

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

SANTIAGO - CHILE



PROPUESTA DE MEJORA OPERACIONAL EN CÉLULA DE MANUFACTURA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS LEAN

ENRIQUE GILBERTO IGNACIO CUBILLOS VILLALÓN

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO CIVIL MECÁNICO

PROFESOR GUÍA: ING. NELSON ÁLVAREZ. C

PROFESOR CORREFERENTE: ING. LUIS GUZMÁN. B

AGOSTO 2020

Agradecimientos

Agradezco todos los profesionales de la empresa Renault Cormecánica que colaboraron en mi trabajo de título, en especial agradezco a los señores José Araya.C y Rubén Matus. M ya que con su experiencia y profesionalismo se completó este trabajo con la mayor satisfacción.

Agradezco a Lilian Villalón, Alejandra Pérez, Mylen Ibáñez y Daniela Orellana por acompañarme en este arduo camino que significo el trabajo de memoria con consejos, ánimo y alientos.

Agradezco a mi profesor guía Nelson Álvarez por todo su apoyo, sabiduría y experiencias en la realización de este trabajo.

Agradezco también a toda persona que lea este documento, en búsqueda de la experiencia y conocimientos en el uso de herramientas Lean, lo más importante es siempre tener fe en los procedimientos, métodos y personas.

Resumen ejecutivo

El desarrollo de las técnicas usadas para la mejora de los indicadores de excelencia operacional en el sector automovilístico ha motivado una alta competitividad de operación en cuanto a ahorros en costos, y la mejora en la calidad de productos y procedimientos.

El uso de herramientas Lean es mundialmente usado en la actualidad por las grandes empresas dando la posibilidad de buscar nuevos horizontes en la satisfacción del cliente. En la empresa Renault Cormecánica se ha realizado la incansable tarea de producir más y mejor. Una de sus debilidades es la pérdida de la cultura en cuanto a la filosofía Lean, lo cual se adjudica al tiempo que ha pasado desde que esta filosofía fue implementada y la gran cantidad de cambios en cuanto a los procedimientos que ha tenido la empresa en los últimos 5 años.

Dada esta oportunidad de mejora, se propone un plan de mejora para una célula de manufactura con el objetivo de mejorar el indicador de rendimiento operacional; célula que servirá de ejemplo para las demás células de la empresa generando un plan de réplica. Este plan de mejora se sustenta en base al uso de la filosofía y metodología Lean, usadas en la empresa y metodologías nuevas que se necesiten para cada caso.

Este proyecto inicia con la recolección de antecedentes en cuanto a las distintas piezas fabricadas en la empresa y las células de manufactura que la componen. Para ello fue necesario investigar el funcionamiento de una caja de cambios mecánica y las tecnologías implicadas en la fabricación de piezas donde luego de esto, se procede a la elección de una célula a intervenir.

Se realiza un diagnóstico basado en la metodología y filosofía Lean determinando la línea base del rendimiento operacional de la célula, estandarización de métodos y procedimientos en conjunto con los operadores de la célula.

Se procede a un análisis de las pérdidas de rendimiento operacional en cuanto a las brechas encontradas donde se detectan las causas primarias y secundarias que más influyen en la pérdida de rendimiento operacional.

Se propone un plan de mejora que afecta a todas las brechas detectadas interactuando con gran parte de los departamentos de la empresa que intervienen en la célula día a día, validando las propuestas factibles a realizar e implementándolas dentro de los plazos determinados.

Finalmente se crea un plan de réplicas en el cual se seleccionan las mejoras a replicar, se designan los encargados para cada mejora y se entrega toda la documentación e indicaciones correspondientes para replicar estas mejoras en las demás células de la empresa.

Abstract

The development of the techniques used to improve the indicators of operational excellence in the automotive sector has led to a high level of competitiveness in terms of cost reduction, and the improvement in the quality of products and procedures.

The use of Lean tools is used worldwide today by large companies giving the possibility of seeking new horizons in customer satisfaction. In the Renault Cormecanica company, the tireless task of producing more and better has been carried out. One of its weaknesses is the loss of culture regarding the Lean philosophy which is explained by the time that has passed since this philosophy was implemented and the amount of changes regarding the procedures that the company has had in the last 5 years.

Given this opportunity, an improvement plan is proposed for a manufacturing cell with the aim of bettering the operational performance indicator, a cell that will serve as an example for the other cells in the company by generating a replication plan. This improvement plan is based on the use of the Lean philosophy and methodology used in the company and new methodologies that are needed for each case.

