



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÁREA DE MAQUINADO PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA C & R SERVICIOS INDUSTRIALES SAC”.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Juan Eduardo Condor Gallardo
Jonathan Emanuel Pagan Gálvez

Asesor:

Mg. Rubén O. Tsukazan Nakaima.

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Juan Condor Abanto y Aranseli Gallardo Palomino, como también a mi esposa Erlinda Rojas Chuquizuta y a mis 2 hijos hermosos Mikeyla Condor Rojas e Iker Condor Rojas por ser los motivos de este logro, a ellos mi eterno agradecimiento.

Juan Eduardo Condor Gallardo

Dedico este proyecto principalmente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto brindándome salud y fortaleza para lograr mi objetivo. A mis padres quienes me han sabido formar con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante, buscando siempre el mejor camino.

A mi novia Romina y a mis 2 hijos, Gonzalo y Ohana, quienes con su amor y comprensión han impulsado para la culminación de mi carrera.

Jonathan Emanuel Pagan Gálvez

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos en todo momento.

A nuestros padres, esposa e hijos por el apoyo y amor incondicional.

A nuestro asesor el Prof. Rubén O. Tsukazan Nakaima por el apoyo, orientación y compromiso.

A Erlinda Rojas Chuquizuta dueña de la empresa C&R SERVICIOS INDUSTRIALES SAC por la confianza y apoyo brindado para nuestro desarrollo profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes de la empresa.....	3
1.1.1. Misión	3
1.1.2. Visión.....	4
1.1.3. Valores	4
1.1.4. Organigrama	4
1.1.5. Clientes	5
1.1.6. Actividades especializadas.....	5
1.2. Realidad Problemática.....	5
1.2.1. Formulación del problema	6
1.2.2. Problemas específicos.....	6
1.3. Justificación	7
1.4. Formulación de objetivos	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivo específico	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación	10
2.1.1. Nacionales	10

2.1.2. Internacionales	13
2.2. Bases Teóricas	15
2.2.1 Gestión de Mantenimiento	15
2.2.2 Definición de gestión de mantenimiento	18
2.2.3 Tipos de mantenimiento.....	19
2.2.4 Auditoria del Mantenimiento.....	20
2.2.5 Mantenimiento Preventivo.....	23
2.2.6 Planificación de trabajos	26
2.2.7 Indicadores de gestión.....	28
2.2.7.1 Indicadores de disponibilidad (Falta citar)	28
2.2.7.2 Indicadores de confiabilidad.....	28
2.2.7.3 Indicadores de costo	29
2.2.7.4 Indicadores para la dirección.....	30
2.2.7.5. Indicadores de producción.	31
2.2.7.6 Indicadores de Eficiencia y Eficacia. (Fuente)	32
2.2.7.7 Indicadores de calidad.....	32
2.2.8 Herramientas de calidad aplicadas a la gestión de mantenimiento.....	34
2.2.8.1 Las 5'S.....	35
2.2.8.2 Diagrama de Pareto.....	35
2.2.8.3 Diagrama Causa-Efecto.....	35
2.2.8.4 Estructura de análisis de costos de mantenimiento.....	36
2.2.9 Producción	37
2.2.9.1 Conceptos.....	37
2.2.9.2 Plan Maestro de Producción	40
2.2.10. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	41

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	46
3.1. Contexto general.....	46
3.1.1 Actividades del proceso de producción	46
3.1.2 Distribución de máquinas	49
3.1.3. Situación del sistema de gestión de mantenimiento	50
3.1.4 Paradas de Máquina	54
3.2 Desarrollo del diagnóstico	62
3.2.1 Diagrama de Ishikawa.....	62
3.2.2 Descripción de la Auditoria de Mantenimiento	67
3.3 Metas y objetivos.....	76
3.4. Estrategias de desarrollo	76
3.4.1. Identificación de los aspectos claves para mejorar la Gestión de Mantenimiento en el área de Maquinado de C & R Servicios Industriales SAC	77
3.4.2. Planteamiento del proceso	78
3.4.2.1 Fases del plan de gestión para el area de mantenimiento.....	78
3.4.2.2 Visión y misión del área de mantenimiento	78
3.4.3. Objetivos	79
3.4.3.1 De crecimiento y desarrollo	79
3.4.3.2. Procesos	79
3.4.4. Estrategias y políticas	80
3.4.5 Estrategias de seguridad e higiene industrial	98
3.4.6 Medición y evaluación de resultados	99
CAPÍTULO VI. RESULTADOS.....	101
4.1. RESULTADOS	102
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105

5.1 Conclusiones.....	105
5.2 Recomendaciones	106
REFERENCIAS.....	108
ANEXOS	113
Anexo N° 1 MANUAL DE FUNCIONES	113
Anexo N° 2 FORMATO DE CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS	116
Anexo N° 3 CHECK LIST	117
Anexo N° 4 HOJA DE INTERVENCIÓN DE MÁQUINA	118
Anexo N° 5 FICHA TÉCNICA	120
Anexo N° 6 DIAGRAMA DE GANTT.....	122
Anexo N° 7 LISTA DE INSUMOS	123
Anexo N° 8 REGISTRO DE CONTROL DE HERRAMIENTAS	124
Anexo N° 9 MANUAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS	125
Anexo N° 10 LUBRICACIÓN – PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	132
Anexo N° 11 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	134
Anexo N° 12 INVENTARIO DE MATERIALES	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Principales clientes	5
Tabla 2	Explicación de los Ocho pilares	44
Tabla 3	Tabla de producción promedio diario por máquina	49
Tabla 4	Tabla de Criticidad	49
Tabla 5	Paradas en el proceso del corte (Julio – diciembre 2020)	54
Tabla 6	Paradas en el proceso de estampado (Julio – diciembre 2020)	56
Tabla 7	Paradas en el proceso de Rebarbado - Excéntrica (Julio – diciembre 2020)	58
Tabla 8	Paradas en el proceso de maquinado - Transfer (Julio – diciembre 2020).....	60
Tabla 9	Análisis de criticidad de causas raíces	64
Tabla 10	Diagrama de Pareto para el proceso de Gestión de Mantenimiento.....	65
Tabla 11	Criterios de la Auditoria de Mantenimiento.....	67
Tabla 12	Organización del Mantenimiento	69
Tabla 13	Planeamiento del Mantenimiento	70
Tabla 14	Habilidades del personal de mantenimiento.....	72
Tabla 15	Ejecución del mantenimiento	73
Tabla 16	Supervisión del mantenimiento	75
Tabla 17	Secuencia de intervención por mantenimiento preventivo de máquinas	86
Tabla 18	Resultados comparativos de las paradas de máquina (Horas) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento.....	102
Tabla 19	Resultados comparativos de Criticidad (%) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Organigrama completo de CORSISAC	4
Figura 2.	Pilares del TPM.....	42
Figura 3.	Diagrama General del proceso productivo.....	48
Figura 4.	Layout del taller de la empresa C & R Servicios Industriales SAC	50
Figura 5.	Diagrama de Actividades de Proceso DAP.....	52
Figura 6.	Diagrama de Actividades de Proceso DAP.	53
Figura 7.	Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Proceso de Corte.....	55
Figura 8.	Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Proceso de Corte.....	56
Figura 9.	Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Gral Maquinas Prensas	57
Figura 10.	Tipos de parada Maquinas Prensas – 150TN.....	57
Figura 11.	Tipos de parada Maquinas Prensas – 300 TN.....	58
Figura 12.	Tipos de parada Vs Horas Trabajadas - Rebarbado.....	59
Figura 13.	Tipos de parada Vs Horas Trabajadas – Excentrica 01	59
Figura 14.	Tipos de parada Vs Horas Trabajadas – Excentrica 02	60
Figura 15.	Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Maquinado	61
Figura 16.	Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Maquinado	61
Figura 17.	Diagrama de Ishikawa – Proceso de Mantenimiento.....	63
Figura 18.	Diagrama de Pareto	66
Figura 19.	Radar de Mantenimiento	68
Figura 20.	Radar de Organización del Mantenimiento	70
Figura 21.	Planeamiento del Mantenimiento.....	71
Figura 22.	Habilidades del Personal de Mantenimiento.....	72
Figura 23.	Ejecución del Mantenimiento	74

Figura 24. Supervisión del Mantenimiento	75
Figura 25. Fases del plan de gestión para el área de mantenimiento	78
Figura 26. Organigrama del área de mantenimiento (Actual).....	82
Figura 27. Imágenes donde se aprecia el orden logrado en el área de trabajo	88
Figura 28. El orden	91
Figura 29. La limpieza en el área	92
Figura 30. Seguridad en el área de maquinado.....	99
Figura 31. Paradas de máquina (Horas) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento.....	102
Figura 32. Resultados comparativos de Criticidad (%) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento	103

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo de Suficiencia Profesional se estudió a la empresa C & R SERVICOS INDUSTRIALES SAC, cuyo objetivo general ha sido desarrollar la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción, a fin de ofrecer mejores servicios a sus clientes.

En tal sentido, a fin de tener un adecuado enfoque de la resolución del problema, los autores estructuran el estudio en cuatro capítulos; el primer capítulo hace referencia a la introducción, donde se describen los conceptos básicos de gestión de mantenimiento, tipos de gestión de mantenimiento, auditoría de mantenimiento, también se describe la teoría de indicadores de gestión, los cuales son indispensables para la medición del funcionamiento de las máquinas; en cuanto a las herramientas de calidad aplicadas a la gestión de mantenimiento se describe la teoría de las 5'S, diagrama de Pareto, diagrama Causa-Efecto y el Mantenimiento Productivo Total (TPM). El segundo capítulo se enfoca la metodología de estudio, en el capítulo tercero se enfoca los resultados y el capítulo cuarto se presentan la discusión y resultados donde se presenta un diagnóstico de la empresa y su proceso actual, la propuesta tiene como objetivo analizar y realizar un diagnóstico de la forma como se presenta el problema en la realidad, de esta manera se desarrolla una síntesis informativa de la empresa, los productos que comercializa y su estructura organizacional. Otro tema, es la descripción funcional de la empresa, haciéndose mención a los principales clientes, actividades del proceso de producción, distribución de máquinas y la situación del sistema de Gestión de Mantenimiento actual. Por otro lado, ha sido elemental describir los procesos del área, donde se identifican los problemas del área y la descripción de la problemática actual; posteriormente se realiza el diagrama de Ishikawa – Pareto para determinar el problema general que se presenta en el área de maquinado. La propuesta de mejoramiento de la gestión

de mantenimiento en el área de maquinado de la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, obedece a la solución del problema planteado, para lo cual se procede a la identificación de los aspectos claves para mejorar la Gestión de Mantenimiento en el área de Maquinado de C & R Servicios Industriales SAC. Se concluye la tesis demostrando que con la implementación de las fases del planeamiento estratégico que aportan al modelo de gestión de mantenimiento para el área de maquinado de C & R Servicios Industriales SAC se cumpliría los objetivos en el primer semestre de aplicado el plan. Por lo que se sugiere la mejora continua al plan ejecutado para mantenerse competitivos en el mercado industrial.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años las empresas vienen dando una amplia importancia al mantenimiento de sus maquinarias, ya que se han dado cuenta que, si estas fallan, las actividades se paralizan y generan no solo retrasos en la entrega e insatisfacción del cliente, sino que también se incrementan los costos debido a tener al personal sin trabajar y adicionalmente conlleva a realizar compras imprevistas de repuestos.

Inicialmente la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, presentaba una gran pérdida de tiempo en las paradas por fallas en la maquinaria de proceso de maquinado. Demostrando que la gestión de mantenimiento no era eficiente. Esto debido a falta de un plan de mantenimiento que seguir para asegurar la disponibilidad de la maquinaria.

La planta tiene un sistema de producción continua, para la cual cuenta con diversas maquinarias, y cuando una de ellas se paraliza, la producción de la planta se ve afectada; a la vez otras máquinas se ven comprometidas significativamente con los tiempos. Adicionalmente, las maquinarias en general presentan continuas fallas, que retrasan la producción, haciendo que la empresa incurra en costos mayores en el proceso productivo.

Antes de la implementación de la mejora, el área de mantenimiento contaba con los siguientes recursos humanos: 1 supervisor mecánico y 2 asistentes que eran operarios, este grupo realizaba el mantenimiento correctivo debido a las continuas presentaciones de fallas, que se deben principalmente a los siguientes motivos: nivel de conocimiento técnico, falta de recursos para realizar el mantenimiento (materiales, herramientas, etc.), falta de comunicación entre producción y mantenimiento, procedimientos de trabajos y la falta de un plan de mantenimiento preventivo.

De esta manera, en búsqueda de reducir el número de fallas y mejorar el servicio con nuestros clientes, ya que los tiempos de entrega de los repuestos no están siendo muy satisfactorios para ellos. La empresa buscaba un plan de mantenimiento preventivo en el área

de maquinado para mejorar la producción, el cual permita tener mapeado los tipos de fallas, repuestos más utilizados, frecuencia de cambio, cronograma de mantenimiento anual y todo ello para evitar las fallas inesperadas.

El tipo de mantenimiento preventivo, resulta la gran debilidad que presenta la organización, debido a que ello origina un mal servicio y problemas recurrentes en el área de maquinado, como por ejemplo: parada de maquinaria principal del proceso directo, el nivel de ventas se reduce considerablemente, baja la tasa de indicadores de calidad, se incrementa considerable las horas extras tanto para el área de mantenimiento y maquinado, donde también se incrementa el consumo de energía eléctrica adicional requerida para recuperar la producción.

La importancia de implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para la producción, radica en que la empresa conozca los problemas que sufren las maquinas a los cuales deben afrontar para poder garantizar el crecimiento continuo y sostenible en el tiempo, teniendo la información, podemos medir y controlar, con el fin de mitigar lo máximo posible las fallas en la maquinaria de producción. Para así poder conseguir los objetivos trazados año a año.

De acuerdo a la presentación de sucesos del problema, es notable que actualmente no existe un sistema de gestión de mantenimiento, mucho menos un flujo de actividades óptimo para prevenir ciertos desperfectos que se presentan en las máquinas. Es por esta razón que, tal desorganización, falta de planificación previa y ausencia del mantenimiento, genera un impacto directo en el control efectivo de recursos

Es por ello, que se implementó un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para el área de maquinado de la Empresa C & R Servicios Industriales SAC. Asimismo, es importante señalar que la empresa no utilizaba ninguna metodología de mantenimiento antes

de la implementación y gracias a las ventajas y bondades del mantenimiento preventivo se logró incrementar la disponibilidad de la maquinaria.

1.1. Antecedentes de la empresa

La Empresa C & R Servicios Industriales SAC, fue fundada el 19 de setiembre de 2017 por los socios Erlinda Rojas Chuquizuta, con 8 años de experiencia en brindar servicios de mantenimiento, ya que anteriormente tenía una empresa con el mismo rubro, la cual fue dada de baja por mutuo acuerdo con su anterior socio. Y Juan Eduardo Condor Gallardo, con 7 años de experiencia en el ámbito de construcción en el área de mantenimiento. Sus inicios de actividades fueron puestos en marcha en 01 de octubre de 2017. Es una empresa que se ubica en el sector de servicios industriales, fabricación de piezas, reparaciones, mantenimiento, entre otros y se cuenta con un equipo profesional especializado para las operaciones. Los servicios que se ofrecen son torno y fresadora, cepillo, rectificación de motores, fabricación y mecanizado de piezas, rectificado plano y cilíndrico, fabricación y afilado de cuchillas de todo tipo, mantenimiento de motores eléctricos y reductores, fabricación de estructuras metálicas, bandejas, tolvas, mesas y transportadoras, zarandas, escaleras y plataformas; y, soldadura en general.

La Empresa C & R Servicios Industriales SAC, cuenta con 15 máquinas importantes en su planta de producción, estas máquinas están programadas las 12 horas del día, los 30 días del mes. Pero el problema es que, estas máquinas paran por fallas de forma inesperada y recurrente, generándose así paradas por mantenimiento correctivo.

1.1.1. Misión

Ser la empresa industrial más confiable del mercado, reconocida por su transparencia y la mejor opción para nuestros clientes.

1.1.2. Visión

Brindar servicios industriales especializados, resolviendo las necesidades de nuestros clientes con seguridad, calidad y más allá de las obligaciones contractuales.

1.1.3. Valores

- Confianza.
- Integridad.
- Compromiso.
- Respeto.
- Seguridad.
- Calidad.
- Innovación.

1.1.4. Organigrama

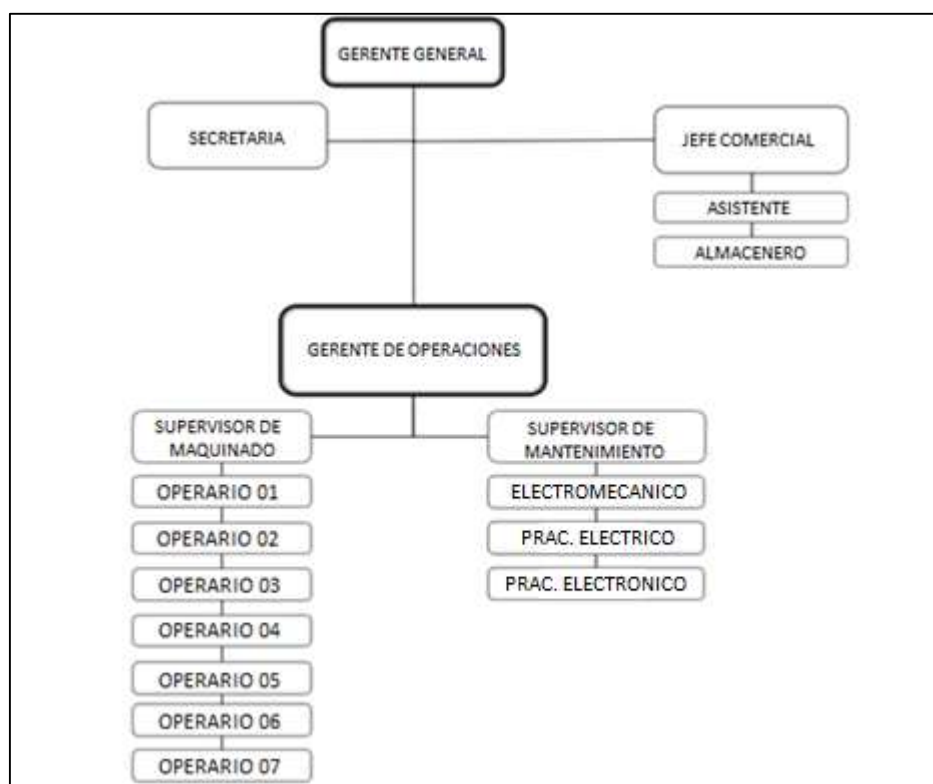


Figura 1. Organigrama completo de CORSISAC

Fuente: Elaboración Propia

1.1.5. Clientes

Nuestros principales clientes se encuentran en el rubro alimenticio y son los siguientes:

Tabla 1

Principales clientes

ITEM	Clientes	Ubicación
1	Alicorp S.A.A	Callao – Lima.
2	Molitalia S.A	Lima – Lima.
3	Nestlé Perú S.A.	Lima – Lima.
4	Industrias Teal S A - SAYON	Ate – Lima.
5	Molino el Triunfo S.A.	Callao – Lima

Fuente: Elaboración Propia

1.1.6. Actividades especializadas

- Fabricación y mecanizado de piezas para plantas industriales.
- Mantenimiento de reductores y motores.
- Fabricación de estructuras.
- Servicios de soldadura en general.

1.2. Realidad Problemática

Hoy en día la industria metalmeccánica representa cerca de 16% del PIB industrial en América Latina, da empleo a 4.1 millones de personas en forma directa y 19.7 millones de forma indirecta, según la revista “Internacional Metalmeccánica” (www.metalmecanica.com), donde, explica la importancia de esta actividad en cada país y de cómo las empresas deben mantenerse en constante innovación para producir servicios de calidad, ya que debido a la pandemia mundial a causa del COVID-19, se redujeron considerablemente los servicios metalmeccánica, y la mayoría de empresas buscan tercerizar servicios de calidad a bajo precio. Debido a ello, es necesario reducir los sobrecostos y ofrecer mejores servicios para mantenerse en el mercado industrial.

Frente a esta problemática, la presente investigación se enfocó a mejorar la producción, concentrándose en la planificación del mantenimiento preventivo y la programación de la producción. Estas son dos actividades que son interdependientes pero que con mayor frecuencia se realizan de forma independiente. Teniendo en cuenta que el mantenimiento preventivo y la reparación afectan tanto el tiempo de producción disponible como la probabilidad de falla de la máquina, esta interdependencia es poco estudiada y analizada en la literatura.

En ese sentido, se implementó un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para el área de maquinado de la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, permitiendo minimizar el tiempo total esperado de los trabajos. Integrando la programación de la producción con la planificación del mantenimiento preventivo mediante la realización de un estudio descriptivo utilizando la información histórica del 2020 de los problemas de paradas de máquina, en donde solo se lograba alcanzar el 81% de disponibilidad como promedio total al mes, los cuales eran insuficientes para llegar a los objetivos de producción.

1.2.1. Formulación del problema

¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado permite mejorar la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC?

1.2.2. Problemas específicos

Problema específico 1

¿Cómo reducir y eliminar las paradas recurrentes e inesperadas en el área de maquinado que afectan la producción?

Problema específico 2

¿Cómo identificar la criticidad de las máquinas que afectan la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC?

Problema específico 3

¿Cómo la implementación de indicadores en gestión de mantenimiento en el área de maquinado permite mejorar la producción?

1.3. Justificación

Con la investigación se buscó implementar el plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción en la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, la propuesta se encuentra diseñada bajo tres componentes: componente técnico, componente mecánico y las especificaciones de la ingeniería industrial.

El análisis se fundamenta en minimizar el tiempo total de finalización de productos en el área de maquinado, incrementando la disponibilidad de las máquinas; por lo tanto, se debe reducir los problemas que paralizan las máquinas. Logrando que el área Maquinado cumpla con su programación diaria de producción. Creemos que la planificación integrada del mantenimiento preventivo y la programación de la producción es un área de estudio que vale la pena evaluar.

Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción en la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, se buscó la reducción de paradas de máquina, reducir los costos de mantenimiento, y proponer un enfoque de mantenimiento planificado, siendo más rentable que las estrategias reactivas.

Actualmente, implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción en la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, se convierte en una necesidad permanente para estandarizar los procesos, controlar y asegurar la calidad de las actividades, y, por ende, el producto final, eliminando sus deficiencias y asegurando la satisfacción del cliente. De esta manera, es importante detallar qué tipo de sistema es el indicado y mediante los aspectos teóricos y normativos de la calidad en la construcción basados en estudios especializados, podremos definir las pautas específicas para

un determinado tipo de proyecto. Asimismo, debemos expresar claramente en qué radica la importancia de la implementación de un modelo de plan preventivo elaborado correctamente, según los estándares ya establecidos y vigentes.

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción en la Empresa C & R Servicios Industriales SAC, permitirá atender las necesidades de orientación sobre la aplicación de modelos normativos, estructurados por los estándares de calidad existentes. El diseño de la propuesta permitirá garantizar la planificación, documentación, mantenimiento y mejora continua de la producción, considerando la realización del producto final de acuerdo al cumplimiento de los requisitos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente.

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC.

1.4.2. Objetivo específico

Objetivo específico 1

Reducir y eliminar las paradas recurrentes e inesperadas en el área de maquinado que afectan la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC.

Objetivo específico 2

Identificar los factores críticos de las máquinas que afectan la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC.

Objetivo específico 3

Desarrollar la implementación de indicadores en gestión de mantenimiento en el área de maquinado para mejorar la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación

2.1.1. Nacionales

Milla (2020), desarrolló la investigación acerca de la *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de máquinas de la Municipalidad Provincial de Huaraz, 2019*, el objetivo ha sido explicar que el plan de mantenimiento preventivo optimizó la confiabilidad de máquinas de la municipalidad provincial de Huaraz, 2019. Siendo de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de diseño pre experimental, con una población y muestra de 13 y 3 máquinas respectivamente; asignando una de lista de chequeo, rescatando su historial de trabajos para obtener resultados para el pre y pos test. “Abordando con el diagnóstico de criticidad de máquinas, juntando datos de un periodo de 6 meses, usando reportes de trabajo y check list como instrumentos de recolección de datos” (p. 12), evaluando la confiabilidad inicial de máquinas con cálculos de Tiempo Promedio Para Reparar (TPPR) y el Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF), para así, diseñar el plan de mantenimiento preventivo con su programación usando software de gestión de mantenimiento industrial, que se aplicó durante 6 meses. Se concluyó que en una “confiabilidad después del estudio de 94.88%, y 83.2% antes del estudio; con una disminución de costos de mantenimiento preventivo en el compactador Atego 1623, de un costo de S/. 5028.00 soles en 4 meses a un costo de S/. 3945.00 soles en 6 meses” (p. 14), quedando demostrado incremento de la confiabilidad.

Rojas (2019), sustentó la tesis titulada *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo del sistema de filtrado de la empresa talsa (Fundo UPAO) para incrementar su productividad y reducir costos de operación*, se propuso la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón

por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque de momento se acude a un mantenimiento correctivo, al hallar paradas, causando caos, tiempo muertos en la empresa FUNDO UPAO. A partir del análisis ejecutado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método reside en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se registran las técnicas más notables de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

Se sustentó el estudio acerca de la propuesta de un “plan de mantenimiento preventivo para el sistema de filtrado de la empresa TALSA (FUNDO UPAO), con el propósito de optimizar los costos de operación, aumentar la productividad y establecer tareas de mantenimiento que garanticen la disponibilidad y la confiabilidad de las máquinas” (p. 17). Para lograr este objetivo es fundamental el acopio de información de historiales de fallas de los sistemas, siendo 4 áreas en total que dispone la empresa: área de cultivo, área cosecha, área filtrado, área de sanidad.

Los 2 sistemas de filtrado se sometieron al análisis de criticidad que las maquinas más críticas son: motor eléctrico, Bomba centrífuga, filtro de grava, filtro de anillos. Luego se realizó el cálculo de los indicadores de mantenimiento y eficiencia, logrando reducir los costos de operación e incrementando la productividad. A través del enfoque metodológico para poner en marcha el plan de mantenimiento preventivo se ha concluido que el mantenimiento de tipo preventivo para cada máquina crítica, se deben aplicar indicadores del mantenimiento (KPI's) y establecer parámetros de eficiencia en mejora. También se estableció un análisis comparativo de los indicadores del mantenimiento demostrándose la factibilidad económica, para la implementación del mantenimiento preventivo.

Peralta (2019), sustentó la tesis acerca de un *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML CONSTRUCTORES*

E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019, el objetivo fue confeccionar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad, eficacia y eficiencia de la empresa metalmeccánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L. La metodología de estudio es de tipo aplicada y el método de investigación es cuantitativo. La población y la muestra está conformada por los datos cuantitativos tomados de la producción de 47 equipos, comprendidos en un periodo de 12 meses, donde el pretest abarca desde enero a diciembre del 2017 y el pos-test de enero a diciembre del 2018. La técnica empleada es la observación y el instrumento es la ficha de recolección de datos. La validación de los instrumentos se realizó a través del criterio del juicio de expertos. Para realizar el análisis de datos descriptivo, inferenciales y la contrastación de hipótesis se usó el software estadístico SPSS versión 20. Se concluyó que, de los resultados obtenidos en la investigación “la productividad incremento en 23%, la eficacia en 19% y la eficiencia en 12%, por lo tanto, se aprueba la hipótesis general y específicas: que el plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad” (p. 32), la eficacia y la eficiencia de la empresa metalmeccánica AR&ML CONSTRUCTORES E.I.R.L; San Juan de Lurigancho, 2019.

Villena (2017), sustentó la investigación titulada *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del tpm en una empresa constructora*, el objetivo del estudio se plasmó en el desarrollo de un plan de Mantenimiento que pueda darle una mayor performance al uso y beneficio productivo de las maquinarias que se emplean para la ejecución de proyectos que se encargan a la compañía, y de forma paralela se busca que la totalidad del equipamiento disponga de forma eficiente en las funciones de tipo operativo, disponiendo la culminación de los trabajos encargados en los plazos contratados sin incurrir en gastos que se encuentran fuera del presupuesto, por ende establecer mejora de rentabilidad reflejada en el cumplimiento de la empresa de constructora como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. Se concluyó en el “desarrollo de la implementación del

plan de mantenimiento propuesto refleja en un incremento de la disponibilidad mecánica de la flota y en la confiabilidad de los componentes más críticos (Bomba Hidráulica Principal)” (p. 97). Asimismo, se podría incrementar el rendimiento actual de la flota.

2.1.2. Internacionales

Ejgenberg & Sánchez (2018), sustentó el estudio acerca de *la Planificación de un nuevo modelo de mantenimiento preventivo para los equipos médicos del Hospital de Los Valles, aplicable al año 2019*, donde el objetivo ha sido establecer un modelo de planificación de mantenimiento preventivo en el sistema de maquinado del Hospital de Los Valles, la metodología es de tipo experimental, se ha concluido que un hospital con un programa de mantenimiento efectivo garantiza la calidad en la prestación de servicios de salud, de la mano con otros factores como infraestructura y profesionales de altísima calidad humana y formativa. Se propone que la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo considere varios factores técnicos. A demás de la criticidad de los equipos y su naturaleza, se debe considerar las especificaciones técnicas de los fabricantes, el tiempo de vida útil máximo recomendado, el costo de los repuestos y la evaluación técnica para dar de baja a los equipos que ya no pueden ser parte del equipamiento médico.

Castro Miniguano & Carlos (2019), sustentó el estudio titulado acerca del *desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Imprenta Morales de la ciudad de Ambato*, el propósito ha sido mejorar el sistema de producción de la empresa ante las paradas constantes de las máquinas, la importancia del proyecto radica en la necesidad de tener un control adecuado y concreto de la maquinaria de la empresa Imprenta “Morales” el cual proporcione el control y mantenimiento preventivo, permitiendo detectar posibles fallas y defectos de la maquinaria en las etapas nacientes para evitar que los fallos produzcan paradas de emergencia y tiempos muertos innecesarios, causando impacto financiero negativo en las utilidades generadas por la empresa. Se realizó el levantamiento de

información necesaria de la maquinaria, también para realizar el inventario y fichas técnicas los cuales nos brindan datos notables de cada una de las máquinas existentes para la ejecución de su servicio, además se realizó el análisis modal AMFE que permite determinar cuáles son los elementos más propensos a soportar daños y averías los mismos que serán sustituidos. Por otra parte también se analizó los tiempos (TMBF) tiempo medio entre fallos, MTTR tiempo medio de reparación, (λ) la tasa de fallos, (TO) tiempo de operación, fiabilidad, disponibilidad (D). Para facilitar el mantenimiento se desarrolló el plan mediante el apoyo de un software libre. Se concluyó en la optimización de tiempos y costos que impactan en la rentabilidad de la empresa.

Por otro lado, se encontró el estudio de Mago y Rocha (2019), acerca del *diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa granitos y mármoles acabados SAS*, el autor indica que el mantenimiento es esencial para que los equipos efectúen la función para la que son diseñados, es por esta razón que desde el inicio de la industrialización se ha concebido el mantenimiento como parte esencial en el buen desempeño de las máquinas. Mago y Rocha (2019), indican que “el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es una de estas herramientas, la cual ha tenido gran acogida gracias a que, además de que resulta sencillo de implementar, brinda una manera de organizar los activos conociéndolos en forma más detallada” (p. 19); la implementación de esta técnica es eficiente y depende del entorno operativo. Con esta intención se dispone que las industrias que emprenden proyectos de tipo familiar y/o artesanal y no tuvieron la posibilidad de conocer dichas herramientas, pueden patrocinar una estrategia de mantenimiento como es el RCM, permitiendo detectar las fallas, y así tomar decisiones para mitigar el efecto de estas; durante este proceso se generan formatos que facilitan el manejo de los equipos y la visualización de la información, también los documentos necesarios para el seguimiento y control de las actividades relacionadas de cada activo. El estudio concluye con un análisis

financiero, que permite clarificar y evaluar que la inversión en mantenimiento, no es solamente gasto. Además de determinar el ROI (Retorno de la inversión), correspondiente al proyecto demostrando con cifras la retribución económica que genera un plan de mantenimiento para este sector.

