet	<1 %
121	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
122	repositorio.uch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
123	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
124	repositorioapi.neumann.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
125	sistemamid.com.ar Fuente de Internet	<1 %
126	slideplayer.es Fuente de Internet	<1 %
127	www.amece.org.mx Fuente de Internet	<1 %
128	www.camaguey.cu Fuente de Internet	<1 %

129	www.indecopi.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
130	www.lokad.com Fuente de Internet	<1 %
131	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
132	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
133	www.sierrasdecinta.com Fuente de Internet	<1 %
134	www.univerciudad.net Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