This project begins with the collection of records regarding the different parts manufactured in the company and the manufacturing cells that comprise it. For this, it was necessary to investigate the operation of a mechanical gearbox and the technologies involved in the manufacture of parts to make thereafter, the choice of which cell to intervene.

A diagnosis is made based on the Lean methodology and philosophy, determining the baseline of the cell's operational performance and the standardization of methods and procedures in conjunction with the cell operators.

An analysis of the operational performance losses is carried out in terms of the gaps found where the primary and secondary causes that influence most the operational performance loss are detected.

An improvement plan is proposed that affects all the gaps detected by interacting with a large part of the company's departments that intervene in the cell on a daily basis, validating the feasible proposals to be made and implementing them within the determined deadlines.

Finally, a replication plan is created, in which the improvements to be replicated are selected. Those responsible for each improvement are appointed and all the corresponding

documentation and instructions are given to replicate these improvements in the other cells of the company.

Tabla de contenido

1	Introducción	15
1.3	Objetivos	17
1.4	Descripción del problema.....	18
1.5	Alcance.....	20
1.6	Plan de trabajo.....	21
2.	Antecedentes	23
2.1	El sector de fabricación	23
2.2	Conformación de la caja de velocidades	25
2.2.1	Piñonería	26
2.2.2	Arboles	27
2.2.3	Sincronización.....	29
2.2.4	Diferencial.....	31
2.2.5	Carter.....	32
2.3	Marco estratégico de la empresa	33
3	Estado del arte	33
3.1	Siete dinámicas de cambio y ocho pasos de Kotter.....	33
3.2	Curva de gestión del cambio	36
3.3	Principios Lean Manufacturing.....	38
3.3.1	Concepto de Desperdicio	40
3.1.2	SMED.....	43
3.1.3	PDCA: Plan – Do – Check – Act	45
3.1.4	FODA.....	48
3.1.5	Diagrama SIPOC.....	49
3.1.6	Poka Yoke	50
3.1.7	5S.....	52
3.2	Diagrama Ishikawa.....	53
3.3	Los 5 porque.....	54
3.4	Mantenimiento presente en la empresa	54
3.5	Célula de manufactura.....	55
3.5.1	Ventajas de la distribución por célula:	57
3.5.2	Desventajas de la distribución por célula:	58

3.6 Estandarización	58
4 Esquema de metodología	60
5 Diagnóstico	61
5.1 Situación actual	61
5.1.1 Elección de célula a intervenir	64
5.2 Piñón loco de cuarta “blando”, célula piloto	68
5.3 Datos obtenidos de RSF	71
5.3.1 Separación de datos RSF	74
5.4 Acompañamiento al operario	78
5.4.1 Encuesta de diagnóstico a operarios.....	79
5.4.2 FODA.....	81
6 análisis de los datos obtenidos	82
6.1 SIPOC	82
6.2 Identificación de desperdicios.....	83
6.3 FODA.....	84
6.4 ISHIKAWA.....	84
7. Propuestas e implementación de mejoras.....	86
7.1 Largos tiempos de setup.....	86
7.1.1 Aplicación de SMED	89
7.2 Parada funcional.....	109
7.2.1 Imposibilidad de realizar PMA	109
7.3 Problemas en calidad de las piezas.....	114
7.3.1 Soporte porta cuchillo en talladora.....	114
7.3.2 5S.....	119
7.3.3 Piezas golpeadas.....	123
7.4 Desvío en tiempo de ciclo de la célula	127
8 Propuesta plan de réplica.....	131
8.1 Soluciones para replicar	131
8.2 Elección de encargados por solución	133
8.3 Elaboración del plan.....	134
8 Conclusiones	137
9 BIBLIOGRAFÍA.....	140
10 Anexos.....	142

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Criterios y definiciones para el alcance del proyecto</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2: Errores en los que se requiere un Poka Yoke.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 3: Pre- requisitos y características célula de manufactura.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 4: Piezas hechas en la célula PL4 BL</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5: Tiempo neto de producción</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 6: Causas principales perdida de RO</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 7: Minutos totales en cambio de modelo</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 8: Minutos promedio en cambio de modelo.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 9: Minutos totales por cambio de familia de piezas.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 10: Diagrama SIPOC</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 11: Identificación de desperdicios</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 12: Cambio de modelo con mayores pérdidas en total y promedio</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 13: Medición de tiempos setup por operador</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 14: 5 porqué pistola neumática.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 15: Tiempo de realización PMA antes de la mejora</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 16: Tiempo de realización PMA después de la mejora</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 17: Porcentaje de rechazo en setup</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 18: Parámetros de control 12 básicos de calidad.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 19: 5 porqué desvío tiempo de ciclo</i>	<i>128</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1: Plan de trabajo</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: Exportaciones CMC</i>	<i>24</i>
<i>Figura 3: Caja de velocidades.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4: Piñón loco.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5: Árbol Primario</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6: Árbol secundario</i>	<i>28</i>
<i>Figura 7: Desplazable</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8: Cubo sincronizador</i>	<i>30</i>