2.2. Bases Teóricas

La gestión del mantenimiento tiene como propósito mantener los recursos de la empresa para que la producción proceda de manera efectiva y que no se malgaste los recursos económicos de manera innecesaria. En el desarrollo del marco teórico, se puede apreciar la importancia que tiene la gestión de mantenimiento y como está impacta en el desarrollo de la producción. Como introducción a las teorías se puede apreciar que en el complemento de la gestión de mantenimiento también tenemos la auditoría y los indicadores de la gestión. En cuanto al desarrollo de las técnicas modernas, existen actualmente diversos programas o sistemas de información que contribuyen a mejorar este proceso, y existen objetivos que un gerente de mantenimiento debe lograr. Estos objetivos son controlar y mejorar los costos, programar el trabajo de manera adecuada, eficiente y garantizar que la empresa cumpla con todas las reglamentaciones.

2.2.1 Gestión de Mantenimiento

Evolución histórica de la gestión del Mantenimiento

La actividad de mantenimiento ha tenido dos historias bien diferenciadas: la historia técnica y la económica. Aduato (2016) indican que “el mantenimiento en su aspecto técnico nació con la primera herramienta, con la primera piedra afilada por el hombre primitivo y a partir de ese momento ha seguido una evolución técnica al lado de la evolución de la actividad productiva” (p. 10).

El mantenimiento en su aspecto económico nació con el taylorismo a partir de introducir un elemento diferenciador entre la actividad productiva y el mantenimiento,

olvidando que ambas actividades, más que complementarias, son la misma cosa. Al separar las dos actividades vinieron los economistas y administradores y se dedicaron al control de ambas independientemente. Entonces a la necesidad de tipo económico en el sistema de producción le asignaron el nombre de gastos y costos, mientras a las de mantenimiento el nombre de gastos que tiene relaciones despectivas. La separación de tipo contable refleja una ganancia en el terreno del mundo industrial con una fluidez desigual y de ahí procede el error conceptual de imputar al mantenimiento una evolución diferente de la actividad productiva (Pérez, 2015).

Pérez (2015), indica que “técnicamente ya el mantenimiento incursionaba en la industria en el siglo XI, cuando *el ferrer*, una especie de responsable de mantenimiento era el encargado de la reparación de los utensilios y máquinas en la *Farga Catalana* (instalación dedicada a la obtención de hierro y acero de bajo carbono en los Pirineos Orientales)” (p. 81). Cuando se manifiesta de que el mantenimiento se hace interesante posterior de mediados del siglo XX se está en un error. Ha tenido categoría siempre y ha sido igual a la de los utensilios y máquinas que acompaña y a las consecuencias que pudieran derivarse de un fallo (Pérez, 2015).

El mantenimiento alcanzó una mayor tecnificación posterior de la Segunda Guerra Mundial y tuvo que hacerlo en la medida en que desarrollaron una serie de aspectos tales como:

- El aspecto técnico de las máquinas.
- El desarrollo socio cultural de la población.
- El desarrollo de la población.
- La situación político-militar del mundo.
- El desarrollo de la ciencia y la técnica (la física, la electrónica, la computación, etc.)

Noori & Radford (2016, p. 58), indica que “la protección del medio ambiente, el conjunto de estos factores obligó a mantenimiento a un mejoramiento continuo para poder cumplir con las exigencias que le iba imponiendo el desarrollo industrial hasta mediados del siglo XX” (p. 36), el éxito de mantenimiento se lograba reparando con calidad y rapidez las afectaciones.

Vujanovi, Momčilović, Papić, & Bojović (2012), en el estudio acerca de la “evaluación de indicadores de gestión de mantenimiento de una flota de vehículos por aplicación de DEMATEL y ANP”, se refirió a la importancia de la administración de mantenimiento para aumentar la eficiencia energética de la flota de vehículos. La gestión de mantenimiento de la flota influye en el proceso de mantenimiento del vehículo, así como en el proceso de transporte primario, pero también en su entorno. Para aumentar la eficiencia energética de la flota mediante una gestión de mantenimiento más eficiente, es indispensable observar el proceso de mantenimiento, el proceso de transporte y el medio ambiente. Dado que los efectos de implementación de tales medidas pueden medirse mediante diferentes indicadores, este documento analiza la influencia de los indicadores en las tres áreas mencionadas en la toma de decisiones de gestión. En este sentido, los indicadores apropiados se han definido y utilizado posteriormente en la gestión del mantenimiento de la flota. Para determinar los niveles e intensidades de interdependencia, así como el peso relativo de los indicadores seleccionados, se combinaron dos métodos: el Laboratorio de Evaluación y Evaluación de Decisiones (DEMATEL) y el Proceso de Red Analítica (ANP). Se propuso un modelo con interdependencia de indicadores cuyos pesos relativos se calcularon. El modelo propuesto se ha implementado en varias compañías con flotas de vehículos de carretera. Los resultados recogidos muestran la evaluación percibida por los gerentes de la compañía con respecto a la influencia del proceso de administración de mantenimiento en la eficiencia energética de su flota. Además, mediante la implementación del modelo propuesto, se obtuvo

igualmente la evaluación de los gerentes sobre la efectividad y eficiencia de la gestión del mantenimiento en las empresas estudiadas.

2.2.2 Definición de gestión de mantenimiento

La gestión integral de mantenimiento reside en proceder en todos aquellos aspectos de importancia para lograr un adecuado cumplimiento en la producción, también es importante destacar el mantenimiento de las instalaciones. (Alavedra, Gastelu, & Méndez, 2016).

Al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada. Tiene como función permitir el conocimiento sistemático del estado de las máquinas y equipos para programar la tarea que debe realizarse, en los momentos más oportunos y de menor impacto.

El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales.

No podemos dejar de relacionar el mantenimiento preventivo con la disponibilidad, pues son dos variables que van de la mano. Por lo tanto, debemos resaltar que la disponibilidad es el trabajo completo que se le da a un equipo y la confiabilidad que este tiene en la operación. La disponibilidad de un equipo representa el tiempo disponible de un sistema al servicio de la unidad de producción, la cual se calcula en porcentaje en un tiempo determinado. Según Knezevic, la disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionabilidad de un elemento (Alavedra, Gastelu, & Méndez, 2016).

Se trata, portante, de gestionar de una manera activa basándose en los objetivos de la empresa y no sólo en los objetivos tradicionales de mantenimiento disponibilidad y costes. (Alavedra, Gastelu, & Méndez, 2016).

En el entorno empresarial actual, las empresas deben buscar constantemente formas de obtener una ventaja competitiva. Muchas industrias son muy intensivas en capital y cuando el mantenimiento los costos representan un porcentaje tan alto de los costos operativos totales que no es de extrañar que las empresas estén buscando formas de reducir los costos de mantenimiento. Esto debe hacerse naturalmente sin sacrificar la confiabilidad del equipo o disminuir la calidad de los productos y servicios.

Si se puede aumentar la efectividad del equipo, la confiabilidad o la productividad de la fuerza de trabajo o el uso de materiales puede reducirse, esto puede tener un impacto significativo en los resultados de la empresa. Para muchas empresas, la implementación de programas de productividad de mantenimiento resulta en ahorros del 5% al 15% del costo total de mantenimiento. (Campbell, 2016) Las actividades de la gerencia que determinan los objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento y su implementación se denominan administración de mantenimiento. (CEN, 2010)

2.2.3 Tipos de mantenimiento

Navarro; Pastor y otro (2009) describen que los mantenimientos preventivos y correctivos no son incompatibles entre ellos, sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo. Los tres tipos de mantenimiento aplicados son: Mantenimiento correctivo, el cual aplica cuando aparece la avería, Mantenimiento preventivo que trata de prevenir o predecir antes de la aparición de la avería, y los que tratan de eliminarla de una forma permanente (modificativo).

Dehghanian & otuhi-Firuzabad (2013) en un estudio titulado “Un esquema integral para el mantenimiento centrado en la confiabilidad en el poder Sistemas de distribución-Parte I: Metodología”, se indicó que, aunque el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) ha demostrado sus méritos notables en muchas industrias, aún no se han proporcionado métodos analíticos eficientes en el contexto de la ingeniería eléctrica. El primero de este

conjunto de dos documentos presenta una práctica marco mediante el cual el procedimiento RCM puede implementarse en los sistemas de distribución de energía. El algoritmo propuesto consta de tres etapas principales. Los prerequisites del análisis se resumen en la primera etapa. En la segunda etapa, se desarrolla un enfoque para identificar los componentes críticos de la red, desde el punto de vista de la confiabilidad. Habiendo modelado prácticamente las tasas de fallas de los componentes, se propone un enfoque de evaluación costo - beneficio eficiente para distinguir una variedad de planes de mantenimiento. El conjunto óptimo de estrategias de mantenimiento se adopta luego para su implementación.

El algoritmo finaliza en la tercera etapa registrando los resultados técnicos y económicos para ajustar las actividades de mantenimiento progresivo. La metodología propuesta, aunque adaptada a las redes de distribución, es lo suficientemente genérica como para aplicarse a otras áreas del sistema de energía. En el documento complementario, la metodología propuesta se examina mediante la aplicación al sistema de distribución Birka de la ciudad de Estocolmo, Suecia, y se discuten aspectos más prácticos.

Un gerente de mantenimiento debe tener un conocimiento profundo de los procesos de la empresa y debe saber qué procesos son los más importantes para el éxito de la empresa. Ese conocimiento ayudará al gerente de mantenimiento a programar cosas tales como reparaciones por orden de prioridad, y asignará recursos primero a las actividades de mantenimiento más importantes. Un gerente de mantenimiento que no hace bien su trabajo podría poner a la compañía en una sopa caliente, cuando se trata de la programación, los costos y el cumplimiento normativo.

2.2.4 Auditoria del Mantenimiento

González y Fernández (2019), en el libro Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión, indica que “la auditoría de mantenimiento se emplea para detectar mejoras, para lograr la optimización del proceso. Comparan la situación del departamento de

mantenimiento de la planta o instalación que se esté auditando con un estándar de excelencia” (p. 313). El resultado de esa comparación es el Índice de Conformidad, esto es, el porcentaje de acercamiento a ese estándar de excelencia.

Por tanto, de igual forma González y Fernández (2019), sostiene que “si el Índice de Conformidad es del 100%, el departamento de mantenimiento estará haciendo su trabajo exactamente como se indica en ese estándar; por el contrario, un 0% indicaría todo lo contrario” (p. 91). En las Auditorías de Mantenimiento, se evalúan los cinco aspectos antes considerados, esto es: mano de obra, materiales, medios técnicos, métodos de trabajo y resultados.

Al momento de aplicar los instrumentos de levantamiento de información con la que se realizará la auditoria, se deben tener en cuenta el estándar de excelencia.

Puntualmente lo que se debe evaluar en la auditoria, es la mano de obra y que se realice por fases, contemplando los siguientes puntos:

- El departamento debe requerir la cantidad exacta de mano de obra, sin excesos ni deficiencia de personal.
- El rendimiento de la mano de obra directa es lo más próximo al 100%, es decir, dedica el mayor porcentaje posible a trabajos productivos (intervenciones programadas o no programadas en equipos), y cuando actúa, cumple una tabla de tiempos previamente establecida para cada tipo de intervención (García, 2008).
- La cantidad de personal indirecto es exacto, no existe más ni menos personal de acuerdo al organigrama.
- Los mandos intermedios de mantenimiento, además de su labor indirecta, intervienen frecuentemente en las tareas diarias, y son capaces de actuar y resolver cualquier problema que tenga la mano de obra directa.

En relación con los métodos de trabajo, la evaluación debe cubrir los siguientes lineamientos como mínimo:

- Análisis de los equipos de trabajo para determinar la importancia y el modelo de mantenimiento más adecuado que se adapte a las características de cada equipo.
- La mayor parte de las averías están diagnosticadas, e indicadas en un documento denominado “lista de averías típicas, diagnóstico de averías, o similar”. Este documento está, además, a disposición de los operarios, que lo conocen y lo manejan habitualmente.
- Las tareas más frecuentes, las más críticas están procedimentadas, y los operarios manejan estos procedimientos habitualmente.
- Existe un Plan de Mantenimiento, que además es consecuencia de ese análisis de equipos.
- Existe un *planning* de mantenimiento, de manera que es posible saber cuándo (al menos aproximadamente) se llevará a cabo cada una de las gamas.
- El Plan de Mantenimiento se lleva a cabo.
- El Plan de Mantenimiento no es algo estático, sino que sus gamas cambian a tenor de los resultados de mantenimiento.
- La información que genera mantenimiento se archiva de forma ordenada, de manera que sea sencillo de encontrar cada cosa que se busca.
- El personal de mantenimiento suele realizar propuestas de mejora, y hay un sistema que permite evaluarlas.
- El departamento se marca objetivos de seguridad estrictos, que además se alcanzan habitualmente.

En cuanto al medio ambiente de trabajo, la auditoria debe cubrir los siguientes lineamientos:

- Impacto de la actividad de mantenimiento en el entorno.
- Medidas oportunas para minimizar este impacto.
- Fijar una serie de objetivos de mejora para un periodo determinado, y estos objetivos se están cumpliendo. Todas estas informaciones se recogen en un Plan Medioambiental.
- Existe formación periódica medioambiental.

2.2.5 Mantenimiento Preventivo

Carrasco (2013), afirma que “el mantenimiento preventivo mantiene en funcionamiento los equipos mediante la supervisión de planes a realizarse en puntos específicos, este mantenimiento también es conocido como mantenimiento planificado, mantenimiento proactivo o mantenimiento basado en el tiempo” (p. 13), pues, se trabaja con datos de los fabricantes o con estadísticas sobre las fallas más comunes en los equipos, aquí el término “*planificado*” es la base del significado del mantenimiento preventivo.

Núñez (2016) en su tesis titulada “RCM para optimizar la disponibilidad de los tractores D8T en la empresa Aruntani SAC – Unidad Tukari” indica que el mantenimiento preventivo también denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería.

El mantenimiento preventivo genera un conjunto de planes que deben realizarse en fechas pre programadas, siendo estos planes muy completos debido a que en estos se detallan todos los materiales, las herramientas y los repuestos a emplearse en dicho mantenimiento, también se tiene el detalle del personal técnico y el personal a cargo de la reparación. El mantenimiento preventivo evita las paradas no programadas, las cuales se generan debido a que el personal está acostumbrado a hacer trabajar las máquinas por largos períodos de tiempo sin efectuar mantenimiento gracias a la velocidad que poseen al reparar las fallas bajo presión (Krrajewski & Ritzman, 2013).

Cambios en los procedimientos de operación: Los operarios son los que trabajan día a día con el equipo y siempre hay algo que se puede realizar para evitar las fallas, es por eso que un cambio en la manera en la que el operario realiza su trabajo puede ser muy útil. Esta medida es económica ya que principalmente debe invertirse en capacitaciones apoyadas por los supervisores para evitar que los operarios sean reacios al cambio (Noori & Radford, 2016).

Cambios en los procedimientos de mantenimiento: Algunas fallas ocurren porque el personal de mantenimiento no realiza bien su trabajo, esto puede mejorarse con la creación de un procedimiento escrito que incluya algunos datos como tolerancias, ajustes, etc.

El mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual, por sistema, de todos los equipos y programar así el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno (Fernández , 2017).

Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento estriban en:

- Reducir las paradas que impacten de manera positiva en el tiempo.
- Mejorar la producción.
- Preparar y aprovisionar los utillajes y piezas de recambio necesarios.
- Distribuir el trabajo de mantenimiento uniformemente.
- Evitar averías mayores como consecuencia de pequeños fallos, en particular los de los sistemas de seguridad.

Para la implantación de este mantenimiento es necesario hacer un plan de seguimiento para cada equipo. En este plan se especifican las técnicas que se aplicarán para detectar posibles anomalías de funcionamiento y la frecuencia en las que se realizará (Fernández , 2017). Al detectar cualquier anomalía se estudia su causa y se programa para realizar las reparaciones que correspondan. La realización de estos seguimientos implica un coste adicional; sin embargo, el número de anomalías que detectan antes de que se conviertan en

averías justifica plenamente su implantación (Rebori & Havercamp, 2015). Los métodos más usuales que utiliza el mantenimiento preventivo para el conocimiento de los equipos los podemos resumir en:

- **Inspecciones visuales**

Rebori y Havercamp (2015), afirma que “consiste en verificar posibles defectos o anomalías superficiales que vayan apareciendo en diferentes elementos del equipo. La inspección puede ser interna o externa” (p. 34). Para la externa puede realizarse a simple vista o con ayuda de lupas. Para la interna se utilizan aparatos como los baroscopios y flexiscopios, capaces de acceder a zonas difíciles del interior del equipo.

- **Medición de temperaturas**

Rebori y Havercamp (2015), detecta “anomalías que van acompañadas de generación de calor como rozamientos o mala lubricación, fugas en válvulas y purgadores e incluso permite determinar el estado de los equipos mediante termografías superficiales” (p. 91).

- **Control de la lubricación**

Rebori y Havercamp (2015), indica que el “análisis de los aceites de las máquinas permite determinar el contenido de hierro o cualquier otro metal, el grado de descomposición, la posible presencia de humedad o cualquier otro compuesto que altere su funcionamiento” (p. 31). Con estos análisis podemos determinar los grados de desgaste de los elementos lubricados.

- **Medición de vibraciones**

Rebori & Havercamp (2015), señala que “el estudio de los espectros de vibraciones y su amplitud puede proporcionarnos suficiente información para saber las partes que comienzan a dañarse dentro de cualquier equipo” (p. 31).

- **Control de fisuras**

Rebori & Haverkamp (2015), afirma que para “el control de fisuras y otros defectos, se emplean métodos como las radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonidos, corrientes inducidas, etc.” (p. 31). El conocimiento de fisuras en elementos que han estado trabajando nos permitirá tomar decisiones sobre la sustitución y tiempo máximo de funcionamiento antes del fallo total.

- **Control de la corrosión**

Rebori & Haverkamp (2015), concluye que “para el control de la corrosión pueden utilizar desde testigos hasta medición de espesores mediante ultrasonidos o radiografías; en la industria química, la lucha contra la corrosión supone un reto para el mantenimiento” (p. 14). Con el empleo, cada vez mayor, de aceros inoxidables austeníticos, la corrosión bajo tensiones suele ser la causa del 30 - 40% de las roturas. Las diferentes maneras pueden ser mediante el predictivo.

Rebori & Haverkamp (2015), indica que “el mantenimiento preventivo se realiza proactivamente antes de que el equipo falle, tiene la intención de reducir la probabilidad de falla o degradación del funcionamiento de un artículo” (p. 10). El mantenimiento preventivo está programado: el mantenimiento predeterminado se realiza de acuerdo con lo establecido.

El mantenimiento preventivo se realiza proactivamente antes de que el equipo falle. Tiene la intención de reducir la probabilidad de falla o degradación del funcionamiento de un artículo. El mantenimiento preventivo está programado: el mantenimiento predeterminado se realiza de acuerdo con lo establecido.

2.2.6 Planificación de trabajos

Rebori & Haverkamp (2015), afirma que “el primer punto que debemos plantearnos antes de afrontar el mantenimiento es el tipo de industria en que nos encontramos” (p. 10). En este análisis debemos tener en cuenta los aspectos propios de la empresa, los de su entorno y

los propios de mantenimiento. Con este análisis podremos determinar mejor los objetivos que debe cumplir el mantenimiento dentro de la empresa.

Por otro lado, vemos la posibilidad de apoyo de servicios exteriores, de suministros de material, etc. Por último, podremos fijar las necesidades propias de mantenimiento para poder cumplir sus objetivos. Podemos establecer tres niveles de análisis. El primero analizaría la empresa desde el punto de vista de su entorno y su política o cultura general. El segundo lo haría sobre aspectos intrínsecos de la organización de la producción. Por último, estableceríamos un análisis de la instalación a mantener y sus posibles averías.

- **Política general de la empresa**

La política que se tenga para la contratación del personal y su organización, o incluso la política de formación que se emplee, pasando por una serie de costumbres propias, pueden apoyar o ir en contra de cualquier cambio que se pretenda. En este caso, se tratará de diferenciar entre las conductas exigidas por la empresa y las asumidas por costumbre pero que, en cualquier momento, pueden cambiarse.

- **Normativa legal**

La normativa legal puede influir desde los tipos de contratos hasta las normativas técnicas que obligan a ciertas revisiones en las instalaciones. Todas estas normativas deben conocerse y adaptar el mantenimiento para estar siempre bajo las normas sin necesidad de repetir trabajos. Si la normativa exige inspecciones periódicas en determinadas fechas, las inspecciones de mantenimiento se adaptarán a frecuencias compatibles con éstas. Todas las inspecciones legales deberán aprovecharse como mantenimiento preventivo.

2.2.7 Indicadores de gestión

2.2.7.1 Indicadores de disponibilidad (*Falta citar*)

Rebori y Haverkamp (2015), señala que “para cada tipo de empresa propios y para cada situación conviene desarrollar los indicadores propios que analicen el alcance de los objetivos fijados” (p. 31).

En ocasiones, el exceso de información o sus defectos de presentación puede ocasionar confusiones en la valoración de los resultados. Es más práctico tomar sólo unos pocos parámetros importantes y profundizar en los que se desvíen de lo esperado.

De acuerdo a lo indicado, en la probabilidad de que un sistema o equipo se encuentre operativo cuando se requiera su uso y se puede medir con las siguientes fórmulas:

$$D = \frac{\text{Tiempo de equipo disponible}}{\text{Tiempo transcurrido}}$$

Tiempo transcurrido

$$D = \frac{\text{Tiempo Transcurrido} - \sum \text{equipo de baja}}{\text{Tiempo transcurrido}}$$

Tiempo transcurrido

2.2.7.2 Indicadores de confiabilidad

Rebori y Haverkamp (2015), lo conceptualiza como “una la probabilidad de que un sistema o equipo opere en forma satisfactoria por un período dado de tiempo cuando se utiliza bajo condiciones especificadas” (p. 134).

Mantenimiento centrado en la confiabilidad y el riesgo

Se propone una nueva metodología para la aplicación de herramientas conocidas - RCM, RBI y SIFpro - con el objetivo de tratar los riesgos mediante un mantenimiento adecuado. La base de la nueva metodología es la aplicación compleja de los tres métodos típica en la actualidad. La metodología propuesta sugiere tener solo un equipo de administración para el mantenimiento centrado en el mantenimiento de la confiabilidad y la confiabilidad (RRTCM), empleando simultáneamente las herramientas existentes de RCM,

RBI y SIFpro. Este enfoque permite una reducción significativa de la duración de las actividades de ingeniería. En la metodología propuesta, estas actividades se organizan en cinco fases y se estructuran para eliminar toda duplicación resultante de la aplicación separada de las tres herramientas. La nueva metodología propuesta ahorra del 45% al 50% de la carga de trabajo de ingeniería y un ahorro financiero significativo (Pexa, y otros, 2014).

2.2.7.3 Indicadores de costo

Rebori y Haverkamp (2015), afirma que “los costos de mantenimiento son una parte importante de los costos de operación para muchas industrias. Dependiendo de la industria, pueden ser hasta el 50% del costo total de producción” (p. 44).

Además, el tiempo de inactividad causado por un mantenimiento deficiente puede ocasionar un costo aún mayor debido a reprocesos, productos rechazados, multas y daños a la reputación de la compañía.

Especialmente en negocios de capital intensivo, la rentabilidad del negocio está estrechamente relacionada con el mantenimiento adecuado. Por estas razones, es importante que las empresas tengan una estrategia de administración de mantenimiento optimizada que sea rentable y garantice un funcionamiento confiable del equipo. (Campbell, 2016).

Indicadores de costo

Costo global = costos materiales + costo mano de obra + costo contratistas + costo administración + costo inventario

Costos materiales = repuestos + insumos + lubricantes

Costo mano de obra = costo HHs en OT + costo improductivo n

Costo inventario = costo capital + costo almacenar + costo seguro

Podemos hacer una diferencia entre el control y los datos necesarios para la Dirección de Mantenimiento y los necesarios para la gestión operativa.

2.2.7.4 Indicadores para la dirección

Rebori y Haverkamp (2015), sostiene que “la información para la Dirección General o de Mantenimiento, debe tener una orientación económico - técnica, con una presentación formal y una periodicidad mensual y acumulado anual” (p. 73). Esta información del estado de los avances debe ser tal que refleje aspectos relacionados con las actividades, los recursos y los resultados obtenidos.

- a) Información sobre las actividades (proceso).** Rebori y Haverkamp (2015), sostiene que “en cuanto a las actividades que desarrolla Mantenimiento conocer el número de intervenciones y la duración del dato puede reflejarse fácilmente mediante una gráfica”(p. 96). La de las gráficas obtenidas cada mes nos indicará si estamos grandes reparaciones o si, por contra, estamos empleando pequeñas averías.

El total de horas trabajadas y el total de trabajos realizados indica el grado de actividad para el período. Para completar el aspecto de la actividad es necesario también indicar el número de trabajos pendientes con su valoración en horas. En función del tipo y tamaño de la industria estos datos pueden obtenerse por tipo de trabajo o especialidad según se crea conveniente. Pueden ser también interesantes el número de estudios de mejora en marcha, el de modificaciones, etc.

- b) Información sobre los resultados.** Rebori y Haverkamp (2015), afirma que “en cuanto a los resultados obtenidos para el período, la Dirección debe conocer el estado del avance de los objetivos parciales fijados, así como de los generales” (p. 63). Dentro de los objetivos generales podemos considerar el de la disponibilidad media para cada sector o línea de producción, los tiempos medios de respuesta ante las averías, las horas de paro de instalaciones para mantenimiento, etc. En general se trata de indicadores adaptados a cada situación que mejor reflejen el grado de satisfacción del departamento de producción.

c) Información sobre los recursos. En este apartado interesa proporcionar información sobre aspectos relacionados con la mano de obra empleada, los materiales y el coste que han supuesto. Rebori y Havercamp (2015), concluye que “dentro de la mano de obra deben diferenciarse las horas empleadas por el personal de plantilla y las empleadas por empresas subcontratadas” (p.42). En cuanto a materiales interesará conocer el coste de los materiales empleados para las reparaciones, el movimiento de almacén y el material comprado al exterior por no disponer en almacén.

Los costes deberán reflejarse mes a mes y como acumulado y si fuera necesario asociados con cada equipo, línea o área de fabricación. Así mismo, debe haber un análisis de las desviaciones con puesto marcado para el período de estudio. En función del tipo de industria, su tamaño y organización los deberán estar más o menos detallados.

2.2.7.5. Indicadores de producción.

Mantilla y Sánchez (2012), indica que son “aquellas variables que “ayudan a las empresas a identificar defectos o procedimientos erróneos a la hora de elaborar un producto u ofrecer un servicio a los clientes” (p. 63). Gracias a ellos, se puede conocer la eficiencia tanto de los recursos humanos como de los materiales que se utilizan en cada proyecto o en el conjunto de la empresa. (Mantilla & Sánchez, 2012)

Los KPI de producción. Estas métricas son la base sobre la cual se controlan los procesos de mejora continua en la fabricación. De esta manera, los responsables de las empresas pueden hacer una monitorización, para así saber si se están cumpliendo las metas que las acerquen al objetivo final. Ello también les permitirá tomar decisiones de manera más ágil y efectiva. (Villena, 2017).

Lead time. El lead time o plazo de aprovisionamiento es el tiempo que pasa entre que se inicia el proceso de producción hasta que se finaliza. Por lo general, dentro de este plazo también se incluye el tiempo que se tarda en entregar cada pedido a un cliente.

Rotura del stock. En este KPI se mide el tiempo en el que la cadena está parada porque se han roto las materias primas con las que se fabrican los productos.

Stock de materias primas. Es el resultado de sumar el inventario de materias primas con el que se inicia el proceso y el que resulta al final. El resultado se divide entre 2.

La rotación del inventario del producto terminado. Este es el indicador que se debe tener en cuenta para conocer si se fabrican el número de piezas concretas. Es el resultado de la división entre productos vendidos y el stock medio de los productos ya finalizados.

La rotación del inventario de materias primas. Es el índice que informa de la relación entre el coste de los productos que se han vendido y el stock medio de materias primas. (Rojas, 2019)

2.2.7.6 Indicadores de Eficiencia y Eficacia. (Fuente)

Los indicadores de eficiencia miden el nivel de ejecución del proceso, se concentran en el cómo se hicieron las cosas y miden el rendimiento de los recursos utilizados por un proceso. Tienen que ver con la productividad.

$$\text{Eficacia} = (\text{Resultado alcanzado} * 100) / (\text{Resultado previsto})$$

$$\text{Eficiencia} = ((\text{Resultado alcanzado} / \text{costo real}) * \text{Tiempo invertido}) / ((\text{Resultado previsto} / \text{costo previsto}) * \text{Tiempo previsto})$$

$$\text{Efectividad} = ((\text{Puntaje de eficiencia} + \text{Puntaje de eficacia}) / 2) / (\text{Máximo puntaje}).$$

2.2.7.7 Indicadores de calidad.

Los indicadores de calidad son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes. (Villena, 2017)

Villena (2017), afirma que el concepto de calidad “suele estar asociado a la satisfacción que los productos generan en un público determinado. Y en cierta forma, es así. ¿Qué mejor que una necesidad cubierta de manera eficaz y oportuna? Sin embargo, a la hora de implementar un plan de gestión de calidad, es preciso mirar el término con más detenimiento y buscar indicadores de calidad que lo valoren” (p.38). Porque la calidad, digámoslo claro, no sólo se mide al final de los procesos. También es necesario evaluarla en las fases iniciales e intermedias, cada una de las cuales aporta un valor específico a la cadena de labores que integran un proceso. Los indicadores de calidad cumplen esa función. Son instrumentos de medición que se emplean para evaluar la calidad de los procesos o productos. O, dicho de otra manera, determinan el nivel de cumplimiento de los objetivos para los cuales se han desplegado una serie de actividades concretas.

Cinco ejemplos de indicadores de calidad. Villena (2017), sostiene que, definidas sus características, a continuación, presentamos algunos de los indicadores más empleados cuando se trata de medir la calidad de un producto:

1. Cobertura: Villena (2017), los define como “la proporción entre el número de artículos disponibles en los mercados y las personas que demandan una necesidad que espera ser satisfecha” (p. 64). Este indicador es propio de proyectos que buscan penetrar de forma masiva entre los consumidores o que están pensados a largo plazo. Sin embargo, no siempre es así. A veces basta con que una empresa cubra los pocos frentes en los que suele desempeñarse para obtener un indicador positivo en términos de cobertura.

2. Eficacia: Villena (2017), sostiene que la “eficacia no es otra cosa que la relación entre un producto disponible y la necesidad para la que ha sido creado” (p. 93). Cuando esta relación es positiva, la eficacia del producto es alta. Pero si la necesidad del cliente sigue sin ser atendida tras la adquisición de dicho producto, el indicador es negativo. Algo en el proceso ha fallado.

3. Valoración de ventas: Villena (2017), afirma que “el volumen de ventas es, sin duda, el elemento más empleado para medir la calidad de un producto# (p. 49). Vender mucho casi siempre es sinónimo de éxito: indica que el artículo ha tenido una buena acogida y que ha generado gran interés. No obstante, esta relación no supone en todos los casos un grado alto de calidad. Se puede vender mucho sin que el producto sea del todo bueno.