<i>Figura 9: Detalle desplazable</i>	<i>31</i>
<i>Figura 10: Conjunto corona fermé</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11: Carter de mecanismo y embrague</i>	<i>32</i>
<i>Figura 12: Estado actual y futuro</i>	<i>37</i>
<i>Figura 13: Curva de ánimo</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14: Ciclo PDCA</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15: Ejemplo diagrama SIPOC.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 16: Diagrama causa efecto o diagrama Ishikawa.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 17: Línea de producción tradicional versus célula de manufactura.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 18: Esquema metodología</i>	<i>60</i>
<i>Figura 19: Las 5 piezas mecanizadas en Cormecánica.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 20: Disposición de los 5 grupos de células de manufactura.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 21: Proceso general de fabricación piezas</i>	<i>63</i>
<i>Figura 22: Proporción No Ro en porcentaje Enero-Mayo.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 23: RO promedio por célula Enero-Mayo.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 24: Ubicación célula PL4 BL dentro de la empresa.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 25: disposición máquinas en célula y su flujo de operación.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 26: Tiempos de No RO parada funciona</i>	<i>77</i>
<i>Figura 27: Tiempos de No RO calidad</i>	<i>78</i>
<i>Figura 28: Encuesta realizada a operarios</i>	<i>80</i>
<i>Figura 29: FODA realizado con operarios.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 30: Diagrama Ishikawa</i>	<i>85</i>
<i>Figura 31: Ejemplo HOE de setup.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 32: Ejemplo de formato salto de conejo</i>	<i>88</i>
<i>Figura 33: Disposición de operadores en setup.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 34: Medición de tiempos SMED</i>	<i>91</i>
<i>Figura 35: PDCA.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 36: Campana talladora</i>	<i>95</i>
<i>Figura 37: Pistola neumática en mal estado.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 38: Pistola neumática arreglada</i>	<i>99</i>
<i>Figura 39: Ejemplo de situación actual ergonómica</i>	<i>100</i>
<i>Figura 40: Llaves de carraca implementadas.....</i>	<i>101</i>

<i>Figura 41: Antiguo procedimiento dejado de piezas</i>	102
<i>Figura 42: Propuesta dejado de piezas</i>	103
<i>Figura 43: Separadores afeitadora</i>	104
<i>Figura 44: Formato HOE setup</i>	106
<i>Figura 45: Fichas técnicas en mal estado</i>	107
<i>Figura 46: Nuevo formato de exposición fichas técnicas</i>	108
<i>Figura 47: Actual sistema PMA</i>	109
<i>Figura 48: Ruta de recorrido actual PMA</i>	110
<i>Figura 49: Ejemplo propuesta de ruta PMA</i>	112
<i>Figura 50: Propuesta de formato PMA</i>	113
<i>Figura 51: Punto 4 de evaluación 12 básicos de calidad</i>	116
<i>Figura 52: Apoyo para soporte cuchillo talladora</i>	118
<i>Figura 53: Muestra de formación cambio de cuchillo talladora</i>	119
<i>Figura 54: Actual sistema ATWI</i>	122
<i>Figura 55: Propuesta sistema ATWI</i>	123
<i>Figura 56: Estado actual carros de varillas</i>	124
<i>Figura 57: Prototipo 1 mejora carro de varillas</i>	125
<i>Figura 58: Prototipo 2 mejora carro de varillas</i>	125
<i>Figura 59: Ejemplo sistema actual Poka Yoke-Karakuri</i>	126
<i>Figura 60: Prototipo Poka Yoke Karakuri</i>	127
<i>Figura 61: implementación gestión visual desvío tiempo de ciclo</i>	130