4. Satisfacción del cliente: De hecho, el siguiente paso tras la venta de un producto es la evaluación del grado de conformidad de quien lo ha adquirido. Villena (2017), afirma que la venta no garantiza satisfacción. Numerosos ejemplos dan cuenta de ello. Al utilizar este indicador, las empresas deben desplegar varias vías de retroalimentación para poder evaluar con acierto lo que se conoce como la etapa de post-venta, que es crucial de cara a nuevas líneas de producción.

5. Competitividad: Hace referencia a la capacidad de las empresas para explotar aquellas cualidades que hacen distintos a sus productos. También tiene que ver con el nivel de adaptación a las dinámicas del mercado y a la capacidad de innovación y cambio. Un producto incapaz de competir es, por lo general, un producto de escasa calidad.

2.2.8 Herramientas de calidad aplicadas a la gestión de mantenimiento

El artículo describe un modelo propuesto por los autores, cuyo propósito es el de orientar a las empresas en el mejoramiento de su desempeño logístico, analizado desde la perspectiva de incremento del nivel de servicio y reducción de costos. Para esto, se utilizan conceptos de cadena de suministros, logística, manufactura esbelta, seis sigmas y lean six sigma. La metodología propuesta para el desarrollo del modelo es la DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), soportada en diversas herramientas seleccionadas para cada fase de la misma, y que conducen a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor (Mantilla & Sánchez, 2012, pág. 9).

2.2.8.1 Las 5'S

La aplicación de la metodología de las 5S en una empresa permite mejorar la cultura de calidad en el equipo productivo de una microempresa. Al orden y limpieza en el área de trabajo, le sucedió un significativo incremento de una cultura de calidad en dicha entidad (Tinoco Gómez & Moscoso Huaira, 2016).

La aplicación de las 5S se relaciona con los conceptos relacionados a cultura de calidad. Según Cantu (2001) cultura de calidad es el conjunto de valores y hábitos que posee una persona, que complementados con el uso de prácticas y herramientas de calidad en el actuar diario, le permiten colaborar con su organización para afrontar los retos que se le presenten en el cumplimiento de su misión (Tinoco Gómez & Moscoso Huaira, 2016).

2.2.8.2 Diagrama de Pareto

Para el análisis de los resultados se utilizaron herramientas de calidad: diagrama de Pareto (80-20), diagrama *Ishikawa* y *brainstorming* o lluvia de ideas, junto con análisis estadísticos (t y Kappa). Se desarrollaron medidas de acción en base al análisis “impacto, costo, beneficio”. Post intervención, se midió con las mismas herramientas. El diagrama de Pareto, desarrollado por Wilfredo Pareto, se basa en el principio que el 80% de los problemas es explicado por un 20% de las causas, a las cuales debe enfocarse la organización para poder lograr un mejoramiento significativo de la calidad (González, 2006, pág. 6).

2.2.8.3 Diagrama Causa-Efecto

El diagrama de Ishikawa o Causa-efecto, considera que frente a un problema u oportunidad de mejora, el análisis se puede realizar en base a cuatro criterios de explicación denominados las 4 M: materiales, métodos, mano de obra, maquinaria. Permite representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que influyen en él.

Álvarez, Vila, Fraiz y De la Cruz (2015) señalaron en su investigación que de tipo empírico cuyo propósito fue “conocer las herramientas y técnicas de calidad más utilizadas

por las empresas de alojamiento turístico, así como el grado de utilización de las mismas (p.7)". En efecto, se corroboró si las empresas con un mayor nivel de implantación de la calidad las utilizan en mayor medida, y la influencia del uso de las mismas en los resultados obtenidos por las empresas. La metodología empleada consistió en un análisis descriptivo de las herramientas, y utilizando tablas de contingencia se analiza si existen diferencias en la utilización de las herramientas según el tamaño de las empresas y el subsector de pertenencia. Por último, agrupamos a las empresas en función del nivel de implantación de los factores críticos y de los resultados obtenidos mediante el análisis clúster con el propósito de corroborar las hipótesis planteadas.

El estudio empírico fue llevado a cabo en 186 empresas de alojamiento turístico en España, certificadas con la marca "Q de Calidad". Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que las herramientas más utilizadas son la encuesta de satisfacción a los clientes, las auditorías internas, el sistema de sugerencias y la gestión por procesos. Hemos corroborado las hipótesis planteadas en este trabajo. La investigación demostró que el uso de herramientas de calidad como el diagrama causa - efecto, Pareto, Dispersión, entre otros.

2.2.8.4 Estructura de análisis de costos de mantenimiento

Hoy en día, casi todas las empresas se enfocan en vencer a la competencia mundial en todo el mundo. Para hacer frente a esa situación, las empresas están realizando esfuerzos para mejorar la productividad de sus productos, pero al costo mínimo posible. La gestión de activos es una de las formas de mejorar la productividad bajo una restricción de costos, que también puede verse como la estrategia de gestión para diferentes fases del ciclo de vida del activo. Las operaciones y el mantenimiento son una de las fases importantes del ciclo de vida del activo que se pueden enfocar para mejorar la productividad.

Esta fase puede extender la vida útil del equipo, mejora la disponibilidad y los conserva en posiciones saludables. Pero, al mismo tiempo, las acciones frecuentes de

mantenimiento pueden aumentar el costo de mantenimiento y, por lo tanto, aumentar el costo del ciclo de vida de un producto.

El costo de mantenimiento solo incluye el costo de mantenimiento preventivo y correctivo y que a su vez puede depender del intervalo de mantenimiento programado. Por lo tanto, se requiere una compensación entre las acciones de mantenimiento y los objetivos operativos (es decir, disponibilidad, etc.) para minimizar el costo de mantenimiento. En este documento, el algoritmo genético se aplica para optimizar el costo de mantenimiento para un mayor rendimiento (es decir, disponibilidad) (Mohammad, 2017).

2.2.9 Producción

2.2.9.1 Conceptos

Domínguez (2005, p. 19) el Planificar y Controlar la Producción es una función empresarial que trata de predecir y de coordinar la producción con la cual se obtendrá bienes y servicios con una calidad óptima, todo esto dentro del tiempo propuesto y con una reducción de costos, aspirar a conseguir que la productividad mejore. El Planear y Controlar la Producción no se limita solo a la zona donde se realiza el proceso de Producción, también embarca lo que es la recepción de insumos y llega hasta tener distribuido el producto.

Por su parte Chapman (2006) sostiene que el planificar y controlar la producción suma gran importancia para el desarrollo sostenible de una empresa, dependiendo de cómo se realice el planeamiento y control influirá de forma positiva o negativa en la rentabilidad de la empresa.

Así mismo los beneficio de la PCP se manifiesta al establecer cuando y cuanto se va a producir, conocer la cantidad que puede producir la planta, establecer tiempos en entregas de aquellos recursos que influyen en la producción, uso apropiado de equipos y planta, seguimiento del personal, obtener información detallada de la producción física (Kempf, Keskinocak, Uzsoy, 2011, p. 19).

Un estudio realizado en las pequeñas empresas de Neiva, en la ciudad de Colombia obtuvo como resultado que las Pymes mantienen carencia de sistemas que planifiquen y controlen, como también existe falta de datos históricos para lograr implementar dichos sistemas, según manifiestan, Jaramillo, Tejada y Clavijo (2013). La planificación es realizada antes de llegar a interactuar en un proceso de producción, es decir que al poder planear se genera cierta libertad para lo que sigue que es el proceso, según Jodlbauer y Hstrasser (2019).

Bushuev (2014), indica que para resolver problemas mediante el uso de una optimización convexa en la planeación agregada de producción es atractiva debido a que conduce a una solución mejorada sobre los métodos de solución clásica y es mejor debido a que se puede aplicar a una gama más amplia de funciones. También, Voß & Woodruff (2013, p. 80), menciona que este sistema surge de una idea creada alrededor de un producto o un proyecto potencial. Se destaca por poseer una sucesión de fases con una serie de actividades que permiten la consecución de los objetivos. De acuerdo a Rodríguez, Díaz y Galindo (2017) con una implementación de la técnica de planeación y programación la empresa comenzara a evidenciar su cambio lo cual sirve como pantalla para que las demás empresas lo apliquen y generen competencia en el mercado.

Para Pickard, Grecu y Grecu (2019) las industrias deben utilizar la tecnología para lograr el control total de una producción, mantener el control de cada parte de la cadena de valor, homogenizando sistemas digitales. H-f y K-w (2013) indica que para hacer frente a ciertos factores inciertos de fabricación se debe plantear un sistema de planificación de producción sensible, esto se debe basar en la teoría de juntos difusos. Según Vogel, Almada y Almeder (2017) en su artículo define que una planificación jerárquica consiste en dividir en proceso de planeación en sub procesos que se resuelven por separado en el orden de la jerarquía disminuye la complejidad y se ajusta a la estructura organizativa común.

La formulación de un modelo multiproducto, multinivel y multiperiodo para identificar el plan agregado requerido para satisfacer una demanda prevista, mediante una regulación de las tasas de producción, inventario, mano de obra, diversos costos de producción y otras variables controlables, a esto se puede incluir nuevos contribuyentes como manejo de materiales, inventario de PM y capacitaciones de los trabajadores, todo eso según un artículo planteado por Aziz, Paul, Karim, Ahmed y Azeem (2018). Por otro lado, un artículo de Khalili, Shahrokh y Pakgohar (2017) propone un modelo de APP multiproducto para una cadena de suministros incierta en la cual considera el riesgo financiero, satisfacción del cliente y recursos humanos el cual se logra manejar con un enfoque de programación estocástica.

Para Domínguez (2005) el poder tomar una decisión para un sistema productivo se tiene que tener en cuenta el enfoque en que va la planificación el cual es similar a la forma de vivir diariamente de una persona. La Planificación Estratégica (largo plazo) tiene como finalidad definir objetivos recursos y políticas que se establecen dentro de la empresa; La Planificación Táctica (mediano plazo) normalmente describe aquello a realizar por la empresa y cumplir ciertas funciones. La Planificación Operativa al realizarse a corto plazo y sirve para varios objetivos o para una sola actividad, estableciendo claramente lo que vamos a hacer cumpliendo el orden en que fueron planeadas estas responsabilidades.

Wu, Evans y Bae (2016) manifiesta que para el desarrollo de un sistema de producción respecto a sus políticas con múltiples productos y tiempos de cambio significativos se debe considerar políticas cuestionables y eficientes para resolver problemas a gran escala. Por su parte, Arredondo, Ocampo, Orejuela y Rojas (2017) plantean que una metodología respecto a la planeación y control de producción puede darse en varias fases, en este caso se presenta dos fases de las cuales se empieza con un plan agregado para determinar lo que se va a producir para luego plantear un modelo de programación. Renna (2012) indica

que los objetivos del control de la producción son: Demostrar que los niveles de inventario son adecuados; demostrar que cada proceso posee los materiales necesarios; demostrar que se están ejecutando las tareas planeadas; readaptar la planeación de la producción de acuerdo con los avances o retrasos obtenidos y examinar sus posibles causas

2.2.9.2 Plan Maestro de Producción

El plan maestro de producción, también llamado programa maestro, MPS por sus siglas en inglés: *Master production Schedule o PMP* por sus siglas en español, consiste en la planificación a nivel operativo. (González, 2006)

La planificación agregada es de tipo táctica y se enfoca en unidades agregadas para un horizonte temporal superior a 6 meses, el plan maestro de producción toma unidades de tiempo más cortas (comúnmente semanas) y es más detallado al enfocarse en productos específicos para momentos determinados.

Dicho de otra forma, el MPS es la definición de las cantidades y momentos para fabricar artículos específicos en un horizonte determinado.

Numerosos autores han planteado diferencias entre ambos niveles de planeación de producción.

Horizonte de tiempo menor al del plan agregado: Mientras el plan agregado cubre un horizonte de tiempo de, por ejemplo, 18 meses, el MPS representa sólo una parte de éste.

Momento determinado: Con el PAP planeas la producción en meses. Con el MPS se hace en unidades de tiempo más cortas, generalmente semanas. Aunque a veces incluso se hace en grupos de días. Todo es según lo tenga establecido la compañía. (Mohammad, 2017)

Referencias específicas: Considerando un enfoque jerárquico, donde el MPS resulta de la desagregación del plan agregado; si el plan agregado habla de barras de chocolate, el MPS habla de barra de chocolate referencia A y referencia B. (Fernández , 2017).

2.2.10. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

La calidad y el mantenimiento de los sistemas de fabricación son funciones estrechamente relacionadas de cualquier organización. Durante un período de tiempo, han surgido dos conceptos que son Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Gestión de Calidad Total (TQM) junto con otros conceptos para lograr un sistema de Fabricación de Clase Mundial.

El concepto se implementa en el taller de máquinas contando con centros de torneado CNC de diferente capacidad. La eficacia general del equipo se utiliza como medida del éxito de la implementación de TPM. Se identifican las pérdidas asociadas con la efectividad del equipo. Todos los pilares de TPM se implementan de manera escalonada eliminando las pérdidas y mejorando así la utilización de las máquinas CNC (Mohammad, 2017).

En el escenario industrial actual, se producen enormes pérdidas / desperdicios en el taller de fabricación. Este desperdicio se debe a operadores, personal de mantenimiento, procesos, problemas de herramientas y no disponibilidad de componentes en el tiempo, etc.

Los residuos incluyen máquinas inactivas, mano de obra inactiva, máquinas averiadas, piezas rechazadas, etc., son todos ejemplos de residuos. Los residuos relacionados con la calidad son de gran importancia, ya que son importantes para la empresa en términos de tiempo, material y la reputación de la empresa, ganada con tanto esfuerzo. También hay otros desperdicios invisibles como operar las máquinas por debajo de la velocidad nominal, pérdida de arranque, averías de las máquinas y cuellos de botella en el proceso. Los conceptos de cero orientaciones, como tolerancia cero a los residuos, defectos, averías y cero accidentes, se están convirtiendo en un requisito previo en la industria de fabricación y montaje. En esta situación, se ha adoptado un concepto revolucionario de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en muchas industrias en todo el mundo para abordar el problema mencionado anteriormente (Puvanasvaran, A.P & Jamibollah, 2016).

El objetivo de cualquier programa TPM es mejorar la productividad y la calidad junto con una mayor moral de los empleados y satisfacción en el trabajo. Anteriormente, el mantenimiento preventivo se consideraba un proceso sin valor agregado, pero ahora es un requisito esencial para un ciclo de vida más largo de las máquinas en una industria. TPM es un enfoque innovador para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina averías y promueve el mantenimiento autónomo del operador a través de las actividades diarias que involucran a toda la fuerza laboral (Rojas, 2019).

Nakajima Seiichi ciudadano japonés y fundador pionero y ha dado una definición básica de TPM, su importancia, metas de TPM, objetivos de TPM, méritos y deméritos de TPM y pasos a seguir en la implementación de TPM. También el autor ha descrito sobre límites desafiantes para TPM, método para el cálculo de OEE, posibles áreas de desperdicio de recursos que pueden ocurrir. (Tinoco Gómez & Moscoso Huaira, 2016)

El autor ha resumido ocho pilares para el éxito de la implementación de TPM como se muestra en la Fig. 2 dado un estudio de implementación de mantenimiento productivo total en tres empresas.



Figura 2. Pilares del TPM

Los siete pasos de mantenimiento autónomo de Nakajima fueron el foco de implementación. Ross Kennedy y otros, dar el concepto de TPM significan la tercera

generación que tiene ocho pilares en lugar de siete pilares. TPM es un enfoque australiano mejorado que aplica los principios y prácticas del sistema de producción de Toyota y Toyota Way - Lean y TPM. Ki-Young Jeong y col. proporciona el esquema de clasificación de pérdidas detallado para calcular la OEE para una industria intensiva en capital. F. T. S. Chan y otros implementó el concepto de TPM en la industria de semiconductores. Los autores han informado de una mejora del 83% en la productividad de los equipos. (Tinoco Gómez & Moscoso Huaira, 2016)

Marcelo Rodríguez y otros discutió las razones del fracaso de la implementación del TPM y concluyó que la participación superficial de las personas de varios niveles es la razón principal del fracaso del TPM. G. Chand y otros informó de implementar el concepto en el sistema de fabricación celular con taller de formación, sala de herramientas y sala de prueba de productos. En el documento, informaron un 62% de OEE y concluyeron la necesidad de una implementación sostenida de TPM para lograr un nivel de OEE de clase mundial superior al 85%. M. C. Eti y col., implementó el concepto en la industria nigeriana y llegó a la conclusión de que el TPM solo puede tener éxito si se brinda la capacitación necesaria y se da tiempo para monitorear el éxito o el fracaso de las actividades de mejora (Rojas, 2019).

Los ocho pilares.

Los ocho pilares de TPM se centran principalmente en técnicas proactivas y preventivas para mejorar la confiabilidad de los equipos.

Tabla 2

Explicación de los Ocho pilares

Pilar	¿Qué es?	¿Cómo ayuda?
Mantenimiento autónomo	Coloca la responsabilidad del mantenimiento de rutina, como limpieza, lubricación e inspección, en manos de los operadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Otorga a los operadores una mayor "propiedad" de sus equipos. • Aumenta el conocimiento de los operadores sobre sus equipos. • Asegura que el equipo esté bien limpio y lubricado. • Identifica problemas emergentes antes de que se conviertan en fallas. • Libera al personal de mantenimiento para tareas de nivel superior.
Mantenimiento planificado.	Programa las tareas de mantenimiento según las tasas de falla pronosticadas y / o medidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce significativamente los casos de tiempo de parada no planificado. • Permite planificar la mayor parte del mantenimiento para momentos en los que el equipo no está programado para la producción. • Reduce el inventario mediante un mejor control de las piezas propensas al desgaste y a las fallas.
Mantenimiento de calidad.	Diseña la detección y prevención de errores en los procesos de producción. Aplique el análisis de causa raíz para eliminar las fuentes recurrentes de defectos de calidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Se enfoca específicamente en problemas de calidad con proyectos de mejora enfocados en eliminar las fuentes raíz de los defectos. • Reduce el número de defectos. • Reduce los costos al detectar los defectos temprano (es costoso y poco confiable encontrar defectos a través de la inspección).
Mejora enfocada.	Haga que pequeños grupos de empleados trabajen juntos de manera proactiva para lograr mejoras regulares e incrementales en la operación de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Los problemas recurrentes son identificados y resueltos por equipos multifuncionales. • Combina los talentos colectivos de una empresa para crear un motor de mejora continua.
Gestión temprana de equipos.	Dirige el conocimiento práctico y la comprensión de los equipos de fabricación obtenidos a través de TPM hacia la mejora del diseño de nuevos equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos nuevos alcanzan los niveles de rendimiento planificados mucho más rápido debido a menos problemas de puesta en marcha. • El mantenimiento es más simple y más sólido debido a la revisión práctica y la participación de los empleados antes de la instalación.
Entrenamiento y educación.	Complete los vacíos de conocimiento necesarios para lograr los objetivos de TPM. Se aplica a operadores, personal de mantenimiento y	<ul style="list-style-type: none"> • Los operadores desarrollan habilidades para mantener el equipo de manera rutinaria e identificar problemas emergentes. • El personal de mantenimiento aprende técnicas para el mantenimiento proactivo y preventivo. • Los gerentes están capacitados en los principios de TPM, así como en la capacitación y el

Pilar	¿Qué es?	¿Cómo ayuda?
Seguridad, Salud, Medio Ambiente.	gerentes. Mantener un entorno de trabajo seguro y saludable.	desarrollo de los empleados. <ul style="list-style-type: none"> • Elimina los riesgos potenciales para la salud y la seguridad, lo que resulta en un lugar de trabajo más seguro. • Se dirige específicamente al objetivo de un lugar de trabajo sin accidentes.
TPM en administración.	Aplicar técnicas de TPM a funciones administrativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Extiende los beneficios de TPM más allá de la planta al abordar el desperdicio en las funciones administrativas. • Apoya la producción a través de operaciones administrativas mejoradas (por ejemplo, procesamiento de pedidos, adquisiciones y programación).

Fuente: (Ejgenberg & Sánchez, 2018)

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Contexto general

La empresa C & R Servicios Industriales SAC se creó legalmente en el 2017 y en ese mismo año inició sus actividades. La empresa nace bajo el nombre de REPARACIONES Y FABRICACIONES E & C S.R.L. por separación de socios en mutuo acuerdo. En ese momento la Sra. Erlinda Rojas Chuquizuta con el 50% de activos y pasivos de la anterior empresa, junto a Juan Eduardo Condor Gallardo, deciden formar la empresa con el mismo rubro, con la razón social C & R SERVICIOS INDUSTRIALES SAC, nombre comercial CORSISAC.

La empresa al inicio tuvo un rápido crecimiento por el buen trabajo que se realizaba en nuestras operaciones (fabricaciones y reparaciones de piezas). Dicho crecimiento demandó mayor personal en la empresa, tanto operativo como administrativo. De los cuales fueron cambiados varios al inicio, porque no se adecuaban al ritmo acelerado de trabajo por el incremento de pedidos. Este crecimiento en la empresa, trajo consigo desorden y retrasos en las entregas, debido a ello, se refuerza el área Comercial y Administrativa, reclutando a Jonathan Pagán Gálvez como Jefe Comercial, encargado de la gestión de ventas. Es entonces, que en conjunto con el Gerente de Operaciones (Juan Córdor Gallardo) deciden desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado para mejorar la producción, en base a la experiencia y a los conocimientos adquiridos de la ingeniería Industrial, los cuales serán explicados en el presente capítulo.

3.1.1 Actividades del proceso de producción

C & R Servicios Industriales SAC realiza la producción sobre pedido, de manera que el proceso productivo se desarrolla de acuerdo a las especificaciones de quien lo requiere, los pedidos varían desde repuestos hasta grandes proyectos que requieren de montaje en las instalaciones del cliente. Se tienen volúmenes medios de producción con una alta variedad de

piezas, el proceso productivo se realiza por procesos en centros de trabajo especializados, los cuales son:

Centros de mecanizado, donde se ubican los tornos, fresas, cepillos. La sección de banco y prensa donde se lleva a cabo el armado y ensamble de las piezas. Y por último las áreas de soldadura, granallado y transfer.

El proceso inicia con la necesidad de los clientes. Al asumir el proyecto se procede a la toma de información inicial que se considere pertinente. Luego se genera una orden de trabajo, el cual es evaluado por el Supervisor de Maquinado y se asigne un responsable para su desarrollo.

Para la entrega de materiales, el almacenero verifica con el plano el material que se está solicitando y realiza la entrega al área de producción.

Para el proceso de Corte se cuenta con dos sierras donde se realiza el corte de material que viene en forma de eje o tubo, con las cuales se fabrican piezas como guías, estrellas y suplementos.

Luego se procede a verificar las medidas del material que pasa a un centro de mecanizado, o un torno convencional, para ello, debe ser verificado si tiene la medida correcta para la pieza o el lote de piezas que deben ser mecanizadas.

El proceso de mecanizado se realiza según el tipo de pieza, este proceso se puede realizar en un torno o fresadora, hay piezas que pasan por un solo centro de trabajo, otras requieren pasar por dos o más. Algunas piezas tienen que pasar por el proceso de soldadura, prensas, granallado, transfer otras no.

La verificación de medidas de las piezas a ensamblar cuando las piezas terminan su proceso de mecanizado, son llevadas al área de banco, se verifica que tengan las medidas correctas para ser ensambladas con otras piezas.

En el arreglo final de la pieza en el área de banco, se realiza los procesos finales de las piezas, si necesitan ser lijadas, quitar las rebabas, entre otras, etc.

En el proceso de ensamble donde se procede a realizar el ensamble y armado de las diferentes piezas que conforman el proyecto final.

Y el Producto terminado donde las piezas que se envían al cliente son empacadas y se realiza la respectiva factura o remisión, para los proyectos grandes se realiza el respectivo montaje e instalación en el lugar donde el cliente los solicite.

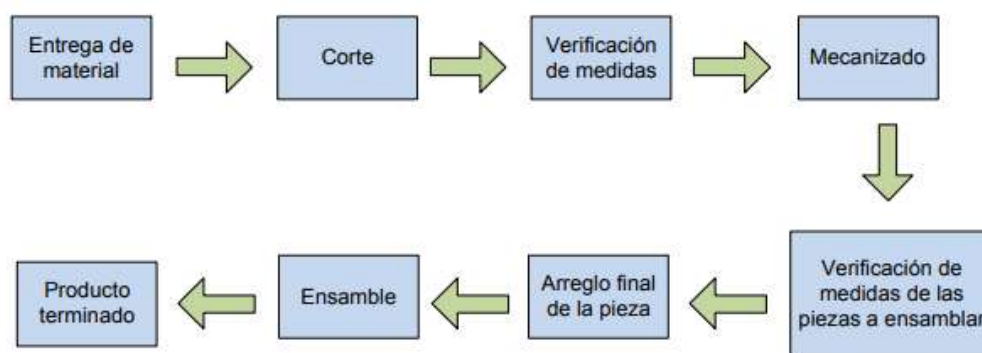


Figura 3. Diagrama General del proceso productivo

Este proceso productivo corresponde cuando los pedidos son de repuestos nuevos, ocasionalmente existen pedidos para recuperar repuestos antiguos, donde es necesario como primer paso el uso de la granalladora o areneradora para limpiar las piezas.

En el proceso productivo, los cuellos de botella son generados por la granalladora y sierras circulares, debido a que proporcionan menor cantidad de piezas por día respecto a las máquinas que se usan en el proceso de producción, generando un área de almacenamiento para los productos en procesos. Se debe precisar que la máquina Transfer, es fundamentalmente para la producción de piezas determinadas, con una alta velocidad en producir, la misma que sigue un recorrido circular, pasando mediante un cierto número de estaciones. En la Tabla 3 se detalla la criticidad de las máquinas, cuya unidad de medida es la producción de piezas diarias en la empresa C & R Servicios Industriales SAC:

Tabla 3

Tabla de producción promedio diario por máquina

Ítem	Descripción de las máquinas	Producción promedio (pz/día)	Criticidad
1	Torno N°1	500	3
2	Torno N°2	500	3
3	Torno N°3	480	3
4	Torno N°4	480	3
5	Torno N°5	320	3
6	Fresadora N°1	480	3
7	Fresadora N°2	480	3
8	Fresadora N°3	480	3
9	Fresadora N°4	480	3
10	Transfer	450	4
11	Rebarbeadora	550	4
12	Cortadora	350	2
13	Prensa	500	2
14	Granalladora	250	5
15	Excéntrica	400	2
15	Sierra	500	3

Tabla 4

Tabla de Criticidad

Criticidad	Niveles
1	Muy baja
2	Baja
3	Media
4	Alta
5	Muy alta

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Distribución de máquinas

Se puede apreciar en el siguiente Layout del taller la distribución de las máquinas es de tipo procesos que se utilizan en la planta de C & R Servicios Industriales SAC.

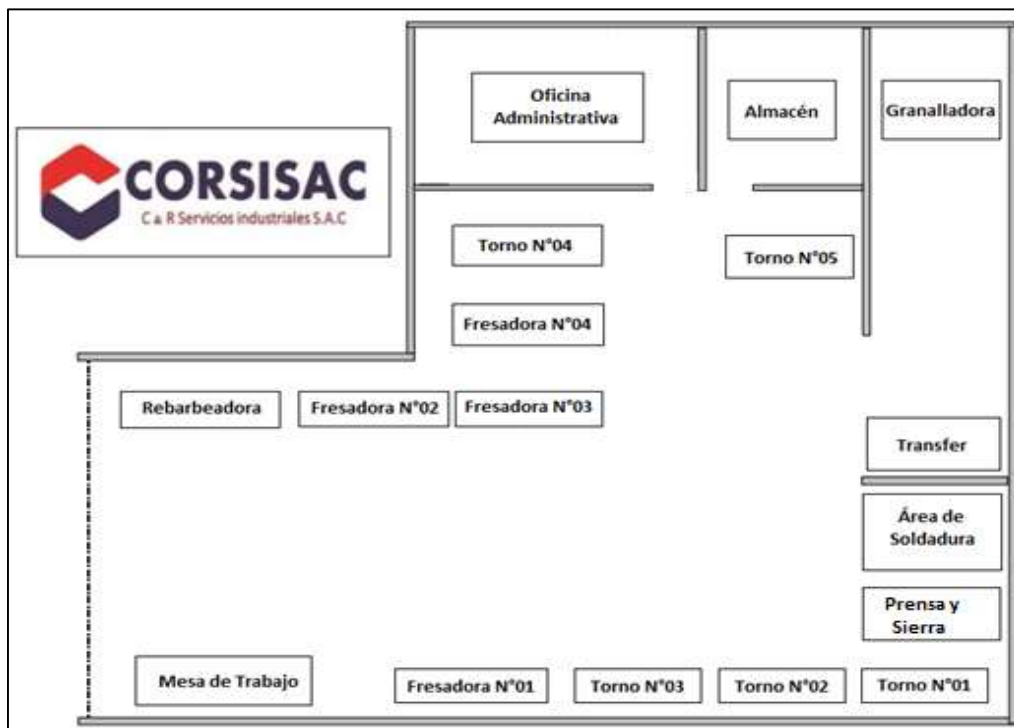


Figura 4. Layout del taller de la empresa C & R Servicios Industriales SAC
Fuente: Elaboración propia

Es evidente la deficiente distribución, donde la administración no ha tomado acción correctiva porque el taller pronto será reubicado en una nueva zona industrial.

En la descripción precedente no se ha mencionado la compresora que es vital para el desarrollo de las actividades y de diversas máquinas que indirectamente aportan en la producción con la finalidad de enfocar el proceso productivo.

3.1.3. Situación del sistema de gestión de mantenimiento

El sistema de gestión de mantenimiento se encontraba bajo la responsabilidad del supervisor de la sección de maquinado quien también era supervisor del equipo de mantenimiento, persona con amplia experiencia en su campo y conocedor de cada parte del proceso productivo respaldado por la experiencia en el cargo.

El área de mantenimiento estaba conformada por los siguientes recursos humanos: 1 supervisor y 2 operarios que desempeñaban labores de mantenimiento, este grupo realiza mantenimientos correctivos. Donde se pudo detectar los siguientes problemas, tales como:

nivel de conocimiento para realizar los mantenimientos, falta de recursos (materiales, herramientas, etc.), flujo de información, procedimientos de trabajos, entre otros imprevistos.

La forma de gestionar el mantenimiento se realizaba de la siguiente manera:

La jornada laboral se iniciaba dando solución a los trabajos pendientes de mantenimiento, bajo el análisis del criterio del supervisor. Si durante la jornada laboral aparecían nuevas fallas, en algunas ocasiones se dejaba la actividad inicial para resolver la nueva sin ser de gran importancia.

Se ejecutaba el tipo de mantenimiento correctivo, sin contar con un stock de repuestos y cuando se tenía que reparar alguna máquina el personal de mantenimiento debía salir a comprar el tipo de repuesto requerido en ese momento llevando en la mayoría de casos el componente dañado. Ya que no se contaba en ese entonces con un almacenero.

Cuando el costo de las piezas por comprar superaba una cantidad establecida de S/.300, se tenía como política generar una orden de compra con grandes tiempos de espera, de manera similar sucedía cuando se realizaban compras por caja chica. De la misma manera cuando el repuesto tenía un costo menor de S. 300 se optaba por un proceso de compra similar a lo descrito anteriormente. Como resultado se presentaba un tiempo de reparación bastante largo, afectando la producción. En los siguientes Diagrama de Actividades de Proceso (DAP) se puede apreciar las demoras que se generan para poder proceder a la reparación de la máquina.

Nº	ACTIVIDADES	MIN.	○	□	▽	➔	D
1.-	Operador para la maquina por falla	10	●				
2.-	Conversa con sus compañeros y/o espera que su jefe se de cuenta que no este produciendo (15-20min).	20	●				
3.-	Supervisor de producción comunica a sup. De mantenimiento (5min)	5	●				
4.-	Sup. De mtto comunica a sus técnicos la revisión (2min)	2	●				
5.-	Técnicos llegan a la maquina (2 min)	2	●				
6.-	Observan el problema (5-10 min)	10	●				
7.-	Llegan al taller a recoger su maleta (3min)	3		●			
8.-	Retiran el componente dañado (15-50 min).	50		●			
9.-	Técnico lleva el componente con el sup. D mtto (2min)	2		●			
10.-	Sup. Se desplaza hacia oficina del jefe para solicitar dinero por caja chica para la compra del repuesto (3min).	3		●			
11.-	Jefe esta en reunión se demora (10-30min)	30					●
12.-	Sup. Mtto solicita dinero. (2min)	2		●			
13.-	Sup. Entrega dinero a técnico (3min)	3		●			
14.-	Técnico sale a comprar (1- 3Hrs)	60					●
15.-	Tecnico regresa y vigilancia revisa la mercadería (5min)	5		●			
16.-	Técnico se desplaza a almacén para que verifiquen la mercadería (10min)	10					●
17.-	Técnico se desplaza a maquina para el cambio de repuesto(2min)	2	●				
18.-	Técnico cambia el repuesto (40 min)	40					●
19.-	Operador realiza las pruebas de funcionamiento (3min)	3		●			
20.-	Trabajo culminado.						
TOTAL		262	7	8	0	0	4

Figura 5. Diagrama de Actividades de Proceso DAP. Parada de Máquina (cuando el repuesto tiene un costo menor a 300 soles) (Proceso antes de las mejoras)

En la figura 5 se aprecia en el DAP, donde se emplean 7 operaciones, 8 actividades y 4 demoras.

Nº	ACTIVIDADES	MIN.	○	□	▽	➔	◐
1.-	Máquina Falla	10	●				
2.-	El operador conversa, luego comunica al supervisor	20	●				
3.-	Supervisor de producción comunica al supervisor de mantenimiento	5	●				
4.-	Supervisor de mantenimiento comunica a técnico	2	●				
5.-	Técnico se va a la máquina	2	●				
6.-	Analiza el problema	10	●				
7.-	Busca sus herramientas para dar solución al problema	3		●			
8.-	Retira componente dañado de la máquina e informa al supervisor de las características	50		●			
9.-	Supervisor solicita cotización a 3 proveedores	60		●			
10.-	Se recibe la cotización	2 días		●			
11.-	Supervisor genera solicitud de requerimiento	30					●
12.-	Envía solicitud al Jefe de Planta para su aprobación	15		●			
13.-	Jefe firma	3		●			
14.-	Luego se envía al departamento de logística	5					●
15.-	Logística genera la orden de compra y la envía por email al proveedor	60		●			
16.-	Proveedor prepara mercadería mientras técnico se dirige al almacén para solicitar guía de recojo.	60					●
17.-	Técnico sale a recoger mercadería	40	●				
18.-	Técnico retorna con mercadería, supervisor revisa y recibe facturas	50					●
19.-	Técnico procede con reparación	3		●			
20.-	Supervisor genera un vale por los componentes y los entrega al almacén junto con facturas						
TOTAL		428	7	8	0	0	4

Figura 6. Diagrama de Actividades de Proceso DAP. Para reparaciones con componentes superiores de S/. 300.00 y el Tiempo de Parada de Máquina. (Proceso antes de las mejoras)

3.1.4 Paradas de Máquina

El sistema de gestión de mantenimiento en el periodo julio - diciembre 2020 presentaba un costo alto que tenía como causa el proceso productivo, ocasionado por los equipos con mayores paradas, las cuales se suscitaban en paradas por procesos, planificadas y por averías; obteniéndose una menor productividad. Uno de los procesos que presentaba mayor criticidad fueron los realizado por las maquinas cortadoras que trabajaba al 69.05% (Tabla 5) de su capacidad, también las prensas de estampado en un 65.04% (Tabla 6) de su capacidad, el proceso de rebarbado en un 74.55% (Tabla 7), y los equipos del proceso de maquinado que estuvieron operando en el segundo semestre del 2020 en un 76.9% (Tabla 8). Se debe precisar que la maquina cortadora producía 350 piezas/día empleándose 2 máquinas en el área. A continuación, se muestran algunos datos estadísticos de las paradas de máquina.

Tabla 5

Paradas en el proceso del corte (Julio – diciembre 2020)

AÑO 2020		Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-21	Nov-20	Dic-20	Promedio Jul - Dic 2020
PARADAS PROCESO _ CORTE	Hora	148.07	110.73	350.83	110.03	260.90	296.26	
Hrs _ Turno (Establecido)	h	242.90	196.3	461.00	197.70	337.20	337.40	295.41
Hrs Trab_ Maquina	h	148.10	110.7	350.80	110.00	260.90	296.3	212.80
Hrs_ Paradas	h	94.80	85.60	110.20	87.70	76.30	41.20	82.61
TIPOS DE PARADAS_ CORTE								
Paradas Planificadas	h	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.33
Paradas por Proceso	h	46.03	26.91	73.00	39.15	54.28	31.17	45.09
Paradas por Averías	h	48.75	58.67	37.17	48.50	20.01	10.02	37.19
Total horas. Parada máquina	h	94.80	85.60	110.2	87.70	76.30	41.20	82.61
DISPONIBILIDAD _ Maq. Cortadora	%	61.00	56.40	76.10	55.70	77.40	87.80	69.05

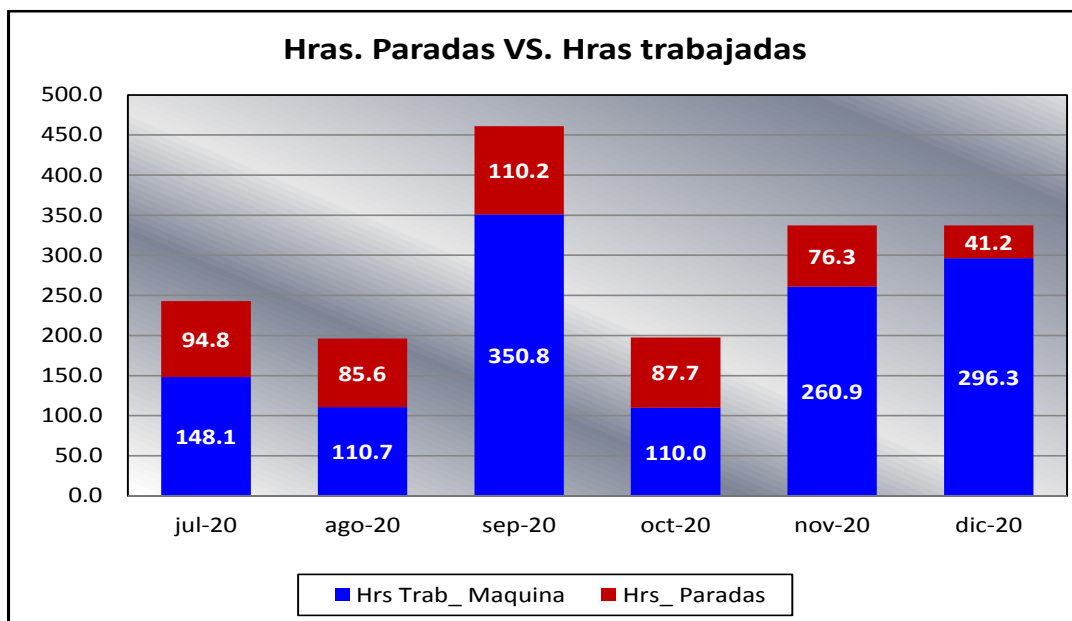


Figura 7. Horas Paradas x Averías Vs. Horas Trabajadas_ Proceso de Corte
Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

En la figura 7, se puede observar un significativo tiempo de parada por averías del grupo de máquinas (transfer), las cuales cada una tiene la versatilidad de realizar actividades como taladrar, fresar y roscar.

Asimismo, en la figura 8, se presentan las estadísticas de los demás grupos de máquinas.

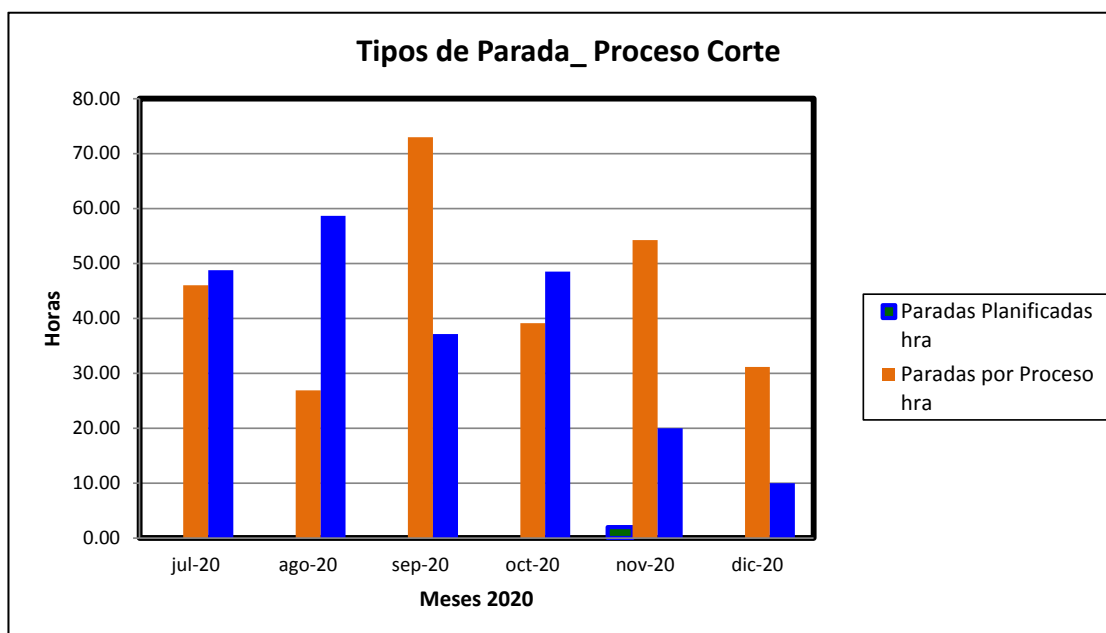


Figura 8. Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Proceso de Corte

Tabla 6

Paradas en el proceso de estampado (Julio – diciembre 2020)

AÑO 2020		Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-21	Nov-20	Dic-20	Promedio Jul - Dic 2020
PARADAS PROCESO								
_ ESTAMPADO								
PRENSA 150 TN								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	134.82	97.42	150.66	121.35	70.34	96.97	111.93
Hrs Trab_ Prensa 150 TN	hra	95.42	53.75	103.16	85.60	52.16	78.67	78.13
Hrs_ Paradas Prensa 150 TN	hra	39.40	43.70	47.50	35.80	18.20	18.30	33.80
TIPOS DE PARADAS								
_ PRENSA 150 TN								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	0.00	3.75	0.00	0.00	0.63
Paradas por Proceso	hra	22.50	18.00	19.50	18.45	7.18	3.17	14.80
Paradas por Averías	hra	16.90	25.67	28.00	13.55	11.00	15.13	18.38
Total hras. Parada Prensa150TN	hra	39.40	43.70	47.5	35.80	18.20	18.30	33.80
DISPONIBILIDAD	%	70.80	55.20	68.5	70.50	74.20	81.10	70.04
_ Maq. PRENSA 150TN								
PRENSA 300 TN								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	106.90	144.89	235.79	206.37	247.08	185.93	187.83
Hrs Trab_ Prensa 300 TN	hra	49.95	96.59	160.39	116.30	185.78	100.41	118.24
Hrs_ Paradas Prensa 300 TN	hra	57.00	48.30	75.4	90.10	61.30	85.50	69.59
TIPOS DE PARADAS								
_ PRENSA 300 TN								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	2.0	1.70	0.00	0.00	0.61
Paradas por Proceso	hra	35.70	33.20	37.0	56.00	32.80	26.10	36.80
Paradas por Averías	hra	21.25	15.10	36.4	32.40	28.50	59.41	32.18
Total hras. Parada Prensa 300TN	hra	57.00	48.30	75.4	90.10	61.30	85.50	69.59
DISPONIBILIDAD	%	46.70	66.70	68.0	56.40	75.20	54.0	61.16
_ Maq. PRENSA 300TN								
GENERAL PRENSAS DE ESTAMPADO		166.80	175.50	487.8	374.80	369.80	215.50	
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	241.70	242.30	386.5	327.7	317.40	282.90	299.75
Hrs Trab_ Maquina	hra	145.37	150.34	263.55	201.90	237.94	179.08	196.36
Hrs_ Paradas	hra	96.40	92.00	122.9	125.80	79.50	103.80	103.39
TIPOS DE PARADAS								
_ PRENSAS ESTAMPADO								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	2.00	5.42	0.00	0.00	1.24
Paradas por Proceso	hra	58.20	51.20	56.5	74.50	40.00	29.30	44.23
Paradas por Averías	hra	38.20	40.80	64.4	46.00	39.50	74.50	50.55
Total hras. Parada Prensa General	hra	96.40	92.00	122.9	125.80	79.50	103.80	103.39
DISPONIBILIDAD	%	60.10	62.00	68.20	61.60	75.00	63.30	65.04
_ Prensas Estampado								

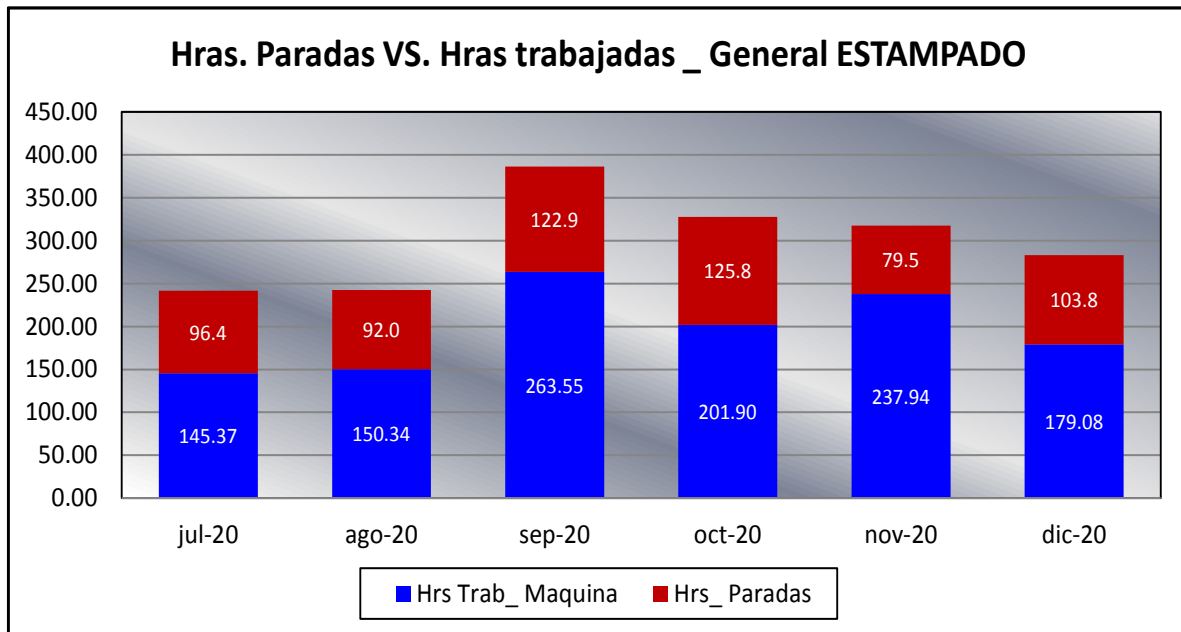


Figura 9. Hrs Paradas x Averías Vs. Hrs Trabajadas_ Gral Maquinas Prensas
Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

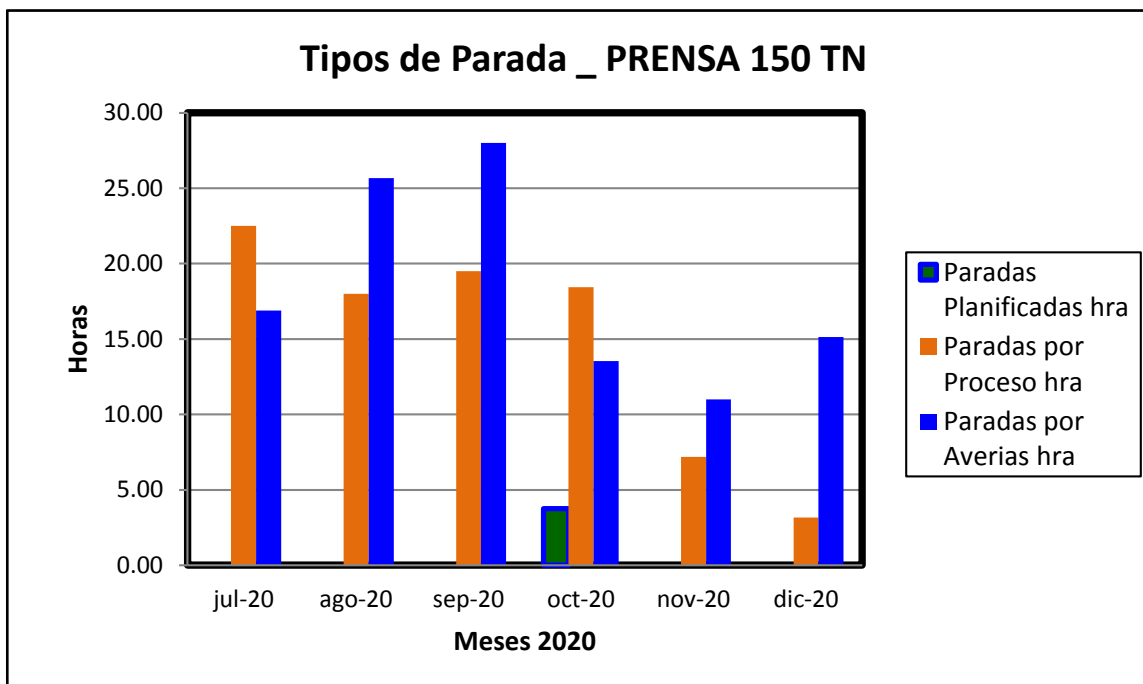


Figura 10. Tipos de parada Maquinas Prensas – 150TN

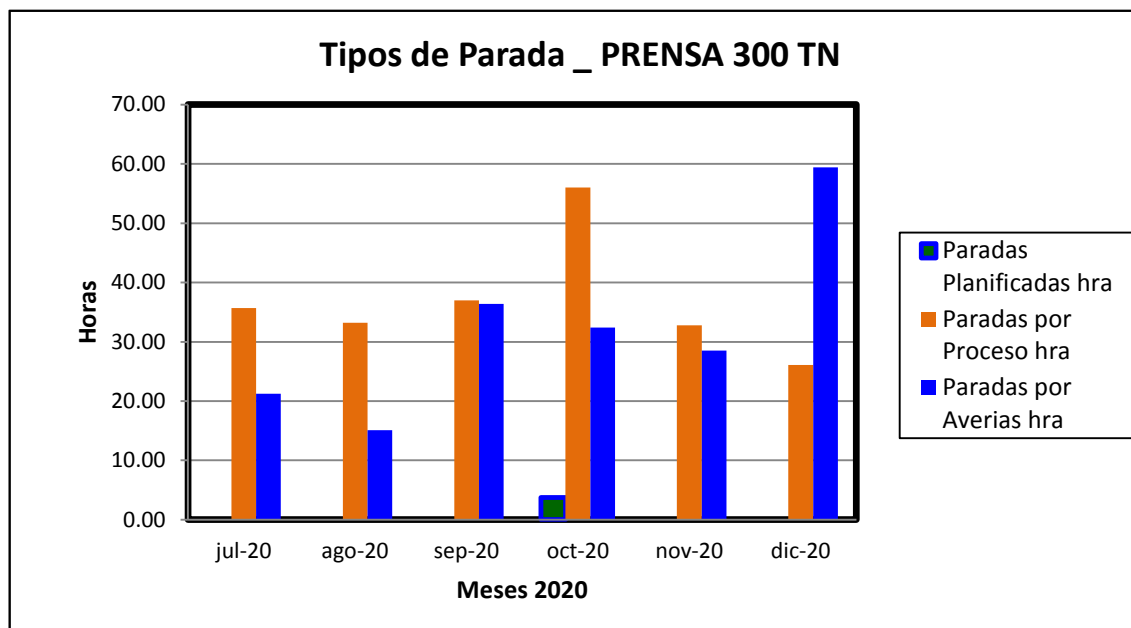


Figura 11. Tipos de parada Maquinas Prensas – 300 TN

Tabla 7

Paradas en el proceso de Rebarbado - Excéntrica (Julio – diciembre 2020)

AÑO 2020		Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-21	Nov-20	Dic-20	Promedio Jul - Dic 2020
PARADAS PROCESO _ REBARBADO								
EXCENTRICA 01								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	130.80	129.20	170.3	108.30	185.90	118.50	140.49
Hrs Trab_ Excéntrica 01	hra	89.50	93.60	118.7	80.50	160.00	77.50	103.31
Hrs_ Paradas Excéntrica 01		41.30	35.60	51.60	27.80	25.90	41.00	37.19
TIPOS DE PARADAS_ EXCENTRICA 01								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	2.58	1.00	3.80	2.17	1.58
Paradas por Proceso	hra	34.83	24.58	42.00	22.00	15.80	28.50	27.94
Paradas por Averías	hra	6.50	11.00	7.00	4.80	6.40	10.30	7.66
Total hrs. Parada Excéntrica 01		41.30	35.6	51.60	27.80	25.90	41.00	37.19
DISPONIBILIDAD _ Maq. EXCENTRICA 01								
EXCENTRICA 02	%	68.40	72.50	69.70	74.30	86.10	65.40	72.74
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	132.44	126.90	125.32	186.70	170.79	128.17	145.05
Hrs Trab_ Excentrica 02	hra	98.86	83.60	95.92	143.50	145.49	101.02	111.40
Hrs_ Paradas x Averías Excentrica 02		33.60	43.30	29.40	43.20	25.30	27.20	33.66
TIPOS DE PARADAS_ EXCENTRICA 02								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	2.50	1.00	0.00	0.00	0.58
Paradas por Proceso	hra	29.83	39.00	20.00	39.00	15.80	15.75	26.56
Paradas por Averías	hra	3.75	4.30	6.90	3.20	9.50	11.40	6.51
Total hrs. Parada Excentrica 02		33.6	43.30	29.40	43.20	25.30	27.20	33.66
DISPONIBILIDAD _ Maq. EXCENTRICA 02								
GENERAL PENSAS EXCENTRICAS	%	74.60	65.90	76.50	76.90	85.20	78.80	76.32
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	263.27	256.08	295.62	295.00	356.64	246.65	285.54
Hrs Trab_ Maquina	hra	188.36	177.20	214.64	224.00	305.49	178.53	214.70
Hrs_ Paradas Rebarbado		74.90	78.90	81.00	71.00	51.20	68.10	70.84
TIPOS DE PARADAS_ PENSAS EXCENTRICA								
Paradas Planificadas	hra	0.00	0.00	5.08	2.00	3.75	2.17	2.17
Paradas por Proceso	hra	64.66	63.58	62.00	61.00	31.55	44.25	54.51
Paradas por Averías	hra	10.25	15.30	13.90	8.00	15.85	21.7	14.17
Total hrs. Parada Excentrica General		74.90	78.90	81.00	71.00	51.2	68.1	70.84
DISPONIBILIDAD _ Prensas Excentrica								
	%	71.50	69.20	72.60	75.90	85.7	72.4	74.55

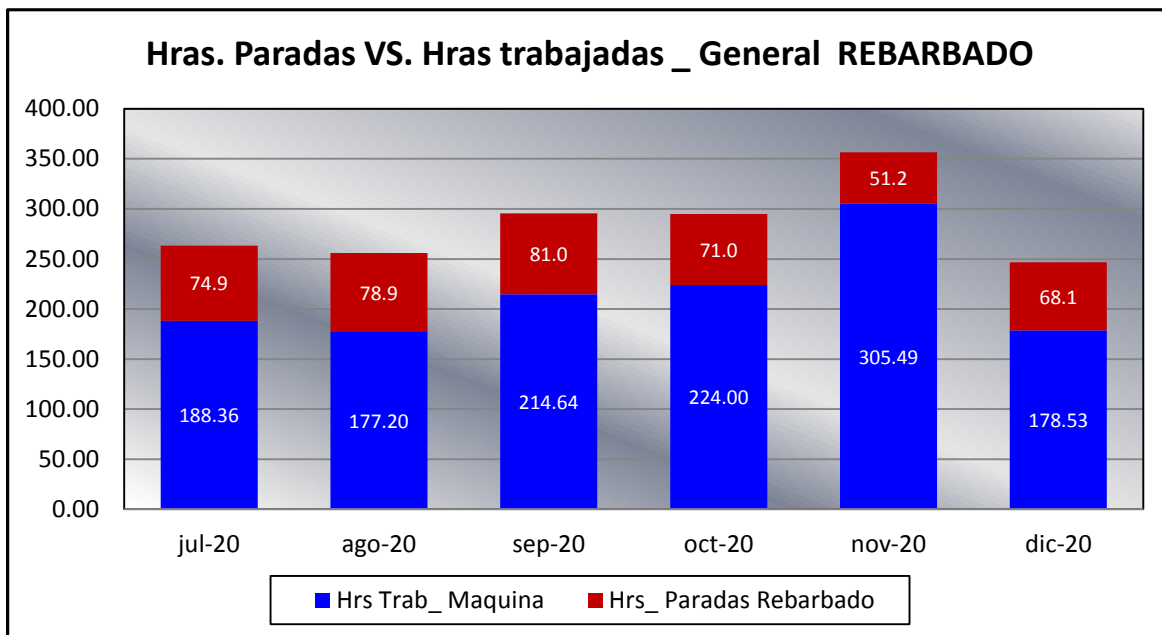


Figura 12. Tipos de parada Vs Horas Trabajadas - Rebarbado

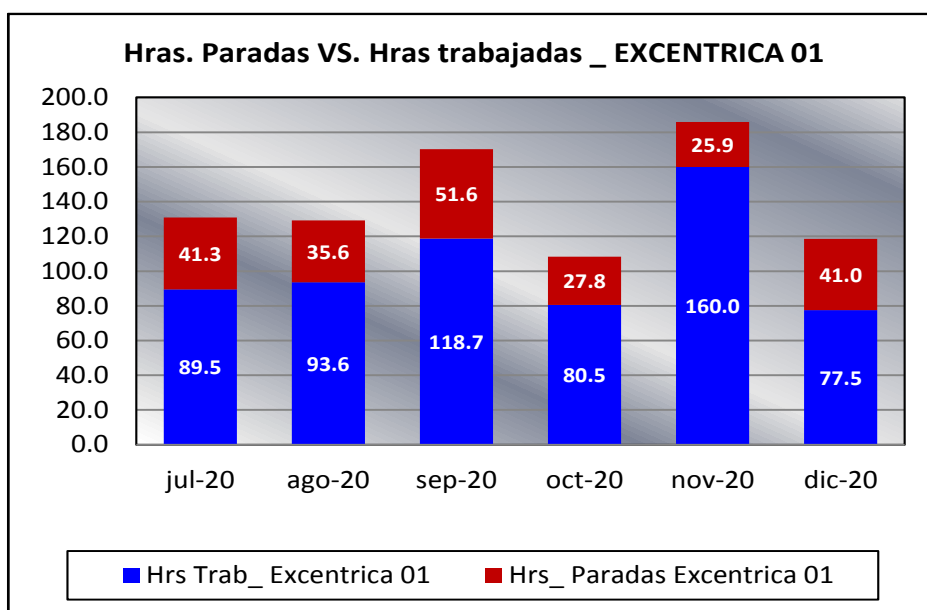


Figura 13. Tipos de parada Vs Horas Trabajadas – Excéntrica 01

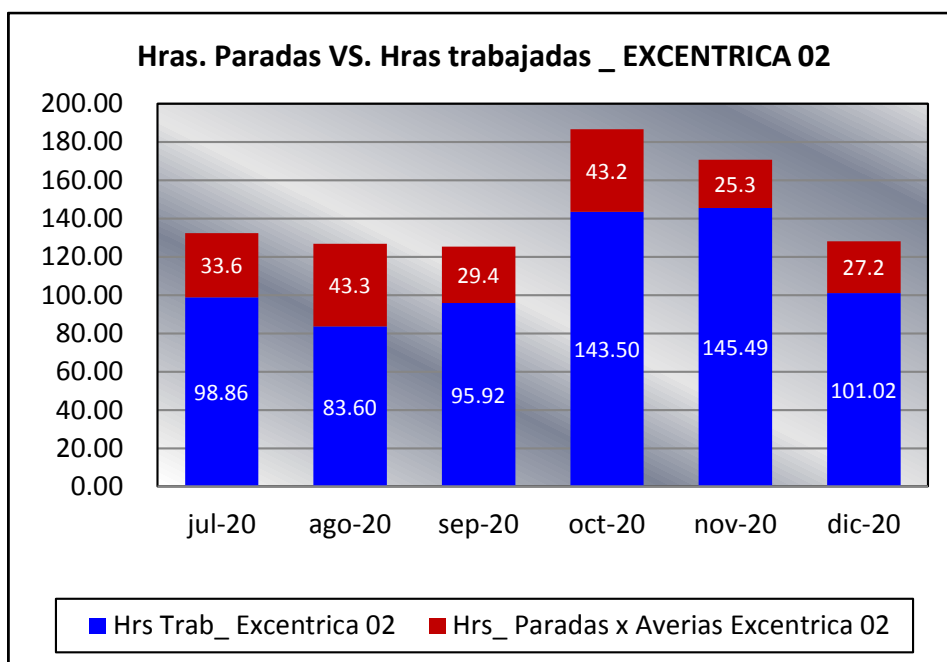


Figura 14. Tipos de parada Vs Horas Trabajadas – Excentrica 02

Tabla 8

Paradas en el proceso de maquinado – Transfer, Fresa y Torno (Julio – diciembre 2020)

AÑO 2020		Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-2020	Nov-20	Dic-20	Promedio Jul - Dic 2020
PARADAS PROCESO _ MAQUINADO								
TRANSFER 01								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	240.40	144.10	174.50	158.20	78.30	112.50	151.31
Hrs Trab_ Transfer 01	hra	185.10	116.80	147.00	127.60	60.30	76.00	118.78
Hrs_ Paradas Transfer 01	hra	55.30	27.30	27.50	30.60	18.00	36.50	32.53
TIPOS DE PARADAS_ TRANSFER 01								
Paradas Planificadas	hra	1.50	3.9	3.00	2.75	5.00	0.00	2.69
Paradas por Proceso	hra	14.30	12.3	14.50	14.08	6.25	16.50	12.99
Paradas por Averías	hra	39.50	11.00	10.00	13.75	6.75	20.00	16.83
Total hrs. Parada Transfer 01	hra	55.30	27.30	27.50	30.60	18.00	36.50	32.51
DISPONIBILIDAD_ Maq. TRANSFER 01	%	77.00	81.00	84.20	80.70	77.00	67.60	77.92
FRESA 02								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	294.30	156.00	94.30	204.00	117.00	210.50	167.62
Hrs Trab_ fresa 02	hra	221.10	115.90	58.50	151.80	62.30	132.10	123.59
Hrs_ Paradas fresa 02	hra	78.40	30.10	17.90	46.30	33.50	58.10	44.03
TIPOS DE PARADAS_ FRESA 02								
Paradas Planificadas	hra	1.50	0.00	3.25	2.00	0.25	3.00	1.67
Paradas por Proceso	hra	42.20	13.50	11.67	25.50	18.50	33.58	24.16
Paradas por Averías	hra	34.70	16.60	3.00	18.75	14.75	21.50	18.22
Total hrs. Parada fresa 02	hra	78.40	30.10	17.90	46.30	33.50	58.10	44.04
DISPONIBILIDAD _ Maq. FRESA 02	%	73.80	79.40	76.60	76.60	65.00	69.50	73.48
TORNO 03								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	233.30	140.30	77.30	97.50	175.50	117.00	137.73
Hrs Trab_ Torno 03	hra	180.00	142.70	81.00	106.50	174.30	142.00	107.91
Hrs_ Paradas Torno 03	hra	143.10	123.30	68.00	75.20	133.50	104.40	29.82