Glosario

- RO: Rendimiento operacional, es el tiempo aprovechado de producción respecto al total disponible.
- NO RO: No Rendimiento operacional, tiempo de producción perdido en el que no se elaboró ninguna pieza.
- KPI: Key performance indicator, indicadores que se usan para sintetizar la información sobre eficacia y productividad.
- RSF: Reporte estándar de fabricación, es un portal, tiempos de ciclo, piezas fabricadas objetivo etc. Data de fabricación, una plataforma que usa Renault para alojar datos sus datos de producción y calidad.
- SCRAP: Pieza no conforme que no puede ser arreglada o desperdicios de producción que sean de acero.
- ATWI: Sistema de ordenamiento que recaba el estado de la documentación técnica que debe tener una célula de manufactura.
- APW: Alliance Production Way es el área de mejora continua y también la filosofía de Renault en cuanto a la mejor manera de producir.
- SMED: “Single minute exchange of die” es una herramienta Lean usada para la separación de tiempos internos y externos en una puesta a punto.
- 74KR: “74 Key Rules” son criterios de revisión para una célula que consta de:
 - Estado máquinas
 - Protecciones
 - Uso adecuado de químicos
 - Ergonomía del puesto de trabajo
 - Accesos a la célula
- Voc: Voz del cliente
- Scrap: Piezas que luego de haber sido mecanizadas no cumplen con la calidad requerida y no pueden ser arreglada.
- Aguas arriba: Expresión para indicar las etapas iniciales de un proceso.

- Aguas abajo: Expresión para indicar las etapas finales de un proceso.
- Outliers: Datos atípicos que se alejan de un dato posible a obtener en condiciones de operación normales.
- HOE: Hoja de operación estándar
- Salto de conejo: Metodología de medición de tiempos secuenciales.

- Setup: Cambio de ráfaga.
- Karakuri: Dispositivo que Mueve materiales a un bajo costo energético
- EPP: Elementos de protección personal
- TPS: Tiempos suplementarios personales
- UET: Unidad elemental técnica, grupo de células.
- FSSE: ficha de seguridad salud y ergonomía
- Ficha de capacidad: Ficha que contiene los tiempos de ciclo de una célula.
- CAMI: Encargado de detalle en máquinas productivas
- Organizador industrial: Encargado de proyectos de mejora continua
- PSI: Líder y gestor de proyectos ingenieriles
- Conceptor proceso: Encargado del diseño productivo de la pieza y medios de control
- GATM: técnico de asistencia en mantenimiento.

1 Introducción

Renault Cormecánica se encuentra ubicada en la calle San Rafael #1769, ciudad de Los Andes, Región de Valparaíso. En Cormecánica se fabrican cajas de velocidades para automóviles Renault y Nissan, enviándose en su mayoría Brasil, Argentina y Colombia.

Desde sus inicios en los años setenta, la empresa cuenta con la realización de las primeras operaciones de mecanizado (torneado) de su proceso en la fabricación de caja de velocidades, hasta el año 1996 en donde la empresa aumenta su producción para satisfacer la creciente demanda de cajas de velocidad en el cono sur según su proyecto “500k” el que aumenta en más de un 70% la producción de la planta hasta ese momento. En esta nueva condición de mercado, acompañada con la decisión de invertir en una gran cantidad de equipos de mecanizado en un corto espacio temporal, surgió la necesidad de reestructurar sus líneas de producción y de mecanizado en su totalidad.

En la empresa actualmente se fabrican aproximadamente 400.000 cajas de cambio cada año, las cuales deben cumplir con todos los estándares de seguridad y calidad requeridos a nivel mundial. Una falla en los mecanismos de transmisión tendrá un impacto negativo en el cliente y el nombre de la marca por lo que en la actualidad existe un alto grado de competencia entre fábricas del grupo Renault.

Cormecánica como la mayoría de las empresas en especial las de tipo productivo deben enfrentar el reto de controlar la eficiencia por hora trabajada y a la vez manteniendo un alto grado de calidad en cada producto, esto es un desafío considerando variabilidad de fabricación, confiabilidad y calidad por lo que se necesita una estrategia que ayude a aplacar las brechas de KPI's luego del proyecto 500k.

La aplicación de Lean Manufacturing se encuentra arraigada a la cultura de la empresa desde hace más de 15 años lo que ha implicado que los operadores de la planta tengan muchas

nociones en términos prácticos de esta filosofía, pero no así un acabado entendimiento de lo que esta metodología implica y transfiere.

En el presente trabajo se pretende implementar un plan de mejora continua tomando características y rasgos de la metodología Lean a fin de mejorar el indicador de rendimiento operacional (RO) para ser aplicadas en un proceso en particular de una empresa productora de cajas de cambio, seleccionado en cuanto a múltiples factores.