TIPOS DE PARADAS_ TORNO 03								
Paradas Planificadas	hra	3.92	0.00	3.00	0.00	2.00	3.25	2.03
Paradas por Proceso	hra	13.00	4.42	0.00	19.33	23.00	19.00	13.13
Paradas por Averías	hra	20.00	15.00	10.00	12.00	15.75	15.33	14.68
Total hrs. Parada Torno 03	hra	36.90	19.40	13.00	31.30	40.80	37.60	29.83
DISPONIBILIDAD _ Maq. TORNO 03								
	%	79.50	86.40	84.00	70.60	76.60	73.50	78.43
GENERAL MAQUINADO								
Hrs _ Turno (Establecido)	hra	789.00	437.30	413.30	499.80	382.80	435.50	
Hrs Trab_ Maquina	hra	549.20	355.90	273.50	354.50	256.00	312.50	456.66
Hrs_ Paradas x Averías	hra	170.60	76.80	58.40	108.20	92.30	132.20	106.39
TIPOS DE PARADAS_ MAQUINADO								
Paradas Planificadas	hra	6.90	3.90	9.25	4.75	7.25	6.25	6.39
Paradas por Proceso	hra	69.50	30.30	26.17	58.92	47.75	69.08	50.27
Paradas por Averías	hra	94.20	42.60	23.00	44.50	37.25	56.83	49.73
Total hrs. Parada Maquinado General	hra	170.60	76.80	58.40	108.20	92.30	132.20	106.39
DISPONIBILIDAD _ Maquinado								
	%	76.30	82.30	82.40	76.60	73.50	70.30	76.90

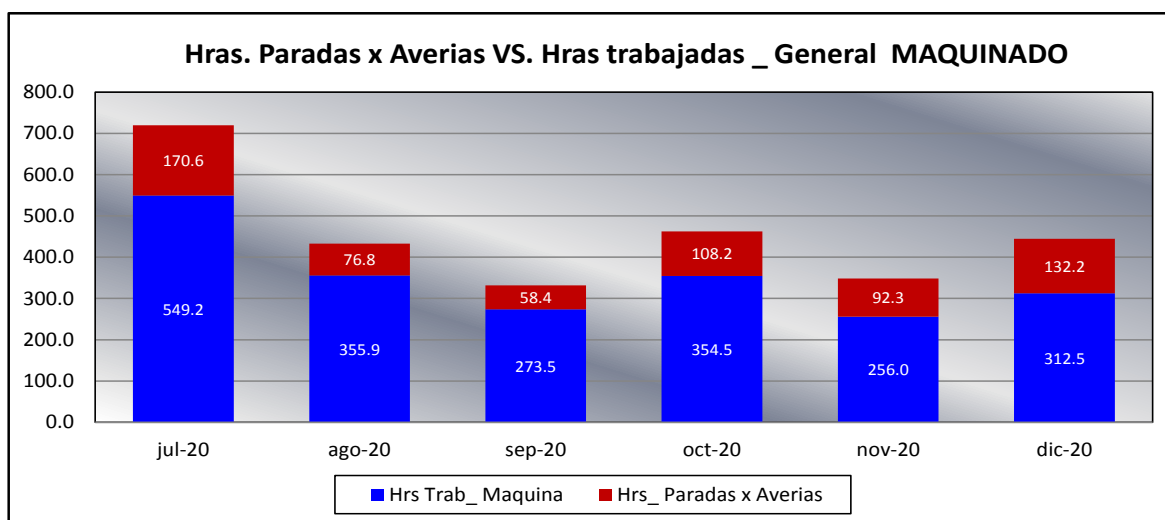


Figura 15. Horas Paradas x Averías Vs. Horas Trabajadas_ Maquinado

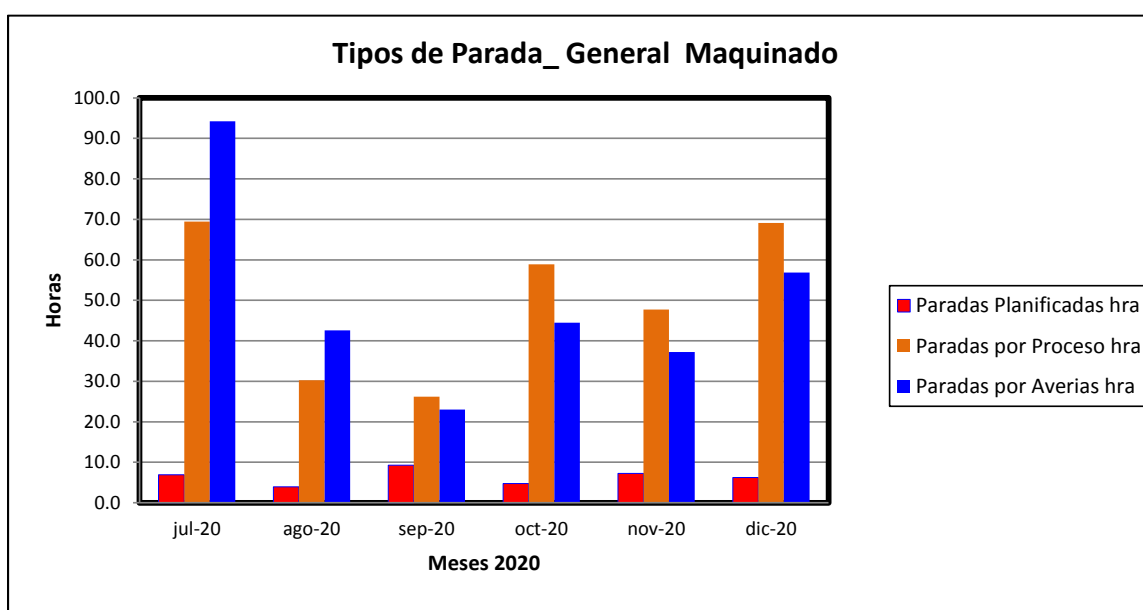


Figura 16. Horas Paradas x Averías Vs. Horas Trabajadas_ Maquinado

3.2 Desarrollo del diagnóstico

Para evaluar la implementación del proyecto de Gestión de Mantenimiento, las funciones que desarrollamos estuvieron enfocadas en el uso y aplicación de herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, y la aplicación de auditorías de mantenimiento; las cuales se describen a continuación.

3.2.1 Diagrama de Ishikawa

A continuación, se presenta el diagrama causa – efecto, donde se aprecian las causas raíz descrita en cuatro componentes que evalúan la inexistencia de un plan de mantenimiento que reduce la producción debido a las constantes paradas de los equipos.

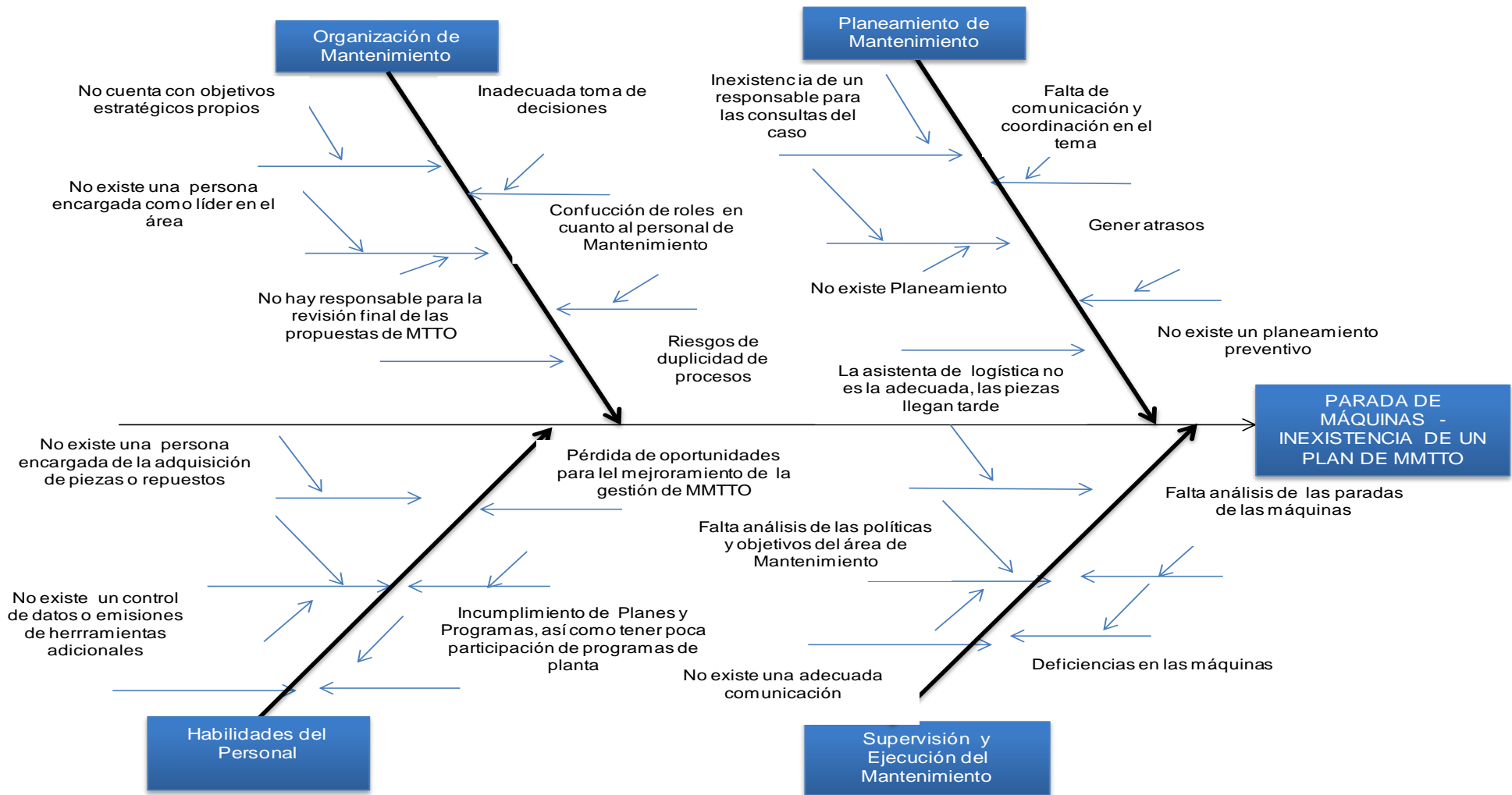


Figura 17. Diagrama de Ishikawa – Proceso de Mantenimiento

Una vez identificadas las causas del problema se ha podido determinar el nivel de frecuencia que tiene cada una de las causas raíz; de esta forma se ha creído conveniente analizar las causas a través de la matriz de análisis de criticidad de las causas raíces, a quienes se les ha asignado las ponderaciones respectivas:

Tabla 9

Análisis de criticidad de causas raíces

Causa	Frecuencia	Impacto	Efecto (F*1)
No hay responsable para la revisión final de las propuestas de mantenimiento	5	9	45
No existe una persona encargada como líder en el área	5	9	45
Carencia de habilidades por parte del personal para dar soluciones inmediatas.	5	9	45
Confusión de roles en cuanto al personal de Mantenimiento	3	9	27
Falta de comunicación y coordinación en el tema	3	9	27
No existe una persona encargada de la adquisición de piezas o repuestos	3	6	18
No existe un control de datos o emisiones de herramientas adicionales	3	6	18
Pérdida de oportunidades para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento.	3	3	9
Falta análisis de las políticas y objetivos del área de Mantenimiento	1	3	3
Deficiencias en las máquinas	1	3	3

Frecuencia		Impacto	
Muy frecuente	5	Muy Alto	9
Frecuente	3	Alto	6
Poco frecuente	1	Medio	3
		Bajo	1

Partiendo del análisis de criticidad de las causas raíces, construimos el cuadro y gráfica de causas para el proceso de gestión de mantenimiento, mostrándose a continuación.

Tabla 10

Diagrama de Pareto para el proceso de Gestión de Mantenimiento

CAUSAS	Frecuencia	Frecuencia Acumulado	% Acumulado
No hay responsable para la revisión final de las propuestas de mantenimiento	45	45	18,75%
No existe una persona encargada como líder en el área	45	90	37,50%
Carencia de habilidades por parte del personal para dar soluciones inmediatas	45	135	56,25%
Confusión de roles en cuanto al personal de Mantenimiento	27	162	67,50%
Falta de comunicación y coordinación en el tema	27	189	78,75%
No existe una persona encargada de la adquisición de piezas o repuestos	18	207	86,25%
No existe un control de datos o emisiones de herramientas adicionales	18	225	93,75%
Pérdida de oportunidades para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento	9	234	97,50%
Falta análisis de las políticas y objetivos del área de Mantenimiento	3	237	98,75%
Deficiencias en las máquinas del taller	3	240	100,00%
TOTAL	240		

Fuente: Elaboración propia

El 80% de las causas se concreta que las causas raíz se debe a los siguientes componentes: a) No hay responsable para la revisión final de las propuestas de mantenimiento, b) No existe una persona encargada como líder en el área, c) Carencia de habilidades por parte del personal para dar soluciones inmediatas, d) Confusión de roles en cuanto al personal de Mantenimiento; y, e) Falta de comunicación y coordinación en el tema. Tal como se muestra en la siguiente figura:

DIAGRAMA DE PARETO (PROCESO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO)

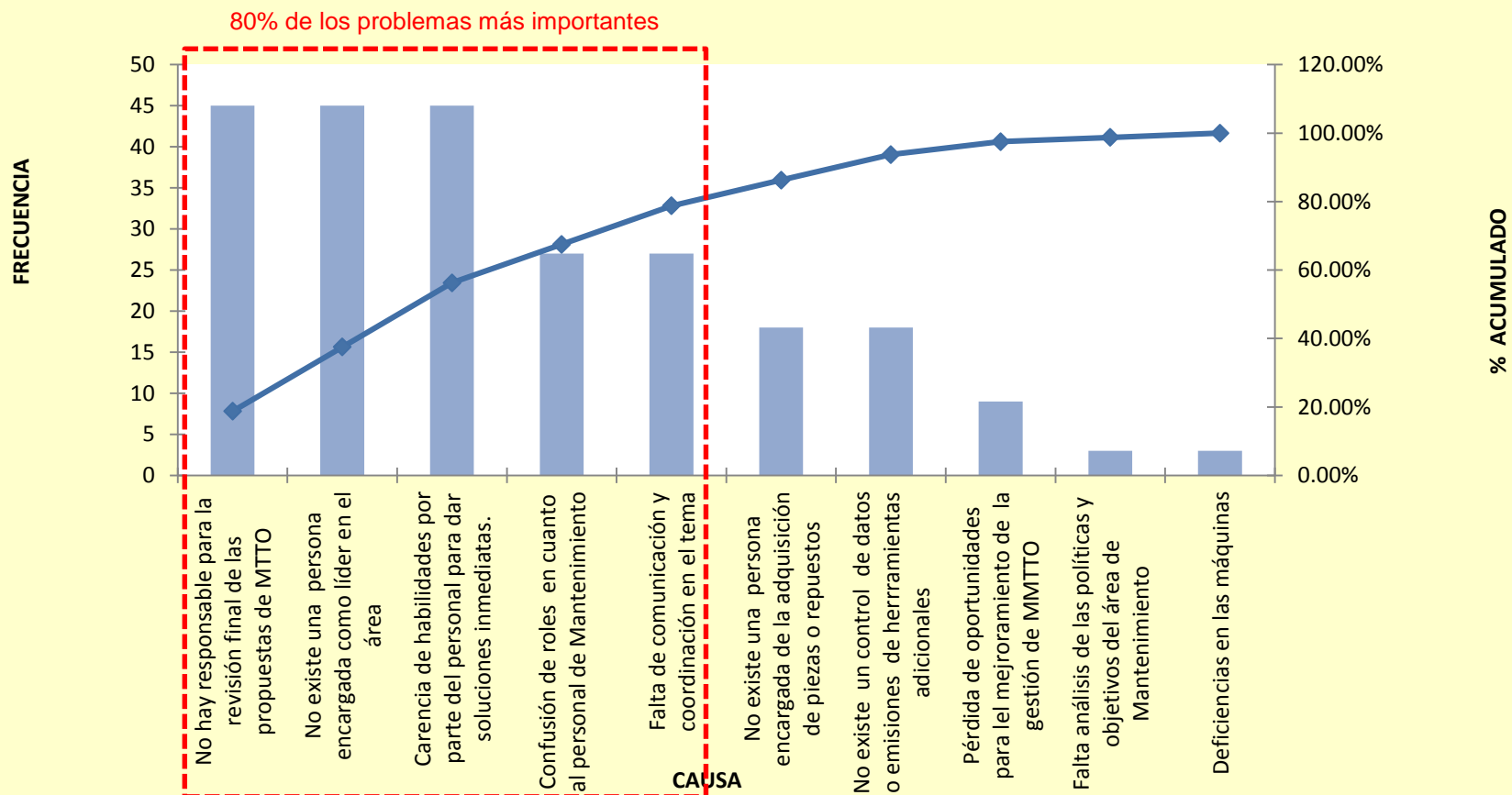


Figura 18. Diagrama de Pareto

3.2.2 Descripción de la Auditoria de Mantenimiento

En búsqueda de lograr la excelencia operacional, (calidad, costos competitivos y capacidad de entrega de los productos o servicios) al reducir los desperdicios que se presentan en toda la operación y mejorar la capacidad de gestión del personal involucrado, ya sea de producción como de mantenimiento en la empresa C & R Servicios Industriales SAC, surge la necesidad de definir que la responsabilidad para evitar que los equipos fallen, es de todos y no sólo del personal que trabaja en el área de mantenimiento.

A continuación, se presenta la metodología de la técnica aplicada:

Método del Radar, se aplicó directamente a operarios y supervisores, que, por estar en el día a día en contacto con los equipos, los procesos y los procedimientos, apuntan con mucha propiedad donde es necesario aplicar ajustes, buscando mejorar la eficiencia, optimizar la logística, ahorrar energía, mejorar el tratamiento de desechos, aplicar acciones de seguridad industrial e implementar planes de motivación de personal. También se evalúan las deficiencias del sistema de gestión, las cuales se pueden resumir en los bajos valores alcanzados en el radar.

Por consiguiente, la aplicación de la herramienta de auditoria de mantenimiento y el radar han permitido corroborar de manera cualitativa y cuantitativa los factores críticos que se venían originado en el área de maquinado, para ello se trabajó de manera grupal con el personal del área de maquinado y un supervisor de mantenimiento. Confeccionando fichas de observación para acopiar la información de los procesos del área de maquinado.

En la Tablas y gráficas siguientes se aprecian los criterios aplicados en la auditoria.

Tabla 11

Criterios de la Auditoria de Mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO			
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales SA
Categoría de auditoría:	Todas	Unidad de Operación:	Planta
Aprobado:	Miguel/Jonathan	Fecha:	26/06/2020
		Resultado Final:	25%
Nº	Componentes	Ponderado (%)	
1	Organización del Mantenimiento	30%	
2	Planeamiento de Mantenimiento	22%	
3	Habilidad del Personal de mantenimiento	26%	
4	Ejecución del Mantenimiento	17%	
5	Supervisión del Mantenimiento	30%	
	Total	25%	



Figura 19. Radar de Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

Cada uno de los puntos señalados en el radar está compuesto por componentes con debilidades que generan el bajo nivel alcanzado. En las siguientes tablas analizaremos cada categoría:

Organización del mantenimiento; presenta deficiencias porque no tienen objetivos propios ni una sólida autonomía dentro de la organización, desde el punto de vista de la gestión, no es considerado para la toma de decisiones por el resto de las áreas de la planta. Tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12

Organización del Mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales S.A.	
Categoría de auditoría:	Organización del Mantenimiento 1	Unidad de Operación:	Planta	
Aprobado:	Miguel/Jonathan	Fecha:	26/06/2020	
		Peso:	10 /10	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1.01	Claridad de la ubicación del área de mantenimiento en la empresa.	10	3.0	30%
1.02	Claridad de la Organización del área de mantenimiento de su empresa.	10	3.0	30%
1.03	Claridad del organigrama del área de mantenimiento	10	2.0	20%
1.04	Autonomía que el área de mantenimiento tiene dentro de la Organización.	10	3.0	30%
1.05	El área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras con las otras áreas.	10	6.0	60%
1.06	Internamente, el área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras.	10	5.0	50%
1.07	El área de mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios (misión, Visión).	10	0.0	0%
1.08	El área de mantenimiento tiene definidas sus funciones claramente (Manual de Funciones).	10	2.0	20%
1.09	El área de mantenimiento trabaja dentro de límites de responsabilidad claros y definidos.	10	3.0	30%
1.10	El área de mantenimiento es considerada para toma de decisiones por el resto de áreas de la planta	10	3.0	30%
	Total	100		30%

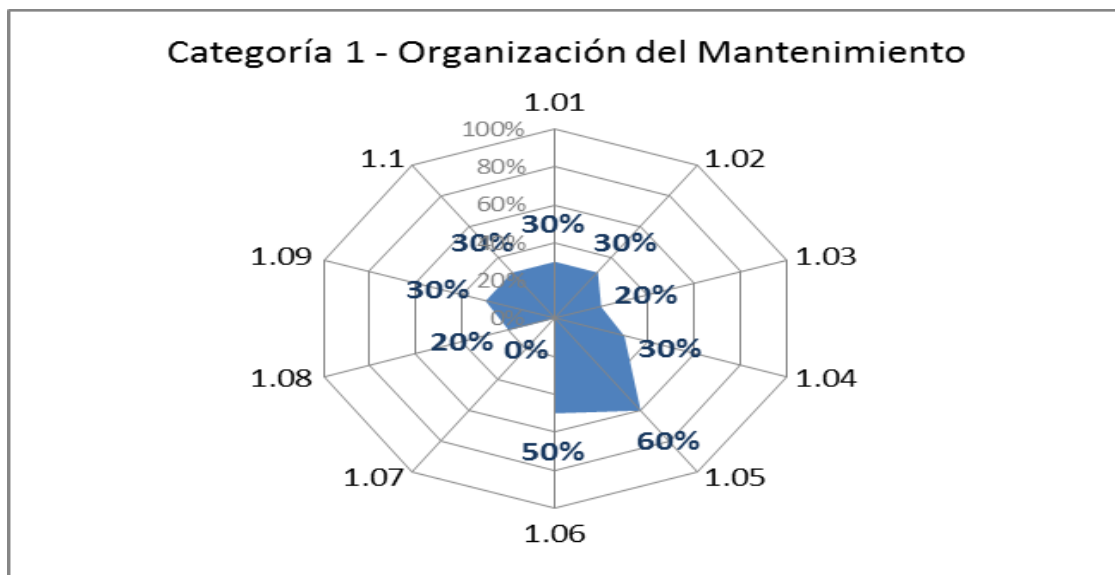


Figura 20. Radar de Organización del Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

Planeamiento de mantenimiento; existe cierta descoordinación con producción, existiendo carencias en el planeamiento de la mano de obra, materiales, la logística, etc. Con esta debilidad no se puede resolver los problemas correctivos de manera eficaz por consiguiente se estaría lejos de alcanzar un planeamiento preventivo. Tal como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13

Planeamiento del Mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales SAC	
Categoría de auditoría:	Planeamiento del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Planta	
Aprobado:	Miguel/Jonathan	Fecha:	26/06/2020	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
2.01	Calificación del Planeamiento de mantenimiento dentro de la Organización de su empresa	10	0.0	0%
2.02	Recepción de solicitudes de servicio de producción	10	3.0	30%
2.03	Definición de la Orden de trabajo en el área de mantenimiento.	10	2.0	20%
2.04	Planeamiento de la Mano de obra en el área de mantenimiento.	10	3.0	30%
2.05	Planeamiento de Materiales en el área de mantenimiento.	10	3.0	30%
2.06	Planeamiento del Equipo de	10	3.0	30%

	Mantenimiento en el área de mantenimiento.			
2.07	Planeamiento de la Logística en el área de mantenimiento.	10	3.0	30%
2.08	Coordinación con producción y planeamiento en fechas para realizar mantenimiento en general.	10	3.0	30%
2.09	Planeamiento preventivo en el área de mantenimiento.	10	2.0	20%
2.10	Reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento.	10	0.0	0%
	Total	100		22%

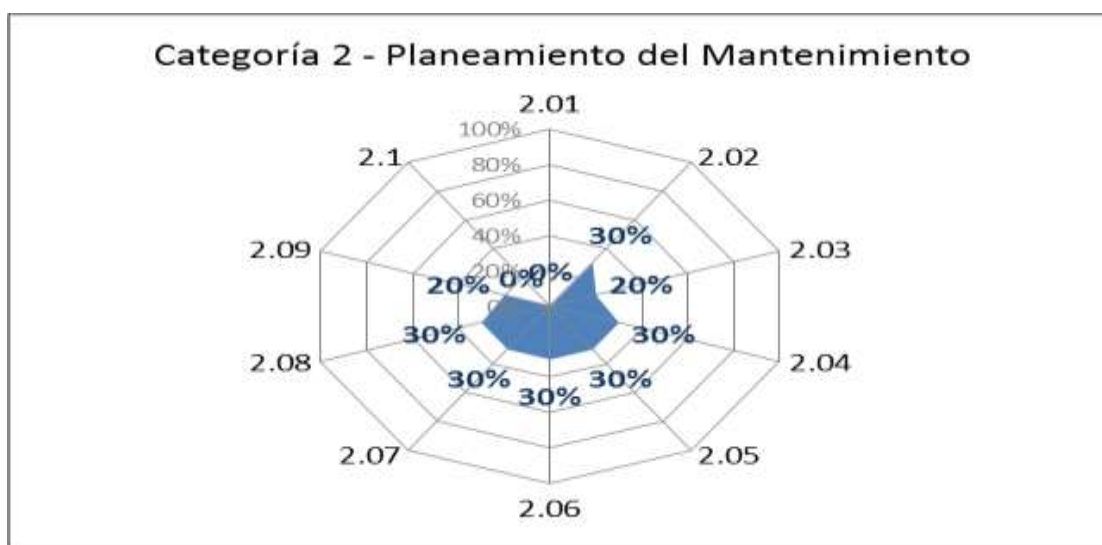


Figura 21. Planeamiento del Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

Habilidades del personal; tienen un nivel intermedio, para alcanzar las metas trazadas, en cada periodo se necesita una constante capacitación tanto interna como externa lo que no existe en el presente, el personal no tiene las herramientas adicionales de conocimiento para analizar los datos de fallas o afrontar los desafíos de un mantenimiento predictivo. Tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Habilidades del personal de mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales SA.	
Categoría de auditoría:	Habilidad del Personal de Mantenimiento	Unidad de Operación:	Planta	
Aprobado:	3	Fecha:	26/06/2020	
	Miguel/Jonathan	Peso:	10 /10	
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
3.01	Nivel técnico del Ingeniero del área de mantenimiento.	10	2.0	20%
3.02	Nivel técnico de los Técnicos del área de mantenimiento.	10	5.0	50%
3.03	Nivel de Experiencia del Ingeniero, Técnicos del área de mantenimiento.	10	5.0	50%
3.04	El personal de Mantenimiento trabajan solos y son responsables de las tareas que realizan.	10	4.0	40%
3.05	Habilidades para resolver Problemas y tomar decisiones en el área de mantenimiento.	10	4.0	40%
3.06	El personal del área de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.	10	0.0	0%
3.07	El personal de supervisión capacita a su personal del área de mantenimiento. Permanentemente.	10	0.0	0%
3.08	Nivel de desempeño del personal del área de mantenimiento para realizar mantenimiento preventivo.	10	4.0	40%
3.09	El personal del área de mantenimiento puede realizar mantenimiento predictivo (Monitoreo Condición).	10	0.0	0%
3.10	El personal del área de mantenimiento puede realizar Análisis de Datos de fallas para mejorar.	10	2.0	20%
	Total	100		26%

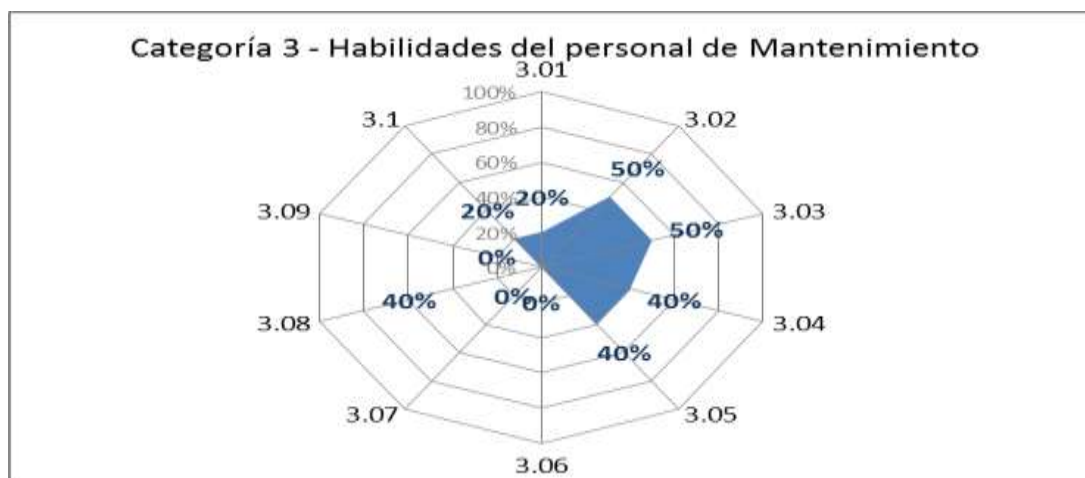


Figura 22. Habilidades del Personal de Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

Ejecución del mantenimiento; las deficiencias que presenta la ejecución del mantenimiento radica en el incumplimiento de los planes y programas, así como tener poca participación en la elaboración de los programas de producción de la planta, por otro lado la falta de información técnica e historiales de equipos al día y sin la disposición de repuestos y suministros generales en los almacenes es difícil aplicar los conceptos de mantenimiento preventivo con rutinas establecidas de inspección, revisión y lubricación. Si se tiene esas debilidades se está más lejos de prestar atención, estudiar y resolver los casos de fallas repetitivas. Tal como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15

Ejecución del mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales S.A.	
Categoría de auditoría:	Ejecución del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Planta	
Aprobado:	4	Fecha:	26/06/2020	
	Miguel/Jonathan	Peso:	10 /10	
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
4.01	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.	10	1.0	10%
4.02	El área de manteamiento participa en la elaboración de los programas de producción de la planta.	10	2.0	20%
4.03	El área de mantenimiento participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización.	10	1.0	10%
4.04	Aplicación del concepto de MP en planta, con rutinas de inspección y revisión planeadas.	10	1.0	10%
4.05	El área de manteamiento tiene archivos de documentación técnica e historial de equipos al día.	10	3.0	30%
4.06	El área de mantenimiento dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes.	10	3.0	30%
4.07	El área de mantenimiento dispone de herramientas, equipos y máquinas en buen estado y suficientes.	10	2.0	20%
4.08	Se lubrican equipos e instalaciones de planta en base a un programa de rutinas establecido	10	1.0	10%
4.09	El área de manteamiento de planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas	10	2.0	20%
4.10	El área de mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos.	10	1.0	10%
Total		100		17%

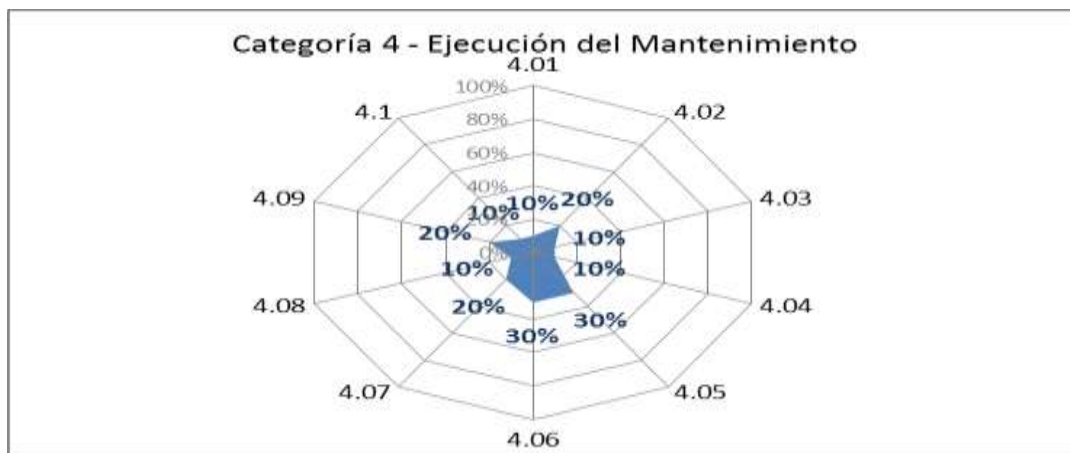


Figura 23. Ejecución del Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

Supervisión del mantenimiento; en este último punto el nivel alcanzado en la evaluación del radar, se debe porque la supervisión no conoce, no cumple ni hace cumplir la política y objetivos del área de mantenimiento, tampoco elabora planes y programas de acción con eficacia y por la falta de una fluida relación con sus trabajadores ni con algunos supervisores de otras áreas, en especial con la supervisión de producción. Tal como se observa en la tabla 16.

El tipo de mantenimiento y la debilidad que presenta la organización del área de mantenimiento ofrecen un mal servicio interno, que origina problemas potenciales constantes como: parada de máquinas, retraso de ventas, reducción en la tasa de calidad, incremento de horas extras tanto para el área de mantenimiento y maquinado, sin dejar de lado el consumo de energía eléctrica adicional que se requiere para recuperar la producción y el costo de oportunidad de ventas.

Tabla 16

Supervisión del mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo	Mantenimiento	Empresa:	C & R Servicios Industriales SAC	
Categoría de auditoría:	Supervisión del Mantenimiento 5	Unidad de Operación:	Planta	
Aprobado:	Miguel/Jonathan	Fecha:	26/06/2020	
		Peso:	10 /10	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
5.01	Existe supervisión del personal del área de mantenimiento de la planta.	10	6.0	60%
5.02	La supervisión de mantenimiento conoce sus obligaciones técnicas, funciones y responsabilidades.	10	4.0	40%
5.03	La supervisión elabora los planes y programas de acciones de mantenimiento y los controla.	10	2.0	20%
5.04	La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos del área de mantenimiento	10	0.0	0%
5.05	La supervisión maneja y aplica la economía y control de costos de mantenimiento de la planta.	10	1.0	10%
5.06	La supervisión de mantenimiento de la planta sabe escuchar a su personal.	10	3.0	30%
5.07	La supervisión de mantenimiento de la planta analiza y resuelve problemas por sí misma.	10	5.0	50%
5.08	La supervisión de mantenimiento. de la planta tiene fluida relación con el nivel de trabajadores.	10	3.0	30%
5.09	La supervisión de mantenimiento tiene fluida relación con los niveles superiores de la planta.	10	5.0	50%
5.10	Grado de relación entre supervisores de mantenimiento. con los supervisores de producción.	10	1.0	10%
	Total	100		30%

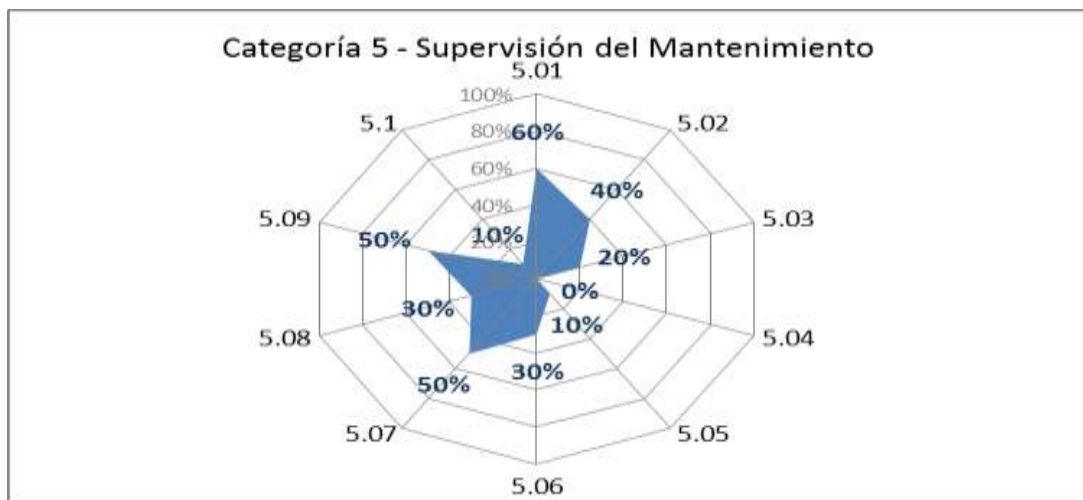


Figura 24. Supervisión del Mantenimiento

Fuente: Área de producción de C & R Servicios Industriales SA, elaboración propia

3.3 Metas y objetivos

Una vez realizado el diagnóstico respectivo mediante las herramientas de la ingeniería industrial y la experiencia adquirida en trabajos anteriores, se vio por conveniente realizar las siguientes acciones para mejorar la producción concentrándose en la planificación del mantenimiento preventivo, los cuales permitió: reducir las paradas recurrentes en el área de maquinado, identificar la máquinas de mayor criticidad para reducir los cuellos de botella, generado por la paralización de una maquina importante en el proceso productivo e implementar indicadores de mantenimiento para medir la gestión, en donde se listaron las siguientes metas:

- Proponer una estructura organizacional al área de mantenimiento de la Empresa C & R Servicios Industriales SAC y contratar personal exclusivo para esta labor de mantenimiento.
- Desarrollar un Manual de Funciones del área de mantenimiento.
- Implementación de documentación de gestión administrativa.
- Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado en la Empresa C & R Servicios Industriales SAC.
- Implementar el registro de indicadores de gestión de mantenimiento y establecer metas.
- Desarrollar y mantener un programa de formación del personal del área de mantenimiento.

3.4 Estrategias de desarrollo

Para desarrollar este acápite se ha tomado en cuenta el análisis del proceso inicial de mantenimiento en la empresa C & R Servicios Industriales SAC. En tal sentido, se realiza la metodología descriptiva del proceso inicial y la experimental, para lo cual se plantea un enfoque estratégico que obedece al establecimiento de cinco fases: 1) Visión y misión del área de mantenimiento, 2) Objetivos y metas en corto y mediano plazo, 3) Estrategias y

políticas, 4) Asignación de recursos para el cumplimiento del plan de gestión del área de mantenimiento y 5) Medición y evaluación de los resultados.

Con la puesta en marcha de las fases mencionadas se buscó cumplir con el objetivo de mejorar los procesos del área de mantenimiento que presentan problemas y que afectan indirectamente la imagen y rentabilidad de la empresa.

3.4.1. Identificación de los aspectos claves para mejorar la Gestión de Mantenimiento en el área de Maquinado de C & R Servicios Industriales SAC

En el ámbito de los procesos que se realizan en el área de mantenimiento de C & R Servicios Industriales SAC, los aspectos involucrados para implementar la propuesta de solución y mejorar los procedimientos son los siguientes:

Planteamiento de la misión y visión que debe cumplirse en el área de mantenimiento, para lograr los objetivos y metas en corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos y metas que deberá cumplir el área de mantenimiento. Lo cuales se deberán desarrollar bajo la perspectiva financiera, los clientes internos, los procesos internos y el crecimiento y desarrollo del personal de mantenimiento.

Las estrategias y políticas. Desarrollar las estrategias para lograr los objetivos y metas estratégicas.

Desarrollar las políticas para apoyar las estrategias.

Asignación de recursos que permitan tener en cuenta los gastos necesarios para cumplir con las actividades diseñadas en el plan de mantenimiento.

Medir y evaluar resultados, para lo cual se han planteado indicadores de gestión en mantenimiento.

3.4.2. Planteamiento del proceso

De acuerdo a las actividades que se plantean, el proceso del mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento en C & R Servicios Industriales SAC se verá reflejado en las siguientes métricas:

- Cobertura: Maquinaria operativa en su totalidad.
- Eficiencia/ calidad: El mantenimiento de las máquinas tiene un efecto positivo en el desarrollo de la producción de C & R Servicios Industriales.
- Efectividad: Resultados positivos en todos los procesos operativos de C & R Servicios Industriales SA.

Para poder plasmar toda la secuencia del proceso de mejoramiento en el área de mantenimiento, se presenta el siguiente esquema donde se indican las actividades de dicha gestión.



Figura 25. Fases del plan de gestión para el área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1 Fases del plan de gestión para el área de mantenimiento

A continuación, se desarrollan cada una de las fases planteadas en la Figura N° 25 y de esta forma se propone la estrategia de solución que permitirá reducir los problemas hallados en la fase de diagnóstico señalados en el capítulo tercero.

3.4.2.2 Visión y misión del área de mantenimiento

Un área sin visión y misión no tiene un horizonte definido, por lo que elimina todo deseo de superación, sin metas y objetivos que lograr, es tener un equipo de técnicos que no tienen la orientación respectiva. Asimismo, es importante contar con políticas básicas del área que permitan amoldar las responsabilidades exigidas y necesarias. Es por ello que ante la realidad de la compañía y del área en sí, se plantea la siguiente visión, misión y política del área.

Visión: En cinco años posicionarse como la principal área operativa de las Unidades de Negocio de la Empresa C & R Servicios Industriales.

Misión: Brindar un servicio de mantenimiento correctivo o preventivo de calidad, en el tiempo requerido a cada área de C & R Servicios Industriales SA.

3.4.3. Objetivos

3.4.3.1 De crecimiento y desarrollo

Proponer una estructura organizacional al área de mantenimiento.

Desarrollar y mantener un programa de formación del personal de acuerdo al plan de carrera.

3.4.3.2 Procesos

Desarrollar y mantener un programa de mantenimiento.

Reducir las demoras mediante la Implementación de las 5 S.

Implementación de documentos de gestión administrativa.

a) Estrategias de seguridad e higiene industrial

Garantizar la seguridad e higiene industrial del área de mantenimiento.

b) Financieros

Demostración de los beneficios económicos de la implementación del plan de mantenimiento.

c) De crecimiento y desarrollo

- Mayor productividad del área de mantenimiento alcanzando que la maquinaria funcione en un 90% eliminando reprocesos de actividades.
- Cumplir un mínimo de 90% del programa anual de formación del personal de acuerdo al plan de carrera.

d) Procesos

- Cumplir como mínimo 90% de los programas de mantenimiento.
- Reducir en un 90% las demoras por fallas de equipos en el primer año de implementación.
- Cumplir a un 100% con los documentos de gestión administrativa.

- Estrategias de seguridad e higiene industrial

- Establecer una política de seguridad de cero accidentes en el segundo año.

- Financieros

- Desarrollar un programa de reducción de costos en el área de mantenimiento.

3.4.4. Estrategias y políticas

De crecimiento y desarrollo

Las estrategias que permitirán cumplir con el objetivo estratégico son las siguientes:

a) Estructura organizacional del área de mantenimiento

Para lograr el objetivo se requirió contratar 3 personas exclusivas para el área de mantenimiento con los siguientes puestos de trabajo:

- Supervisor de Mantenimiento - Mecánico

Las condiciones de este personal, es contar con la experiencia y conocimientos en cadenas, rodamientos, piñones, levas, ejes, etc. Así como de los sistemas de las

máquinas tanto en las características físicas como en su composición metalúrgica, brindando soporte técnico de calidad mediante rápidas respuestas a problemas mecánicos en todos los niveles de complejidad.

- **Técnico Electromecánico**

El personal especialista en esta rama, debe contar con los conocimientos necesarios en variadores de velocidad, PLC, controladores, sensores, tarjetas electrónicas, etc. Para resolver los problemas eléctricos y mecánicos de nivel intermedio y resolver además problemas electrónicos.

- **Practicante Mecánico**

Encargado de apoyar las labores de mantenimiento básico e intermedio en sistemas mecánicos, asimismo tendrá la labor de asistir al supervisor en el control de herramientas, repuestos y el traslado de información de historiales de máquinas a la base de datos.

Practicante Electrónico

El personal en esta rama, debe contar con los conocimientos necesarios en variadores de velocidad, PLC, controladores, sensores, tarjetas electrónicas, etc.

- **Organigrama y definición de funciones**

Se realizó el siguiente organigrama para el área de mantenimiento, que permitió jerarquizar los puestos y se denota la capacidad de liderazgo del jefe de mantenimiento, el efecto estaría reflejado en el orden adecuado de funciones, donde estas no se mezclen y tampoco se vea un diseño difuso de una empresa organizada.

El ordenamiento jerárquico que se muestra y junto al Manual de Funciones (**ver anexo 1**) se delimitan las actividades y responsabilidades de cada integrante del área de mantenimiento, lo que será consecuente con el ahorro de tiempos y movimientos que llevan en consecuencia al trabajo con efectividad, a obtener

calidad y ahorro de “tiempos muertos”.

Es importante señalar que, al tener técnicos multifuncionales como un técnico electromecánico, reduce tiempos en las reparaciones de nivel medio de los diferentes tipos de especialidades ya que los técnicos tendrán la capacidad de realizarlos. Para las actividades básicas de mantenimiento los ayudantes apoyarán a los técnicos quienes realizarán funciones de nivel medio – alto por sus capacidades y sus altos costos como para utilizarlos en actividades simples.

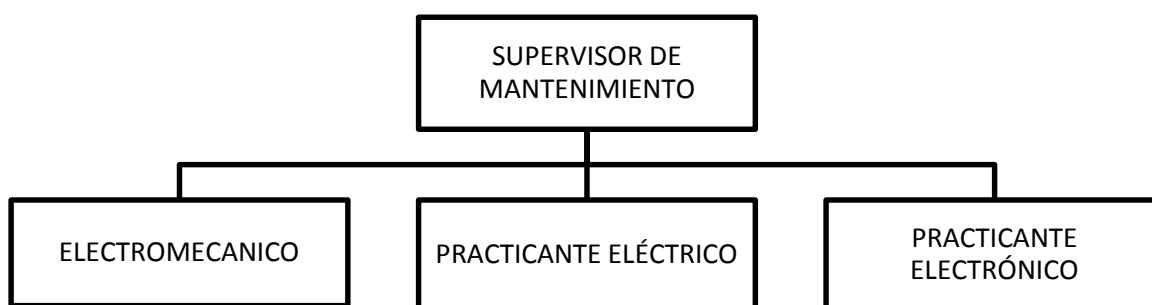


Figura 26. Organigrama del área de mantenimiento (Actual)

Fuente: Elaboración propia

b) Desarrollo de programas de formación de personal

b.1) Capacitaciones internas

El objetivo es reforzar los conocimientos del personal en herramientas de gestión, tales como: Ishikawa (espina de pescado), Pareto, FMEA y diversos tipos de mantenimiento, los cuales ayudarán en la gestión encomendada.

A continuación, se describen cada una de ellas:

- Espina de pescado

El personal de mantenimiento debe conocer esta técnica para poder medir las causas y efectos de los problemas que se presentan. Ésta técnica permite analizar problemas y ver las relaciones entre causas y efectos que existen para que el problema analizado ocurra. Se realizó lo siguiente:

- Visualizar en forma conjunta las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Conducir la modificación de procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones, muchas veces sencillas y menos costosas.
- Educar sobre la comprensión de un problema.

- **Pareto**

El conocimiento de esta herramienta de calidad es importante para el desarrollo de los programas de calidad en el área de mantenimiento; en tal sentido, el diagrama de Pareto es una forma especial de gráfico de barras verticales que separa los problemas muy importantes de los menos importantes, estableciendo un orden de prioridades. Se debe emplear para identificar y dar prioridad a los problemas más significativos de un proceso. Evaluar el comportamiento de un problema, comparando los datos entre el "antes" y el "después".

- **Análisis Modal de Fallos y Efectos (FMEA)**

El propósito de esta herramienta es analizar los modos de la falla potencial de una máquina; siendo esta una técnica de análisis preventivo que permite realizar lo siguiente:

- Identificar posibles causas en los programas de mantenimiento de las máquinas.
- Búsqueda de la acción preventiva apropiada y la mejora pertinente.

- **Tipos de mantenimiento**

El personal del área de mantenimiento debe tener los conocimientos suficientes acerca del mantenimiento preventivo y correctivo, de esta forma poder determinar qué tipo de mantenimiento se deberá tomar para cada proceso o cuando una máquina sufra algún desperfecto.

b.2) Capacitaciones brindadas por instituciones

Para este tipo de capacitación se utilizó el servicio de instituciones que brindan clases técnicas, entre los temas se considera el rebobinado de motores, variadores de velocidad, PLC, sistema hidráulico y sistema neumático.

b.3) Capacitaciones brindadas por los proveedores

Esta tercera forma de capacitación es eficaz y de cero costos ya que se aprovecha los servicios del proveedor y sus conocimientos no solo teóricos sino en el campo, en las mismas máquinas, los temas son: cilindros neumáticos e hidráulicos, rodamientos, sistemas de lubricación y sensores.

c) Motivación

Los temas comunes de desmotivación son el bajo incentivo de superación y los bajos salarios que tienen los trabajadores; ante ello se dio charlas motivadoras a través de videos relacionados con temas de motivación y superación personal que permitió cambiar la mentalidad negativa que tiene el trabajador. Por otro lado.

Procesos

a) Desarrollar y mantener un plan de mantenimiento para el área de maquinado

Para lograr los objetivos trazados por el área de mantenimiento se requirió llevar a cabo las siguientes fases de la estrategia:

1era Fase. Resolver los problemas de las máquinas más críticas que afectan el área de maquinado y mantener por encima de las metas establecidas.

Es importante utilizar el apoyo de algunos operadores de dichas áreas, de esa manera no solo se logra este objetivo, sino que se mejoran las relaciones entre operadores y técnicos.

2da Fase. Se procede a realizar el plan de mantenimiento para las máquinas del área de maquinado mediante los siguientes pasos:

- Se dio a conocer a la Gerencia General los lineamientos del plan de mantenimiento que se llevará a cabo y de esta forma conseguir el presupuesto que permita afrontar los gastos que demanda el plan.
- Nos reunimos con el personal de mantenimiento y operadores de máquina explicando los fines y objetivos del plan, y poder conseguir el apoyo necesario.
- Se realizó reuniones semanales para mejorar las relaciones con el área de maquinado y administrativo, invitándolos a participar en el desarrollo del plan explicando la nueva estrategia de mantenimiento en C & R Servicios Industriales SA.
- Una vez comunicado el plan a cada participante y teniendo la lista de secuencia de las máquinas a intervenir se procedió con la ejecución del plan, el cual comprendió en analizar los siguientes puntos críticos:
 1. Lista de correctivos que requiere la máquina como puntos principales a resolver.
 2. Recolectar toda la información posible característica de los componentes con ayuda de los proveedores.
 3. Generar, mejorar y/o actualizar los esquemas de los sistemas en máquinas ya sean esquemas eléctricos, esquemas de los sistemas hidráulicos, neumáticos, etc. De aquellas máquinas que no tengan manuales y/o esquemas.

4. Instalar a cada máquina horómetros que nos permitirán realizar un mantenimiento preventivo periódico.
5. Elaborar y/o llenar las fichas técnicas de máquinas con la información obtenida.
6. Llenar los historiales de las máquinas.
7. Obtener la información del tiempo que requiere cada actividad de mantenimiento en los sistemas de las máquinas, así como la cantidad de mano de obra y los insumos que se requieren.

Estos datos serán importantes para generar las próximas órdenes de trabajo. A continuación, se presenta un cuadro donde se aprecia la secuencia de máquinas a intervenir y los porcentajes de disponibilidad que se deben alcanzar:

Tabla 17

Secuencia de intervención por mantenimiento preventivo de máquinas

ITEM	FAMILIA DE MÁQUINAS	% DISPONIBILIDAD
01	CORTADORA	90
02	COMPRESORA	85
03	GRANALLADORA	95
04	PRENSA	95
05	FRESADORAS	90
06	TORNO	90
07	REBARBEADORA	95

Fuente: Elaboración propia

Las máquinas intervenidas para mantenimientos preventivos se realizaron en fechas programadas y fueron escogidos por la criticidad que tienen en el proceso productivo y por la condición de operatividad en la que se encontraban.

Los beneficios más relevantes que se obtuvo al implementar este tipo de mantenimiento fueron los siguientes:

- Reducción de fallas y tiempos muertos, incrementando la disponibilidad de equipos.

- Incrementar la vida de los equipos e instalaciones. Se tendrá buen cuidado con los equipos que pueden ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, se requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa de mantenimiento.
- Mejorar la utilización de los recursos en C & R Servicios Industriales. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente.

b) Rutinas de inspección y ajustes

Se estableció en el taller rutinas de inspección de equipos y componentes programados, donde se utiliza ciertos formatos que se aprecian en el **anexo 4**.

- Cambio de componentes/ reparación

Según el manual del fabricante y experiencia del Supervisor de Mantenimiento y Maquinado, se estableció los componentes esenciales necesarios de cada máquina.

- Lubricación en base a un programa de rutina

Se estableció para que el maquinista realice una inspección al inicio y final de cada turno de producción, asimismo, realice la lubricación correspondiente a inicio de cada jornada de acuerdo al programa de lubricación mostrado en el **anexo 10**.

c) Reducir las demoras mediante la Implementación de las 5 S

Debido al desorden y falta de limpieza en el área de maquinado y mantenimiento, fue necesario aplicar las 5s.



Figura 27. Imágenes donde se aprecia el orden logrado en el área de trabajo
Fuente: C & R Servicios Industriales SA

En ese sentido, para minimizar y eliminar esta situación se recomendó la implementación de las 5s. Donde se preparó una charla en la que se explica sobre las 5s

mostrando su realidad y pidiendo sugerencias para su implementación, no sin antes tener analizados los cambios para reforzar la sugerencia de los trabajadores.

Las primeras etapas empezaron con el orden, limpieza, clasificación estandarización y disciplina. Es en la última etapa en la que se hizo comprometer al personal a cumplir las etapas previas. En el proceso de implementación de las 5s se demarcó el área de máquinas y pasillos, y se introdujo el tema de clasificación de desperdicios como tachos para papeles, plásticos, otro tacho solo para la generación de virutas y uno para desperdicios inflamables.

c.1. Implementación de Seiri – Clasificación

- Propósito

El propósito del Seiri tiene como objetivo quitar del área de mantenimiento todos los elementos innecesarios para las operaciones de mantenimiento que se muestran en el trabajo de manera rutinaria. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la “acción”, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o ser eliminados. Para la empresa C & R Servicios Industriales, la implantación del Seiri permite crear un entorno de trabajo en el que disminuyen problemas de espacio, pérdida de tiempo, aumento de la seguridad y ahorro de energía.

- Justificación

Al no aplicar el Seiri se pueden presentar algunos de los siguientes problemas:

- Los ambientes del área de mantenimiento son inseguros, se presentan ligeros accidentes, se pierde tiempo valioso para encontrar algún material y se dificulta el trabajo.

- El producto en proceso o final en exceso, los cajones y armarios que se utilizan para guardar elementos innecesarios impiden la comunicación entre compañeros de trabajo.
- En caso de una señal de alarma, las vías de emergencia al estar ocupadas con productos o materiales innecesarios, impide la salida rápida del personal.
- Es necesario disponer de armarios y espacio medido en metros cuadrados para ubicar los materiales innecesarios.
- El cumplimiento de los tiempos de entrega se pueden ver afectado debido a las pérdidas de tiempo al ser necesaria mayor manipulación de los materiales y productos.

c.2. Implementación de Seiton - Orden

La práctica del Seiton pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio.

La metodología aplicada en Seiton facilita su codificación, identificación y marcación de áreas para facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones.

Desde el punto de vista de la aplicación del Seiton en un equipo, esta “s” tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado. En el área de mantenimiento de C & R Servicios Industriales, Seiton tiene como propósito facilitar los archivos y la búsqueda de documentos, mejorar el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información. A continuación, apreciamos una imagen donde se instaló un panel para guardar los elementos de corte.



Figura 28. El orden
Fuente: C & R Servicios Industriales SA

c.3. Implementación de Seiso - Limpieza

El proceso de implantación del Seiso se apoyó en el programa de capacitación para el personal de maquinado y mantenimiento, donde se les especificó a través de charlas el sistema de limpieza de cada una de las máquinas y de sus puestos de trabajo. De esta forma, eliminar los elementos innecesarios limpiando los equipos, pasillos, armarios, almacenes, etc.

A continuación, en la siguiente figura 29 se puede apreciar el puesto de trabajo de mantenimiento debidamente limpio y ordenado.



Figura 29. La limpieza en el área
Fuente: C & R Servicios Industriales SA

c.4. Implementación de Seiketsu – Estandarización

Esta cuarta “s” es referente a la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en buenas condiciones.

Para mantener las condiciones de las tres primeras “s”, es necesario que cada operario conozca cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Esta tarea se logra mediante los programas de capacitación que se desarrollaran en el plan.

También deben darse instrucciones sobre las tres “s” a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento.

c.5. Implementación de Shitsuke – Disciplina, Propósito

La función principal del Shitsuke es generar el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente

desarrollados. Un trabajador debe disciplinarse asimismo para cumplir las 5's, ya que los beneficios y ventajas son grandes.

En lo que se refiere a la implantación de las 5's, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras "s" se deteriora rápidamente.

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, Limpieza y Estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y sólo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

d) Implementación de documentos de gestión administrativa

d.1. Recopilación de Información

Para mejorar la parte administrativa del área de mantenimiento se tuvo que recopilar toda la información posible y crear los primeros formatos que permitieron realizar de un plan de mantenimiento, de acuerdo a lo siguiente:

- Información histórica

Se tuvo que ubicar los historiales de máquinas, en donde falta información de años anteriores como 2019 y parte del 2020. Se clasificó en archivadores y se ordenó por fechas y máquinas.

- Manuales

Varios manuales fueron extraviados o no contenían el juego completo que comprende el manual de operación y el de mantenimiento, es por ello que se tuvo que obtener una copia solicitando a los fabricantes y buscando en internet similitudes de las máquinas. Lo que no se puedan recuperar por este medio, se debe hacer reuniones con los operadores y técnicos más experimentados y de esa manera elaborar los manuales.

- Estado de las máquinas e importancia del proceso

Para la búsqueda de información en relación a la condición de las máquinas, se preguntó al Supervisor de Maquinado y operador.

- **Creación de formatos**

Los formatos básicos en la administración de documentos para la empresa C & R Servicios Industriales SA son los siguientes:

- **Formato de criticidad**

Este tipo de formato va a permitir clasificar el nivel de importancia que tiene la máquina dentro del taller, esto nos permitirá saber a cuál de ellas se le debe dar mayor énfasis o prioridad ante problemas de diversas máquinas en el mismo punto de tiempo, así como el de un mayor cuidado. Este formato está constituido por el ítem que mostrará la cantidad de equipos a evaluar, luego está la descripción, de cada máquina, seguido de la ponderación que tiene 6 características que comprende la seguridad, costos, dependencia logística y de mano de obra, facilidad de reparar y la flexibilidad que tienen el sistema, y a las que se le debe asignar un peso según la importancia que representa cada máquina, finalmente la puntuación obtenida y la valoración que se le va a asignar (**ver anexo 2**).

- **Historiales de la máquina**

Van a permitir mantener un registro de los hechos ocurridos en cada máquina tomando acciones ante eventos repetitivos, asimismo este tipo de formato incluye el tiempo de ejecución, repuestos utilizados, herramientas usadas.

- **Check List**

Para elaborar el formato de Check list se utilizó información del fabricante y experiencia del Supervisor de Maquinado y operadores, donde se dividió por sistemas y componentes para realizar los diferentes tipos de inspecciones y determinar posibles fallas que puede presentar cada elemento, de esa forma la

persona que realice la inspección podrá marcar con una x en el casillero he indicar el tipo de desperfecto.

El Check List será realizado por el maquinista al inicio de su turno, asegurándose de encontrar la máquina en óptimas condiciones y evitar retrasos durante la producción e informando al departamento de mantenimiento si encuentra alguna anomalía en la máquina (**ver anexo 3**).

Una vez obtenido esta información se procede a generar una lista de trabajos para las próximas intervenciones.

- **Ficha Técnica**

Está constituida por datos técnicos de la máquina, costos por mantenimiento, costo de la máquina, determinado si existen documentos disponibles de la máquina: manuales, historia, planos y los componentes que la componen con sus respectivas características (**ver anexo 4**).

- **Planeamiento de trabajo (tareas)**

Éste se refiere al mantenimiento realizado exclusivamente por el personal técnico del departamento de mantenimiento, donde la programación se hará de acuerdo a la división del mantenimiento preventivo, esta planificación del mantenimiento parte de la muestra de formatos utilizados para su realización dependiendo de las máquinas.

- **Gantt de Mantenimiento**

Este formato nos va a permitir programar todos los trabajos semanales planeados y registrar los trabajos inesperados que van apareciendo, indicando el tipo de mantenimiento, el tiempo estimado y la persona responsable en su ejecución. Esto lleva una serie de análisis y preparación previa como habilitar

herramientas, repuestos, insumos etc. para las tareas encomendadas. Por otro lado, permite llevar el control del día a día en el desarrollo de las actividades del personal. Se recomienda programar los trabajos el día viernes de cada semana y desarrollarla en una pizarra para los conocimientos de los responsables y de cualquier persona que quiera saber las actividades que está realizando el personal de mantenimiento. Después de transcurrida la semana se utiliza dicha información para analizar la cantidad de trabajos pendientes que se generan y la cantidad de trabajos planeados cumplidos con estos datos y sus variaciones en el tiempo permitirá tomar acciones correctivas si así lo amerita (**ver anexo 6**).

- **Insumos**

Se diseñó el establecimiento del control de insumos, y de esta manera a través de una ficha técnica conocer la aplicación y el uso de cada uno de estos componentes (**ver anexo 7**).

- **Inventarios**

Se determinó qué artículos son los más críticos, ya sea en frecuencia y en valor monetario siendo los más importantes aquellos que en menor cantidad representan el mayor valor de inventario. Gestionando los materiales y repuestos como necesarios para los trabajos que se ejecutan durante las paradas programadas. Comprando con la debida anticipación (*Just in time*) de modo de minimizar el costo total, resultante del costo de mantener inventario, más el costo de ordenar el mismo. Lo que no debemos perder de vista, es el grado de criticidad o de importancia de los equipos a los cuales estarían destinados estos materiales y las consecuencias que genere una falla no reparada en tiempo.

Por lo tanto, por ser esta un área indispensable para realizar un buen mantenimiento a los equipos o máquinas de la empresa, debería estar conformado como sigue (**ver anexo 9**).

- **Control de herramientas**

Se creó un formato que permite llevar un control interno de las herramientas que se prestan y así poder controlar la salida de herramientas del recinto. Por otro lado, se permitirá mantener un control total sobre las herramientas otorgadas a los trabajadores. Con este control se podrá conocer con precisión donde están o quien tiene cada una de sus herramientas (**ver anexo 8**).

d.2. Almacén

El apoyo logístico por parte de almacén de repuestos e insumos para el área de mantenimiento es indispensable para llevar un buen programa de mantenimiento preventivo; con la ausencia de ello, el programa de mantenimiento carecería de valor.

Debido a ello, se contrató a un personal para almacén. Clasificando el almacén por repuestos nuevos, de segundo uso. Para lo cual se estableció políticas de almacenamiento, cuanto pedir y cuando hacer el requerimiento de los repuestos previamente listados. Asimismo, se debe tener las siguientes consideraciones:

- **Clasificación de repuestos:**

- **Alta rotación**

El lugar de almacenamiento de repuestos debe estar cerca del lugar donde se realizan las operaciones del mantenimiento con la finalidad de hacer más eficiente y rápido el trabajo del personal técnico.

- **Críticos**

Los repuestos de poco movimiento deberán ubicarse en la parte posterior del almacén y los repuestos de mayor movimiento deberán ser ubicados cerca del lugar de despacho. Además, el almacenaje de los repuestos deberá ser de tal forma que mantenga los repuestos en óptimas condiciones.

- **Codificación**

La organización física de los repuestos debe ser de acuerdo a su categorización por el tipo de repuesto con excepción a los repuestos utilizados para las envasadoras de filtrantes, ya que estas máquinas contienen repuestos especiales y de mucha variedad, que si se categorizan por su tipo se necesitaría un mayor espacio de almacenaje (**ver anexo 11**).

- **Descripción**

Todo repuesto deberá estar asignado a una orden de trabajo de mantenimiento para controlar las salidas y los gastos de mantenimiento y generar el historial por máquina y las frecuencias del consumo de cada repuesto para poder en el futuro programar las compras de los repuestos por frecuencia de uso y minimizar la valorización del almacén en repuestos.

- **Cantidades**

Una vez que se haya implementado las 5's y la logística de mantenimiento esté organizada, se podrá realizar con más facilidad una planificación del mantenimiento preventivo ya que todos los recursos estarán disponibles en el momento y lugar oportuno.

3.4.5 Estrategias de seguridad e higiene industrial

Como parte del plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado, fue necesario evaluar la seguridad e higiene industrial en todo el taller, para evitar accidentes y tiempos que puedan retrasar la producción. Se asignó nuevo EPPs y se realizaron

inspecciones continuas, generando amonestaciones si no cumplían con las normas de seguridad tanto del trabajador como de los equipos.



Figura 30. Seguridad en el área de maquinado
Fuente: C & R Servicios Industriales SA

3.4.6 Medición y evaluación de resultados

En el área de Mantenimiento de la empresa C & R Servicios Industriales es necesaria y justificada la importancia de mantener la disponibilidad máxima de los equipos y medirla para poder realizar una mejor gestión en las operaciones. En tal sentido, se evaluaron mensualmente los siguientes indicadores de gestión:

- Tiempo medio entre fallas (MTBF):

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de operación del servicio}}{\# \text{ de fallas}}$$

Tiempo medio entre reparaciones (MTTR):

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo de reparación total}}{\# \text{ de fallas}}$$

De las dos variables mencionadas obtenemos la disponibilidad empleando la siguiente fórmula:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

- **Consideraciones:**

- La información relevante a los tiempos y números de fallas para obtener los indicadores mencionados son obtenidos del sistema de gestión de la empresa y corroborada por la información consignada en la orden de trabajo respectiva.
- Las ordenes de trabajo fueron modificados, donde se incluyó campos como hora de inicio de tarea (parada de máquina), hora de fin de tarea (fin del servicio), horómetro del equipo, etc.

3. Indicadores de disponibilidad

a) Nivel de Mantenimiento Preventivo

Este indicador permite identificar oportunidades para correcciones y para mejoras.

Además, nos permite:

- Mayor capacidad de anticipación de los eventos referidos al mantenimiento.
- Una oportunidad de gestionar adecuadamente y con mayor grado de exactitud los recursos de materiales, repuestos, mano de obra, etc.
- Medir la reducción en el número de fallas no programadas de los equipos al tener mayor cantidad de labores dentro de la programación.
- Este indicador lo obtendremos con la siguiente fórmula:

$$\text{NMP} = \frac{\text{\# de trabajos de mantenimiento Preventivo}}{\text{\# Total de trabajos realizados de mantenimiento}}$$

b) Nivel de Cumplimiento del Programa de Mantenimiento

Con el objetivo de contar con un elemento de evaluación de la coordinación entre las diferentes áreas involucradas en la ejecución de las tareas de mantenimiento se relacionan los valores obtenidos del programa de mantenimiento y las tareas

realizadas. Este indicador, además, nos señala hasta qué punto se está haciendo una programación adecuada que se ajuste a las necesidades y requerimientos de las diferentes áreas.

- La fórmula empleada para la obtención del indicador será la siguiente:

$$\text{NCP} = \frac{\# \text{ Labores ejecutadas del programa}}{\# \text{ Labores totales programadas}}$$

c) Operatividad

Este indicador nos permite medir las fallas ocurridas en operación. El indicador de operatividad lo obtendremos de la siguiente manera:

$$\text{OPERATIVIDAD} = \frac{\# \text{ de fallas en operación}}{\# \text{ De Órdenes atendidas}}$$

En la Figura 31 se puede apreciar el control manual de indicadores que se viene realizando en la empresa y se mantiene como un sistema de alertas para poder determinar el cumplimiento de los objetivos de cada indicador en el plan de mantenimiento.

Empresa C & R Servicios Industriales SAC										
INDICADORES DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Mensual)										
INSTALACIÓN/MÁQUINA	NIVEL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			NIVEL DE CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO			NIVEL DE OPERATIVIDAD			
	# de trabajos de mantenimiento Preventivo	# Total de trabajos realizados de mantenimiento	Periodicidad Informe	Enumerar Parámetros (= # Labores ejecutadas del programa)	Periodicidad Revisión (# Labores totales programadas)	Periodicidad Informe	Enumerar Pruebas (= # de fallas en operación)	Periodicidad Pruebas (# De Órdenes atendidas)	Operatividad	
Torno N°1	8	7	1.14	5	7	0.71	6	6	VERDADERO	
Torno N°2	5	4	1.25	4	5	0.80	8	8	VERDADERO	
Torno N°3	4	4	1.00	4	5	0.80	6	6	VERDADERO	
Torno N°4	5	5	1.00	5	5	1.00	5	5	VERDADERO	
Torno N°5	5	4	1.25	5	5	1.00	4	4	VERDADERO	
Fresadora N°1	5	4	1.25	4	4	1.00	4	4	VERDADERO	
Fresadora N°2	5	4	1.25	4	5	0.80	4	4	VERDADERO	
Fresadora N°3	4	4	1.00	4	5	0.80	4	4	VERDADERO	
Fresadora N°4	4	4	1.00	4	5	0.80	4	4	VERDADERO	
Transfer	4	4	1.00	3	5	0.60	4	4	VERDADERO	
Rebarbeadora	3	3	1.00	4	5	0.80	4	4	VERDADERO	
Cortadora	4	3	1.33	5	5	1.00	4	4	VERDADERO	
Prensa	3	3	1.00	6	5	1.20	4	4	VERDADERO	
Granalladora	3	3	1.00	7	5	1.40	6	6	VERDADERO	
Excentrica	3	3	1.00	6	5	1.20	5	5	VERDADERO	
Sierra	2	2	1.00	5	5	1.00	5	5	VERDADERO	

Figura 311. Control de los Indicadores empleados en el taller
Fuente: Empresa C & R Servicios Industriales SA

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Se implementó un plan de gestión de mantenimiento preventivo estableciendo lo siguiente: a) indicadores de gestión de mantenimiento b) la creación de un área de mantenimiento, c) la estrategia de las 5s y d) un plan de capacitaciones al personal. Logrando reducir las horas de paradas de máquina por falla correctiva en un 82% impactando de manera positiva en la producción de la Empresa C & R Servicios Industriales SAC. El rango de fecha de evaluación de la situación anterior a la experiencia ha sido de agosto a diciembre del año 2020 y el periodo de ejecución del plan ha sido en este primer semestre de enero a junio del 2021.

Tabla 18

Resultados comparativos de las paradas de máquina (Horas) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento

HORAS DE PARADAS PROMEDIO POR FAMILIA DE MAQUINAS	Paradas sin plan de mantenimiento	Paradas con plan de mantenimiento	Mejora en %
Paradas Maquina Cortadora	82.61	13.67	83%
Paradas Maquina Prensa	103.39	22.00	79%
Paradas Maquina Granalladora	70.84	12.67	82%
Paradas Maquina Fresadoras	106.39	18.00	83%
TOTAL	363.23	66.33	82%

Nota: Elaborado por el Grupo de investigación (2021). C & R Servicios Industriales SAC



Figura 32. Paradas de máquina (Horas) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento

Se identificó la criticidad de las máquinas que afectan la producción en la empresa C & R Servicios Industriales SAC. Y se priorizaron en los planes de mantenimiento a los equipos más importantes en la línea de producción. Incrementando la disponibilidad de los equipos en un 22%. Manteniéndose dentro de las metas establecidas (90%).

Tabla 19

Resultados comparativos de Criticidad (%) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento

DISPONIBILIDAD POR FAMILIA DE MAQUINAS	Disponibilidad sin plan de mantenimiento	Disponibilidad con plan de mantenimiento	Mejora en %
Disponibilidad Maquina Cortadora	69.05	90.17	23%
Disponibilidad Maquina Prensa	65.04	93.50	30%
Disponibilidad Maquina Granalladora	74.55	91.17	18%
Disponibilidad Maquina Fresadoras	76.90	90.83	15%
TOTAL	285.54	365.67	22%

Nota: Elaborado por el Grupo de investigación (2021). C & R Servicios Industriales SAC

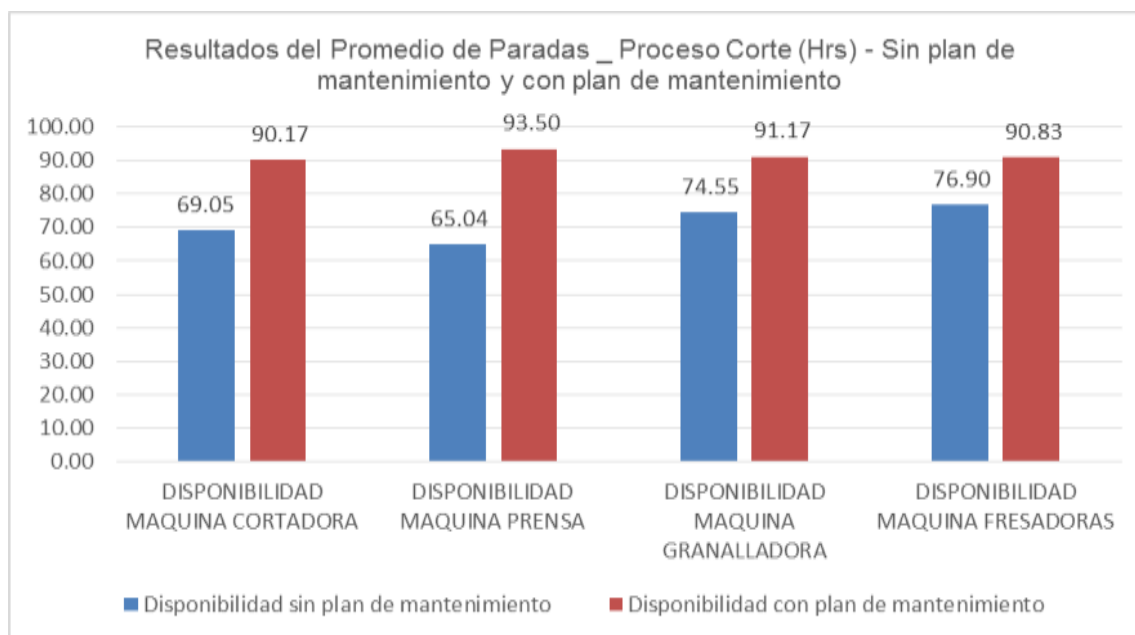


Figura 33. Resultados comparativos de Criticidad (%) sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento

Se implementaron los indicadores de gestión mantenimiento en el área de maquinado permitiendo medir la gestión del mantenimiento en la empresa C & R Servicios Industriales SAC.

Por otro lado, se presentan también el indicador de productividad, el cual se incrementó en un 18% si comparamos con la gestión antes de la implementación del plan de gestión de mantenimiento. Debido a que contamos con una eficiencia actual de 95% y una eficacia de 80%, lo que genera un productividad actual de 88%. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20

Resultados comparativos del indicador de productividad

Indicador	Julio – Diciembre 2020	Enero / Junio 2021	Variables
Eficiencia	90	96	Tiempo real/tiempo disponible
Eficacia	73	92	Unidades producidas/unidades planificadas
TOTAL	66	88	Productividad

Nota: Elaborado por el Grupo de investigación (2021). C & R Servicios Industriales SAC



Figura 34. Resultado comparativo del indicador de productividad sin plan de mantenimiento y con plan de mantenimiento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Mediante lo expuesto en el presente trabajo de suficiencia profesional, se demuestra que con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el área de maquinado en la empresa C & R Servicios industriales SAC, se llegó a mejorar la producción, reduciendo las paradas recurrentes e inesperadas en el área de maquinado.
2. Para poder disminuir los problemas que se presentan en el área de maquinado de la empresa C & R Servicios Industriales SAC, se ha tomado como propuesta los lineamientos de un modelo de gerencia estratégica de mantenimiento, donde se ha establecido la misión, visión y objetivos que se quieren alcanzar.
3. La única manera de tomar decisiones correctas dentro de una empresa es a través de información exacta y oportuna de los diversos acontecimientos en el desarrollo de las operaciones. Esto se logra mediante el establecimiento de indicadores que permitan medir y controlar dichas operaciones.
4. Se concluye a través de la formulación de estrategias que el personal involucrado en el área de mantenimiento de C & R Servicios Industriales SAC, debe aplicar herramientas de gestión de calidad, para poder establecer métricas que permitan medir la efectividad de la gestión del área.
5. El análisis de criticidad de las maquinas es sumamente importante para determinar en cuales deberías hacer un mayor seguimiento y realizar un mejor mantenimiento preventivo para evitar grandes impactos en la producción.
6. Con la implementación del plan de gestión de mantenimiento, queda demostrada la eficiencia de las máquinas, lo que repercute positivamente en la producción,

disminuyendo costos innecesarios y cumpliendo con los pedidos en los tiempos establecidos.

7. Cómo lección aprendida se han podido establecer que al tener definido los procesos roles y responsabilidades en el área de mantenimiento nos ha permitido reducir las paradas de máquinas y tener una mejor gestión en dicha área.
8. Se aplicó lo aprendido en la universidad al desarrollar soluciones frente a problemas de procesos claros, con roles y responsabilidades bien definidos para poder superar los cuellos de botella.
9. Las habilidades blandas desarrolladas en la universidad nos permitieron liderar el proceso de cambio en la organización a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.
10. La metodología de un plan de gestión de mantenimiento estratégico, es una herramienta que se articula de manera adecuada hacia una eficiente gestión para cumplir con los pronósticos de productividad.
14. Según la formación recibida en la universidad aplicamos las herramientas de calidad y estadística que nos permita mejorar todo el proceso de mantenimiento dentro de la organización.

5.2 Recomendaciones

1. Se recomienda aplicar la mejora continua al plan de mantenimiento preventivo para optimizar el nivel de productividad de la empresa y evitar paradas inesperadas.
2. Se recomienda continuar con el modelo de gerencia estratégica en mantenimiento, el cual permite cumplir con los objetivos generales de la empresa.
3. Se debe establecer un mayor control y seguimiento de los indicadores, de la mano con el desarrollo de planes correctivos cuando existan desviaciones en el logro de

los indicadores que se plantean. También es necesario contar con un estricto seguimiento y ejecución del plan de mantenimiento preventivo.

4. Se sugiere la realización de un análisis de riesgo en el área de maquinado, analizando la vida útil y el comportamiento de cada una de las maquinarias, que nos permita predecir posibles fallas futuras.
5. Se recomienda desarrollar una cultura de mejora continua en el área de producción y mantenimiento que permita obtener un mayor compromiso de los trabajadores en el mejoramiento del funcionamiento de los equipos.
6. Se recomienda aplicar los diversos pilares del TPM que permitan mejorar la gestión de mantenimiento y obtener mejores resultados en la producción.
7. Se recomienda capacitar constantemente al personal del área de mantenimiento, tanto en temas técnicos como en temas de gestión.
8. Se recomienda establecer indicadores de desempeño para el personal de mantenimiento.

REFERENCIAS

- Alarcón, J. (2019). *Reingeniería de Procesos Empresariales*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Barbier, J. (2019). *La Evaluación en los procesos de formación*. Temas de Educación.
- Beaufre, A. (s.f.). *Introducción a la Estrategia General*.
- Becerra, A., & Garcia, E. (2008). *Planeamiento estratégico para micro y pequeñas empresas* (1era ed.). Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacifico.
- Castro Miniguano, C., & Carlos, M. (2019). *Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Imprenta "Morales" de la ciudad de Ambato*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Collier, D., & James, R. (2009). *Administración de Operaciones* (2a ed.). México, D. F.: Cengage Learning.
- D'Alessio, F. (2007). *El proceso Estratégico. Un enfoque de Gerencia*. Lima: PUCP.
- David, F. (2005). *Strategic management. Concepts and cases* (10ma ed.). Upple Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon, J. (2007). *Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control*. México: Editorial Limusa S.A.
- Ejgenberg, B., & Sánchez, P. (2018). *Planificación de un nuevo modelo de mantenimiento preventivo para los equipos médicos del Hospital de Los Valles, aplicable al año 2019*. Quito: USFQ.
- Escalona, I. (2007). *Diagnóstico para la administración del mantenimiento en una empresa marmolera*. Argentina: El Cid Editor - Ciencias Económicas y Administrativas.

- Fernández , A. (2017). *Diseño de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para el Beneficio de Café del Río Tarrazú, propiedad de Cafetalera Tierras Ticas SA*. Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.
- García, S. (2008). *Organización y Gestión integral de Mantenimiento*. España: Díaz de Santos S.A.
- González, P. (1 de Diciembre de 2006). *Programa de mejoramiento continuo en mamografía*. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082007000100008
- González , F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemental.
- González , F. (2019). *Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión: “Lorenzo y el limpiacristales” (las cinco amenazas del mantenimiento)*. Fundación Confemental: Madrid.
- Harrington, H. (1997). *Administración total del mejoramiento continuo. La nueva generación*. Colombia: McGraw Hill Interamericana, S.A.
- Harrington, H. (2019). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. México: Mc. Graw Hill.
- Hartmann, E. (2018). *Como Instalar con Éxito el TPM en su Empresa. A través del Original Proceso TPM*. . Lima.
- Heizer, J., & Render, B. (2019). *Principios de administración de operaciones* (5ta ed.). Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Hill, C., & Jones, G. (2005). *Administración estratégica - Un enfoque integrado* (6ta ed.). Colombia: McGraw Hill interamericana S.A.
- Hill, C., & Jones, L. (1996). *Administración Estratégica*. Bogota: McGraw Hill.

- Hitt, M. (2019). *Administración Estratégica: competitividad y conceptos de globalización*.
- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2006). *Dirección Estratégica* (7ma ed.).
Madrid: Pearson educación S.A.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2019). *Mapas Estratégicos*. Barcelona: Ediciones Gestión.
- Mago, M., & Rocha, J. (2019). *Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa granitos y mármoles acabados SAS*. Tesis, Bogotá. Recuperado el 1 de Junio de 2021, de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/18643?show=full>
- Mantilla, O., & Sánchez, J. (5 de Junio de 2012). *Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. Recuperado el 4 de Mayo de 2016, de http://ac.els-cdn.com/S0123592312702140/1-s2.0-S0123592312702140-main.pdf?_tid=5371ed00-17d5-11e6-86a2-00000aacb35f&acdnat=1463011747_618702d6af9a329c02e61b361b84cd05
- Manual Oficial De La Norma Internacional Publicado en Suiza*. . (2007).
- Milla, J. (2020). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de máquinas de la Municipalidad Provincial de Huaraz, 2019*. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial, UCV, Lima. Recuperado el 1 de Junio de 2021, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51775>
- Mohammad, A. (21 de Junio de 2017). *Analysis of maintenance cost for an asset using the genetic algorithm*. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13198-016-0448-9>
- Navarro, E. (2009). *Gestión y reingeniería de procesos*. Argentina: El Cid Editor.
- Navarro, L., Pastor, A., & Mugaburu, J. (2009). *Gestión integral de mantenimiento*. España: Marcombo.
- Pascual, R. (2008). *El Arte de Mantener*. Santiago: U de Chile.

- Peralta, G. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la empresa metalmecánica AR&ML Constructores E.I.R.L., San Juan de Lurigancho, 2019*. Callao: UNC. Recuperado el 1 de Junio de 2021, de <http://repositorio.unac.edu.pe/>
- Pérez, J. (2009). *Gestión por procesos* (3era ed.). Madrid: ESIC.
- Pexa, M., Hladík, T., Zdeněk, A., Legát, V., Havlů, V., Miroslav, M., & Valášek, P. (29 de Octubre de 2014). *Reliability and risk treatment centered maintenance*.
- Porter, M. (1996). *¿Qué es la estrategia?* NY: Harvard Business Review.
- Prando, R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A.
- Puvanasvaran, A.P, A., & Jamibollah, N. (2016). Integration of poka yoke into process failure mode and effect analysis: a case study . *American Journal of Applied Sciences*, 56-86.
- Puvanasvaran,, A., Jamibollah, N., & Norazlin , N. (2014). integration of poka yoke into process failure . *American Journal of Applied Sciences*, 1332-1342.
- Render, B. (2019). *Principios de Administración de Operaciones* (5ta ed.). México: Pearson educación, Prentice Hall Inc.
- Ricgs, J. (2018). *Sistemas de producción, planeación, análisis y control* (3era ed.). México: Editorial Limusa.
- Rojas, J. (2019). *Diseño e Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo del sistema de filtrado de la EmpresaTalsa (Fundo UPAO) para incrementar su productividad y reducir costos de operación*. Lima: UCV. Recuperado el 2 de Junio de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30301/rojas_fj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Suarez, C. (2009). *Generalidades de un planeamiento estratégico*. Argentina: El Cid Editor.
- Thompson, A., & Strickland, A. (2018). *Strategic mangement. Conceptos and cases*. Nueva York: McGraw-Hill .
- Tinoco Gómez, O., & Moscoso Huaira, F. (21 de Febrero de 2016). *Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/816/81650062005.pdf>
- Villena, A. (2017). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora* . Lima: UPC.
- Wheellen, T., & Hunger, D. (2007). *Administración estratégica y política de negocios* (10ma ed.). México: Pearson educación.

ANEXOS

Anexo N° 1 Manual de funciones

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

Funciones

El supervisor de mantenimiento tiene a su cargo el manejo del equipo técnico del taller, quien supervisa y elabora diversas actividades solicitadas en la empresa. Tiene total autoridad en el manejo del personal a su cargo. Cabe precisar, que tiene autoridad para autorizar compras menores dentro de la necesidad solicitada por los técnicos. Tiene libertad para negociar directamente con proveedores con respecto al costo de los servicios y o repuesto que se solicite.

Actividades Principales

Formular el plan de acción para el mantenimiento de todos los activos de la empresa

Interactuar y establecer buena relación con las demás áreas mediante diversos medios de comunicación.

Determinar las actividades de mantenimiento del personal técnico.

Supervisar y monitorear los trabajos de los técnicos.

Investigar y analizar los problemas comunes.

Responsable de registrar los tiempos de reparación, tiempos de falla y los retrasos originados.

Evaluar el logro de los objetivos y el desempeño del personal a cargo.

Implementar y ejecutar proyectos de mejora sobre el desempeño del personal, capacitaciones internas.

Actualizar y consolidar la información de gastos del área.

Optimizar y gestionar los tiempos de solicitudes de repuestos así como los tiempos de recojo y uso en las máquinas.

Responsable de administrar los repuestos de los armarios.

Jefe Inmediato: GERENTE DE OPERACIONES

Supervisa: técnico electromecánico, practicante eléctrico y electrónico.

Delegaciones: En caso de vacaciones, enfermedad, viaje o cualquier otro tipo de ausencia temporal, será reemplazado por el supervisor de mantenimiento

TÉCNICO ELECTROMECAÁNICO

Funciones

Especialista responsable de los mantenimientos correctivos y preventivos de los equipos y maquinarias del taller, quien se encarga de evaluar y mantener disponible todos los sistemas neumáticos, hidráulicos y electromecánicos.

Tiene como prioridad cumplir los trabajos asignados en el tiempo establecido, cumpliendo los requerimientos de las diversas áreas de la empresa.

Actividades Principales:

Área de maquinado

- Mantenimiento, reparación y evaluación de las máquinas cortadoras, compresoras, tornos, fresadoras, granalladora, prensas y transfer.

Área de soldadura

- Reparación y mantenimiento de los esmeriles de banco, cortadora de disco, taladros de columna, talado neumático las cuales está compuesta por partes electromecánicas.

Encargado de todo el sistema eléctrico de iluminación del taller.

Otras actividades

- Enseñar y brindar apoyo a los practicantes técnicos mecánico y electrónico.
- Realizará cualquier otra actividad que sea solicitada por el jefe inmediato.

Jefe Inmediato: Supervisor de Mantenimiento

Supervisa a: Los practicantes técnico mecánico y electrónico.

Delegaciones: En caso de vacaciones, enfermedad, viaje o cualquier otro tipo de ausencia temporal, será reemplazado por el supervisor de mantenimiento.

TÉCNICO ELECTRÓNICO Y ELÉCTRICO

Funciones y Autoridad

Encargado de apoyar en las actividades del mantenimiento correctivo y preventivo de equipos y maquinarias en los sistemas neumáticos, hidráulicos que compete componentes eléctricos y electrónicos así como los sistemas de electrónica del taller.

Tiene la responsabilidad de cumplir el trabajo asignado en el tiempo establecido, bajo los requerimiento de las diversas áreas de la empresa siempre con calidad y optimizando el uso de los materiales.

Actividades Principales:

Área de maquinado

- Mantenimiento y reparación de máquina cortadora, compresora, secador, granalladora, prensas, transfer.

Área de soldadura

- Mantenimiento y reparación de esmeril de banco, cortadora de disco, taladro de columna, talado neumático las cuales este compuesta por partes eléctricas (motores eléctricos, pulsadores, conmutadores, etc.)

Otras actividades

- Brindar apoyo al técnico electromecánico y practicante electrónico.

- Realizará cualquier otra actividad que sea solicitada por el jefe inmediato.

Jefe Inmediato: Técnico electromecánico

Supervisa a: Los trabajadores de apoyo que se designe en actividades específicas.

Delegaciones: En caso de vacaciones, enfermedad, viaje o cualquier otro tipo de ausencia temporal, será reemplazado por otro técnico.

Anexo N° 2 Formato de criticidad de las máquinas

Item	Descripción	Ponderación						Puntaje	Valoración
		1	2	3	4	5	6		

- | | |
|--|--|
| 1 Seguridad (el daño afecta al operador o medio ambiente) | 4 Dependencia de la mano de obra(repara el personal o por terceros) |
| 2 Costos(la maquina es costosa) | 5 Facilidad de reparar |
| 3 Dependencia logística(mucho tiempo en reparar y o comprar) | 6 Flexibilidad en el sistema (es único, continua o para la producción) |

- | | |
|-----------------------|----------|
| trivial | 1 |
| regular | 2 |
| bueno | 3 |
| importante | 4 |
| imprescindible | 6 |

Anexo N° 4 Hoja de intervención de máquina

C & R Servicios Industriales SAC
 MANTENIMIENTO

Fecha:

HOJA DE INTERVENCIÓN

Maquina / Equipo _____

Motivo:

Elect:	<input type="text"/>	Mec:	<input type="text"/>	Neu:	<input type="text"/>	Hidra:	<input type="text"/>
---------------	----------------------	-------------	----------------------	-------------	----------------------	---------------	----------------------

Trabajo Ejecutado Por: _____ T.u. _____

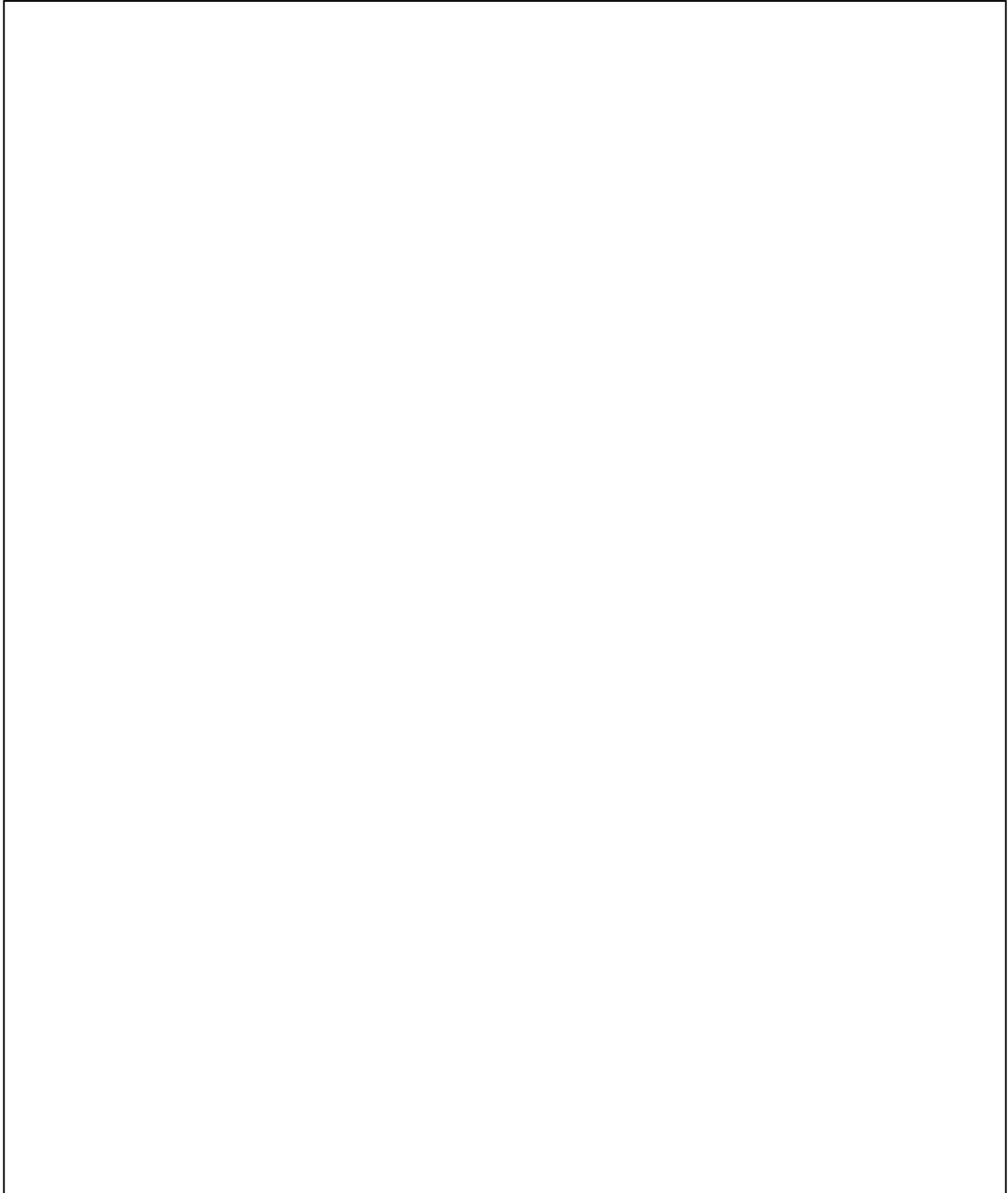
Insumos / Repuestos:

Item	Nombre	Descripción	Cant	Parte de la Maq.	Proveedor	Valor

Problemas	Solución

Observaciones:

Croquis:



Herramientas Utilizadas:

Item	Descripción	Item	Descripción
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Anexo N° 5 Ficha técnica

FICHA TECNICA DE EQUIPOS

DATOS TECNICOS

Código	<input type="text"/>	Capacidad/velocidad	<input type="text"/>
Nombre del equipo	<input type="text"/>	Parte del proceso/Línea	<input type="text"/>
Función que realiza	<input type="text"/>	Marca	<input type="text"/>
Ubicación	<input type="text"/>	Modelo	<input type="text"/>
Potencia	<input type="text"/>	N° de serie	<input type="text"/>
Voltaje	<input type="text"/>	Proveedor	<input type="text"/>
Amperaje	<input type="text"/>	Teléfono	<input type="text"/>
Tipo	<input type="text"/>		

Observación: _____

FECHAS

Fecha de Fabricación	<input type="text"/>	Fecha de instalación	<input type="text"/>
Fecha de límite de garantía	<input type="text"/>	Fecha última de actualización	<input type="text"/>

COSTOS

C. original(U\$)	<input type="text"/>	Costo de reposición(U\$)	<input type="text"/>
C. actual(U\$)	<input type="text"/>		

Costo de mantenimiento:

Año:	Costo	en % del Costo de Reposición
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>

DATOS DE CONDICION

Efectividad actual	<input type="text"/>	%	Importancia crítica	<input type="text"/>
Estado del equipo	<input type="text"/>		Responsable directo	<input type="text"/>

DOCUMENTOS DISPONIBLES

	Si/No	Ubicación	Idioma
Historia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Planos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Manuales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

COMPONENTES:

Nombre	Proveedor Nacional	Proveedor Extranjero	Características	\$Costo

Anexo N° 8 Registro de control de herramientas

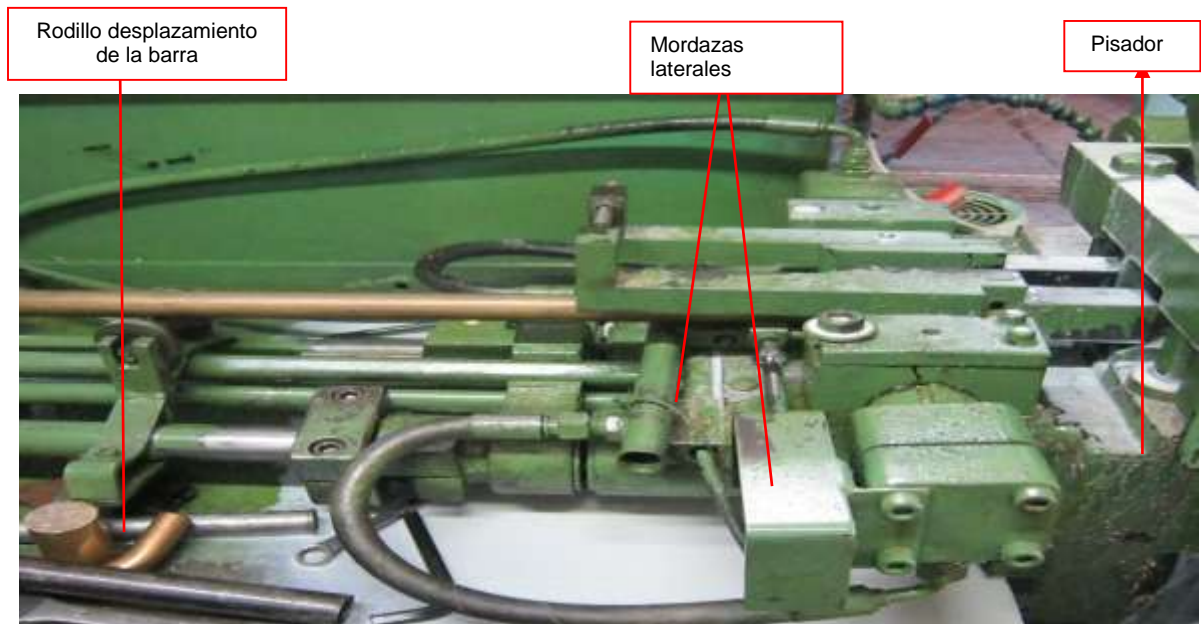
C & R Servicios Industriales SAC	REGISTRO CONTROL DE HERRAMIENTAS								AREA: PLANTA		
Trabajador	Responsable:			IMPORTANTE: Anotar la descripción exacta de la herramienta retirada							
	NOM:										
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											
NOM:											
FECHA:											

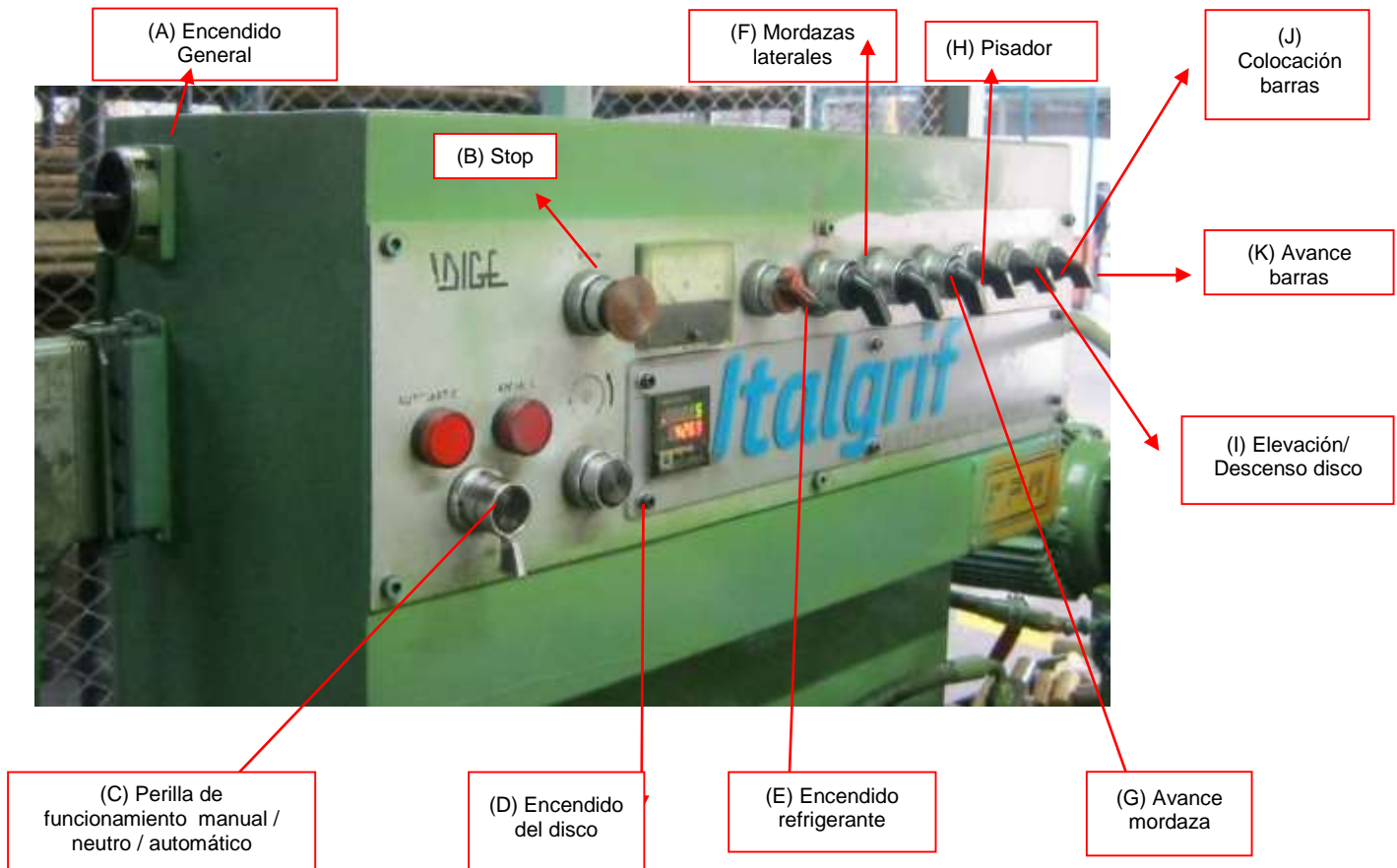
Anexo N° 9 Manual de operación de equipos

CÓDIGO: T - 01

NOMBRE: EQUIPO DE CORTE

- a. Activar las llaves generales en la caja de fusibles.
- b. Girar la perilla de encendido general (A), ubicada en la parte lateral izquierda del tablero de control para encender el equipo.
- c. Girar la perilla (C), ubicada al lado inferior izquierdo para graduar el equipo manualmente.
- d. Pulsar el botón (D) para accionar el disco y girar la perilla (E) para activar el refrigerante.
Nota: 01 galón de refrigerante se disuelve en un cilindro de 50 Lt aprox.
- e. Proceder a regular las mordazas laterales, el pisador, el movimiento vertical del disco y el desplazamiento de la barra sobre la canaleta, con las perillas (F), (H), (I) y (K).
- f. Activar la perilla (J), para poner una barra nueva sobre la canaleta,
- g. Para apagar el equipo, primero detener el giro del disco presionando el botón stop (B), girar la perilla (C) hacia abajo (neutro) y girar la perilla lateral izquierda del tablero (A)

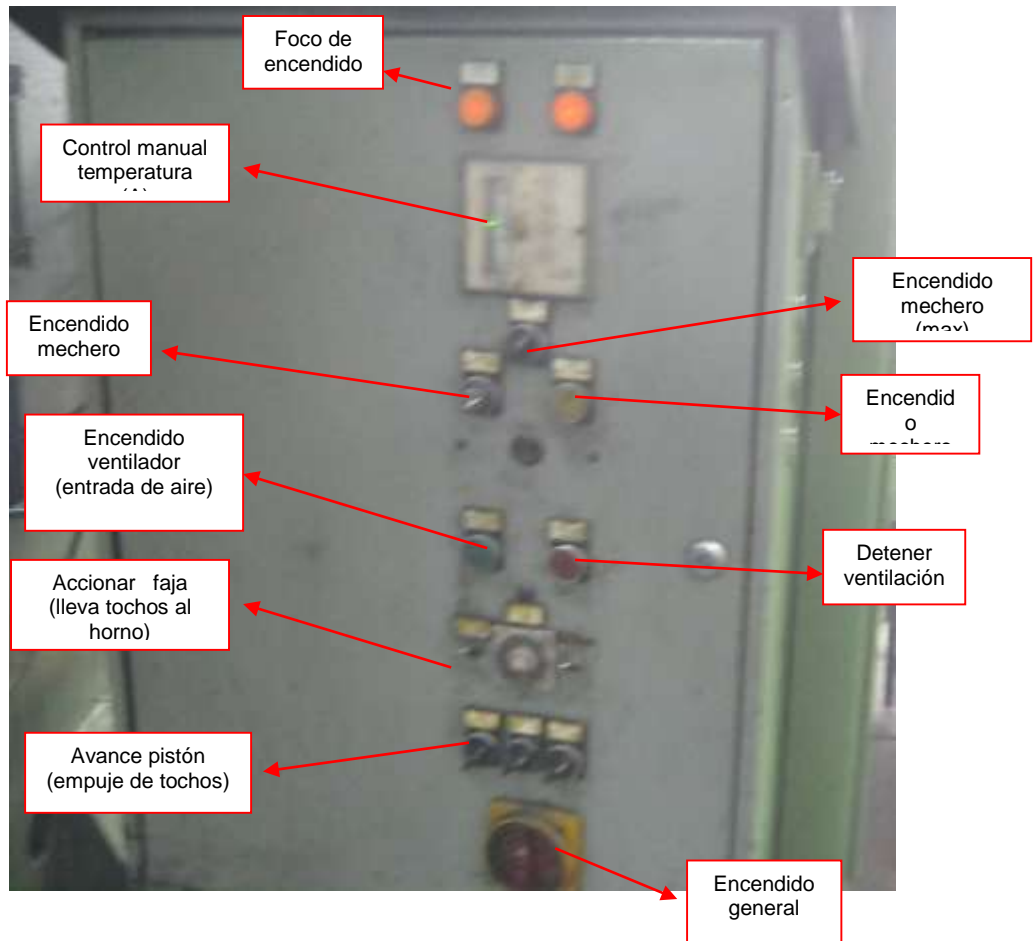




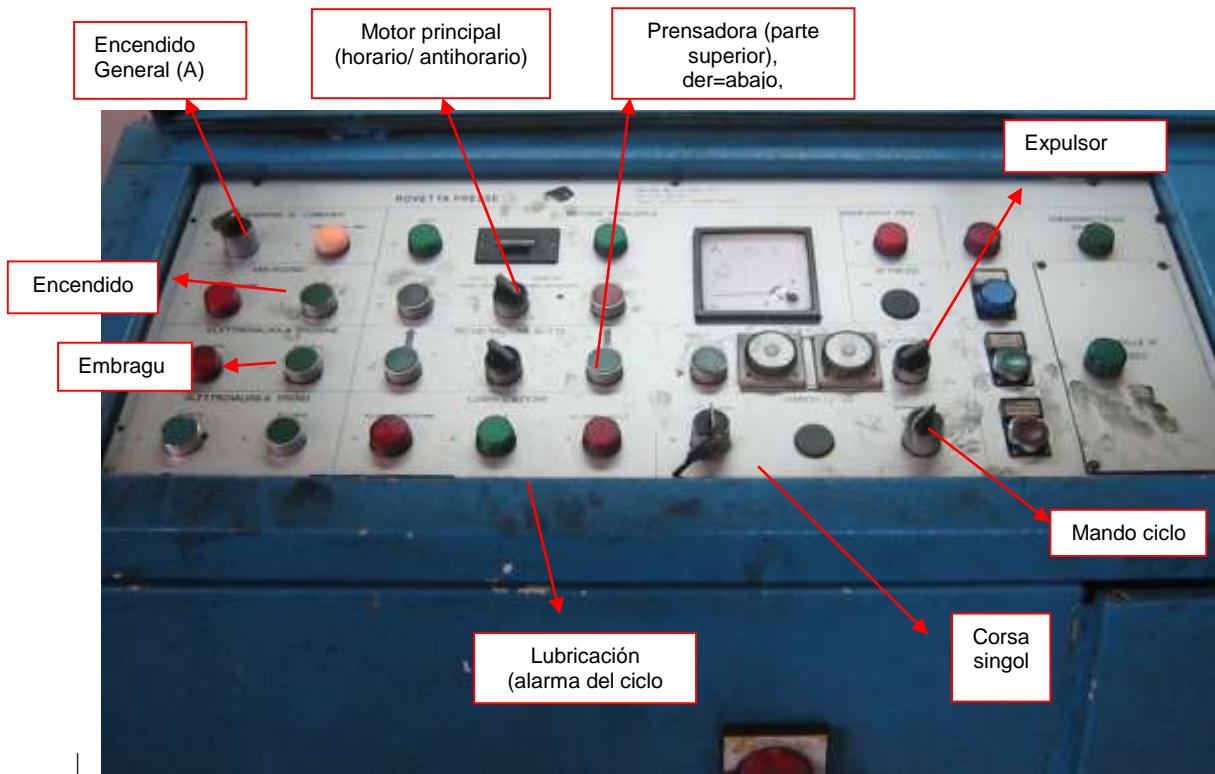
CÓDIGO: T - 02
NOMBRE: PRENSA

- a. Presionar el botón ON para encender la Balanza, en caso de querer tarar usar el mismo botón.
- b. Para cambiar las unidades, usar el botón MODE.
- c. Para apagar usar OFF

Horno de la prensa chica



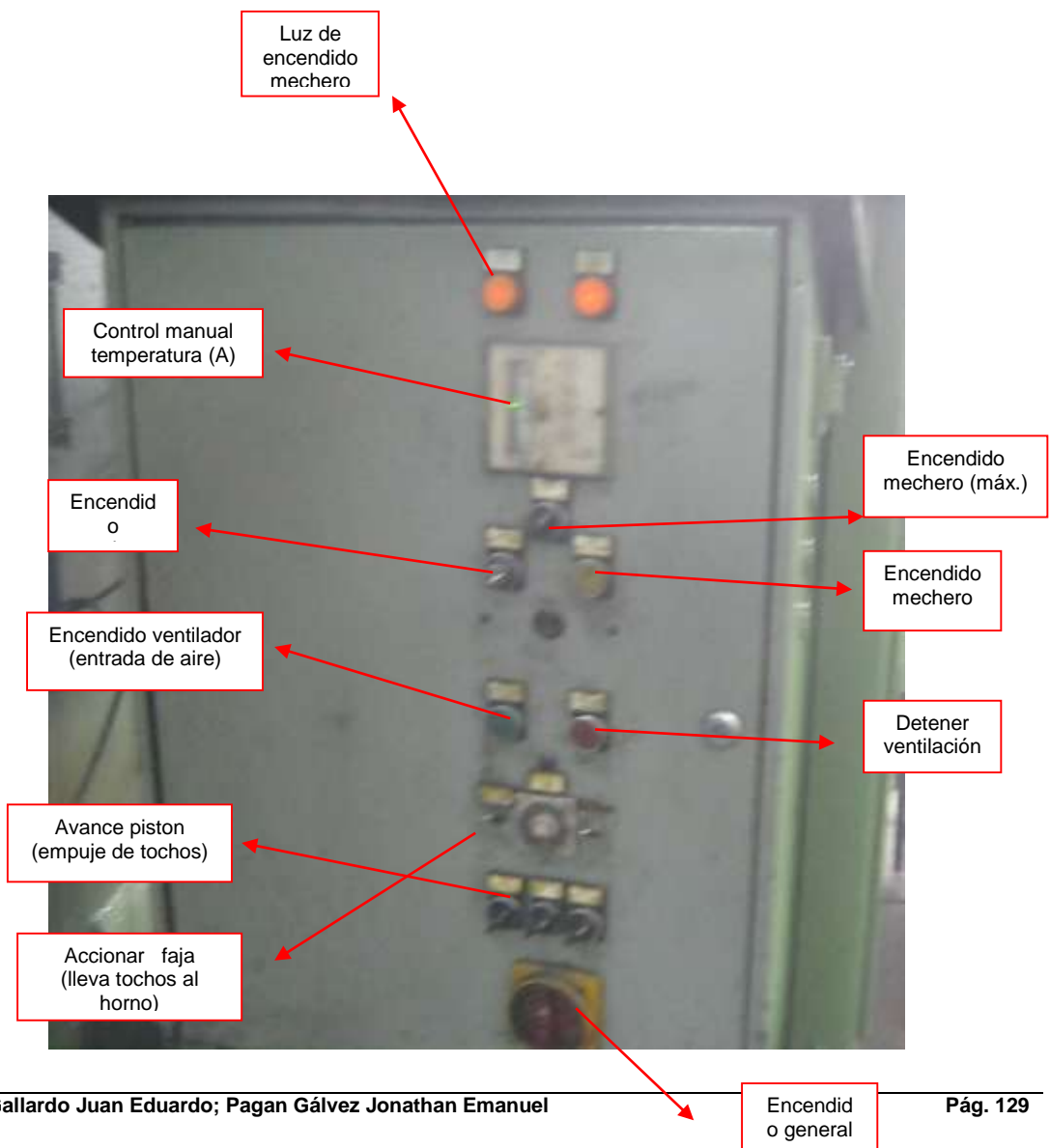
Prensa chica



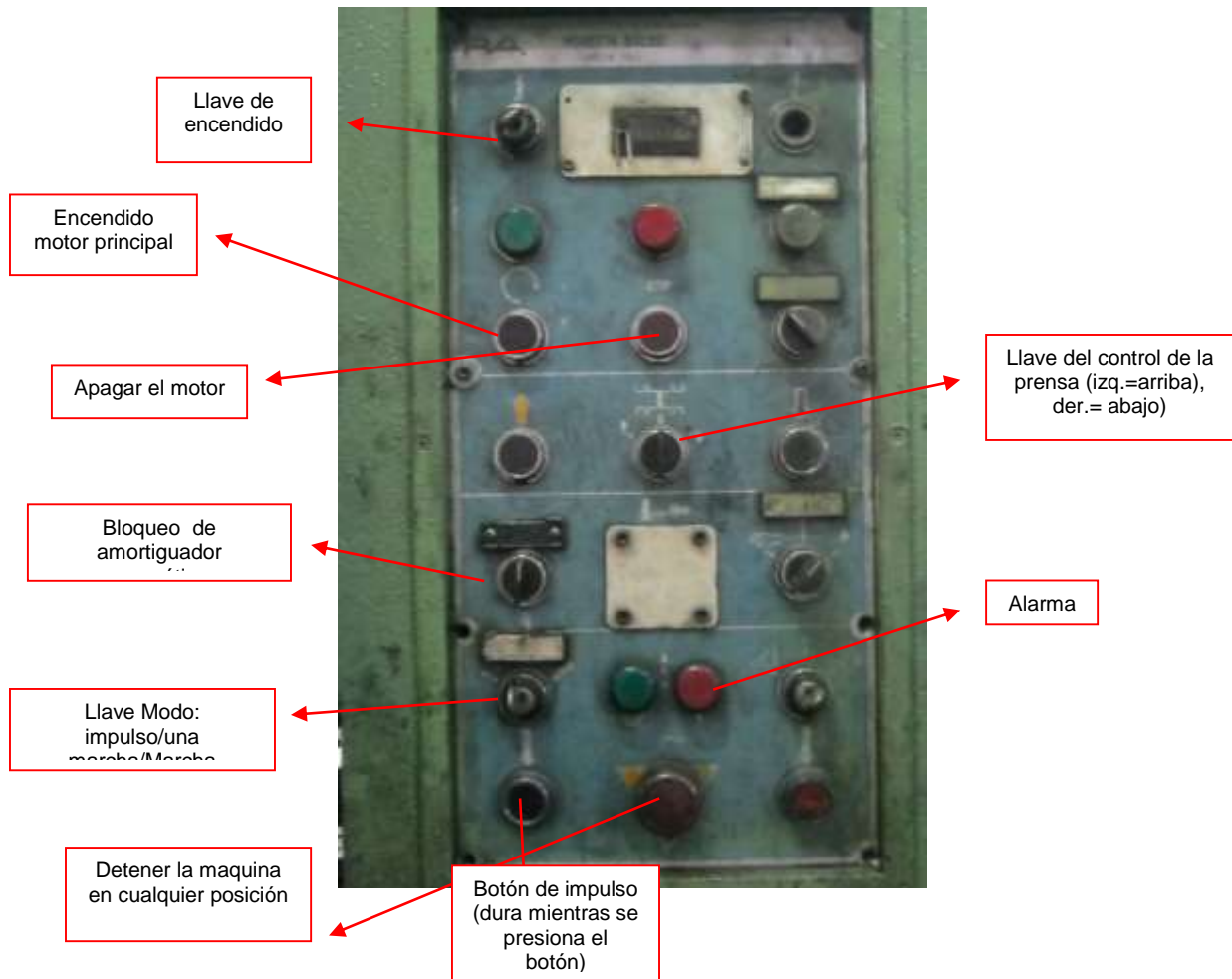
Prensa chica



Horno de la prensa chica



Prensa grande



Horno de la prensadora grande



Anexo N° 10 Lubricación – programa de mantenimiento

#	Modo de falla	Tipo de Equipo	Actividad de mantenimiento	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Personal	Ocurrencia
1	Suciedad del equipo por operación	Fresadora 01, Fresadora 02, Fresadora 03, Fresadora 04 Torno 01 Torno 02 Torno 03 Torno 04 Torno 05, Prensa 300 TN, Prensa 150 TN, Prensa Excéntrica, Granalladora, Cortadora de Disco, Compresora	Preventivo	Limpieza	Diaria	Operador / Mecánico	0 Veces
2	Fugas de lubricante	Fresadora 01, Fresadora 02, Fresadora 03, Fresadora 04 Torno 01 Torno 02 Torno 03 Torno 04 Torno 05, Prensa 300 TN, Prensa 150 TN, Prensa Excéntrica, Granalladora, Cortadora de Disco, Compresora	Preventivo	Inspeccionar mangueras, puntos de lubricación	Semanal	Operador / Mecánico	0 Veces
3	Calentamiento de los rodamientos	Fresadora 01, Fresadora 02, Fresadora 03, Fresadora 04 Torno 01 Torno 02 Torno 03 Torno 04 Torno 05, Prensa 300 TN, Prensa 150 TN, Prensa Excéntrica, Granalladora, Cortadora de	Correctivo	Verificar lubricación de rodamientos. Averguar temperatura de operación de estándar del equipo	Cuando ocurre la falla	Operador / Mecánico	0 Veces

		Disco, Compresora					
4	Contaminación del aceite o grasa lubricante	Fresadora 01, Fresadora 02, Fresadora 03, Fresadora 04 Torno 01 Torno 02 Torno 03 Torno 04 Torno 05, Prensa 300 TN, Prensa 150 TN, Prensa Excéntrica, Granalladora, Cortadora de Disco, Compresora	Predictivo	Verificar operación normal de otros sistemas. Análisis de aceite		Operador / Mecánico	0 Veces

Anexo N° 11 Codificación de los equipos

ITEM	CODIGO	MÁQUINA / EQUIPO	MARCA-PROCEDENCIA	N° DE SERIE
1	MTM-01	RECTIFICADORA	SUNLIKE M7130A	
2	MTM-02	EROSIONADORA	SUNLIKE BEST 200T	
3	MTM-03	TORNO PARALELO 01	ZK SERIES LATHES	C6140 ZK
4	MTM-04	TORNO PARALELO 02	LUX MATTER 13406	
5	MTM-05	AFILADORA	LA PRORA BETA U20R	86542
6	MTM-06	FRESADORA VERTICAL	SUNLIKE	
7	MTM-07	TALADRO DE COLUMNA	MASTER TOOLS-ZJ5132	
8	MTM-08	SIERRA DE CINTA HORIZONTAL		
9	MTM-09	ESMERIL DE BANCO		
10	MTM-10	SOLDADORA ELECTRICA	CEMONT(PRATIKA) 2950 TBS	
11	MTM-11	DISCO DE CORTE PARA MADERA		
12	PIB-01	MANDO DE BOMBAS		
13	PIM-01	MONTACARGA DE PRODUCCIÓN 01		
14	PIM-02	MONTACARGA ELECTRICO MANUAL 02	ARMANI-TRIPLEX SL 155	20248
15	PIC-01	CORTADORA	CM 400A	
16	PIC-02	AFILADORA	NIKO HSS	Z64 BW
17	PIC-03	BALANZA	GENIWEIGHER-	HGM-2000
18	PIC-04	COMPRESOR DE TORNILLO	GA15 ATLAS COPCO	AII 224048
19	PIC05	SECADOR DE AIRE	ATLAS COPCO- FX6	CAI 186871
20	PIG-01	GRANALLADORA	COGEIM-TG1	956
21	PIG-02	SOLDADORA ELECTRICA	SOLANDINAS-TC300AC	
22	PIR-01	PRENSA EXCÉNTRICA 01	COTELLI-30-6V	618N93
23	PIR-02	PRENSA EXCÉNTRICA 02	INVER-PRESS-TMF/S	367397
24	P1E-01	ESMERIL DE BANCO 01		
25	P1E-02	TALADRO DE COLUMNA 01	MACHINTEX	
26	P1E-03	PRENSA 150 TN	ROVETTA F015	
27	P1E-04	PRENSA 300 TN	ROVETTA BALDO	
28	P1E-05	EXTRACTOR		
29	P1E-06	TALADRO FRESADOR	TF326-BENNOTO	100070
30	PIQ-01	TORNO REVOLVER 01	CARROSO S.A- TR 32	
31	PIQ-02	TORNO REVOLVER 02	CARROSO S.A- TR 25	
30	PIQ-03	FRESADORA 01	GNUTTI- FMF 8125	550
31	PIQ-04	FRESADORA 02	GNUTTI- FMF-8S125	3756
32	PIQ-05	FRESADORA 03	GOZIO- ZOBIBIO	
33	P1S-01	ESMERIL DE BANCO 02	MAKITA GB 800	9703010192
34	P1S-02	TRONZADORA 01	DEWALT 871	
35	P1S-03	TALADRO DE COLUMNA 02	ASEVER - RDM-2707	11060
36	P1S-04	TALADRO NEUMÁTICO		
37	P1I-01	BALANZA ELECTRÓNICA	OHAUS- T31P	3000 SERIES
38	P1I02	BALANZA	OHAUS - V31XH 202	

AREA		PROCESO	
MT	MANTENIMIENTO	A	ARMADO
P1	PLANTA 1	B	BOMBA
P2	PLANTA 2	C	CORTE
		D	MONTACARGA
		E	ESTAMPADO
		F	AIRE ACONDICIONADO
		G	GALVANIZADO
		I	INYECTADO
		L	ELEVADOR
		M	MECANIZADO
		O	GRANALLADO
		P	PESO
		Q	MAQUINADO
		R	REBARBEADO
		S	SOLDADURA
		T	TABLERO

Anexo N° 12 Inventario de materiales

**COMPONENTES ELÉCTRICOS
 REPUESTOS DE MANTENIMIENTO - EN TALLER**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UBICACIÓN
1	Tubería de cobre 3/8"	3mt	Taller -Armario A1
2	reactor philip	29	Taller -Armario A1
3	Interruptores tipo hongo	2	Taller -Armario A1
4	condensador 10uf/250vac	19	Taller -Armario A1
5	socket para tubo fluorescente + arrancador	4	Taller -Armario A1
6	socket para tubo fluorescente	3	Taller -Armario A1
7	espiral.	3mt	Taller -Armario A1
8	Tubería de cobre 1/8"	6mt	Taller -Armario A1

COMPONENTES MECÁNICOS
RODAMIENTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	6202- 2ZR FAG- KOREANO	1
2	6202 - 2RSH SKF.	2
3	6202 - 2Z SKF.	1
4	6304 - 2RSH SKF.	1
5	61905 - 2RS1 SKF.	4
6	YAR 206 - 2F SKF.	1
7	6008 - 2RS1 SKF.	1
8	16008 - SKF.	1
9	6805 - JR ZZ/2A5 NTN.	1

FAJAS

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	PHG B52--308	1
3	A1780 LD/13 X175 OLI--A69	2
4	A 797 LD/13 X 767 LI--A30	1
5	PHG B51--499	1

RETENES

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	TC 40-52-8	5
2	TC 40- 55-7	3
3	A 45-60-7	3
4	TC 15-24-7	3
5	68-80-9	3
6	64-81-9	3
7	64-80-8	3
8	50-80-8	3
9	84-103-9	3
10	32-40-6.5	3

ORINGS

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
1	20X24X2,5 (2-116)	5
2	45X50X3,5 (2-224)	2
3	37X43X3,5 (2-221)	4
4	100X110X5,3	4
5	22X30X3,5 (2-212)	7
6	ANILLO SEGER 43X2	5
7	130X138X5,3	4
8	11X16X2	4
9	10X13X1	4
10	140X144X3	7
11	214X224X6	5
12	EXTERIOR/INTERIOR 50X1,6	3
13	ANILLO SEGER 43X2	3
14	40X45X2	3
15	44X48X2	4
16	26X32X3	5
17	36X40X2	5
18	130X138X5	10
19	80X90X5	5
20	120X130X5	3

REPUESTOS DE MANTENIMIENTO - EN TALLER

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UBICACIÓN
1	plantillas		Taller -Armario A1
2	reactor philip	31	Taller -Armario A1
3	bolsa de spagueti (varias medidas)	1	Taller -Armario A1
4	condensador 10uf/250vac	16	Taller -Armario A1
5	socket para tubo fluorescente + arrancador	3	Taller -Armario A1
6	socket para tubo fluorescente + arrancador	2	Taller -Armario A1
7	espiral.	3mt	Taller -Armario A1

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UBICACIÓN
8	Tubería de cobre 1/8"	6mt	Taller -Armario A2
9	Aceite especial para unidad de mantenimiento	1 Lt	Taller -Armario A2
10	Manguera neumática 8mm transparente nylon	10 mt	Taller -Armario A2
11	Aceite especial para unidad de mantenimiento	1 Lt	Taller -Armario A2
12	Estrangulador Neumático Matalwork	2	Taller -Armario A2
13	Conector rápido recto 1/4" p/manguera de 10mm	7	Taller -Armario A2