1.3 Objetivos

Objetivo general:

Proponer una mejora en el rendimiento operacional en una célula de manufactura de ruedas dentadas en una fábrica de cajas de cambio con el uso de herramientas Lean

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la situación actual de la célula de manufactura de ruedas dentadas en cuanto a sus procesos, determinando la línea base de desempeño del rendimiento operacional (RO).
- Analizar el proceso productivo en una célula de manufactura describiendo las variables de desempeño en cuanto al flujo de materiales e información con el uso de herramientas Lean.
- Proponer un plan de mejoras que se debe aplicar para disminuir las brechas detectadas.
- Aplicación de un plan piloto, factible a realizar en forma sistémica con su seguimiento correspondiente.

1.4 Descripción del problema

En un proceso productivo se involucran el espacio físico de la planta, máquinas y células de manufactura (para este caso puntual), que en conjunto generan un producto terminado.

Como afirma Cuatrecasas (2010) “Durante el proceso productivo de una empresa se generan desperdicios y se realizan actividades que no agregan valor. Muchas veces estos desperdicios son visibles ya que ocupan un espacio físico en el lugar de trabajo y otras veces están ocultas. Sin embargo, aunque se encuentren ocultos, se reflejan de diversas maneras. Algunas formas en que se manifiestan es en una baja productividad, retrasos en la producción, demasiado material en inventario, alto nivel de desperdicio de producto terminado, alto nivel de reprocesos y productos defectuosos que pueden llegar a manos del cliente”

Por lo tanto, cuando una empresa presenta alguno de los síntomas mencionados con anterioridad, es porque existe algún tipo de desperdicio o se están realizando actividades que no agregan valor. Lo anterior se ve afectado e incrementado si la empresa está enfrentado un periodo con problemas organizacionales, tales como: cambios organizacionales, cambios en el modelo de negocio reducción y rotación de personal; lo que puede traer como consecuencia la desmotivación del personal.

En la empresa a realizar el trabajo el indicador más importante en el cual se basan los análisis de productividad es el rendimiento operacional (RO), el cual nos indica que tan eficiente es la elaboración de piezas, el rendimiento operacional se calcula como:

$$RO = \frac{\text{Piezas conformes realizadas}}{\text{Piezas teóricamente realizables}} \cdot 100 \%$$

Este indicador tiene un intervalo de evaluación desde una hora, hasta un año dependiendo el análisis el contexto en el que se ocupe, siendo cada punto porcentual bajo la meta de dada por la empresa, una oportunidad para hacer mejoras.

La metodología Lean lleva más de dos décadas implementada dentro de la empresa, esto se hace visible en múltiples procedimientos y métodos utilizados por lo que es una filosofía que se encuentra inmersa en el ADN de las personas que componen la empresa principalmente en las áreas administrativas, siendo de vital importancia poder mostrar a los operarios lo importante que es mantener a la empresa competitiva recordando y enseñando herramientas Lean que usan o pueden usar cada día.

Siendo el indicador de RO el más importante en la medición de productividad de la empresa, se fijan metas anual y mensualmente para mejorar este indicador en diversos proyectos, en este trabajo se usará la metodología Lean usada actualmente en la empresa o herramientas externas a fin de aplicar un plan de mejora que tenga un impacto positivo en el Indicador de RO para un espacio productivo reducido como lo es el de una célula de manufactura.

1.5 Alcance

Basado en las herramientas que propone la metodología Lean y de acuerdo con el contexto que puede ofrecer la empresa en la realización de un proyecto, en la siguiente tabla se resumen los criterios generales contemplados en el alcance de esta memoria:

Criterio	Definición
Rapidez de desarrollo proyecto	4 meses
Área de desarrollo	APW (Departamento de mejora continua)
Metodología por utilizar	Lean
Indicador por mejorar	Rendimiento operacional (RO)
Proceso	Mecanizado de piezas
Lugar del proceso	Célula de manufactura
Variabilidad del proceso	Alta

Tabla 1: Criterios y definiciones para el alcance del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

En la empresa se producen alrededor de 110 piezas distintas las cuales están conectadas por múltiples procesos y un ensamblaje final por lo que elegir un proceso logístico, administrativo, calidad o de mantenimiento como foco de mejora implicaría un alcance mucho más grande del que se puede realizar en la rapidez definida para el proyecto.

El alcance cubrirá dentro de la célula elegida los flujos de materiales, procedimientos y calidad de producción de la célula piñón loco de cuarta “blando” explicando la razón de la elección de esta célula de manufactura más adelante.

1.6 Plan de trabajo

El plan de trabajo a seguir se puede ejemplificar en los siguientes seis puntos que darán una guía general del trabajo a realizar:

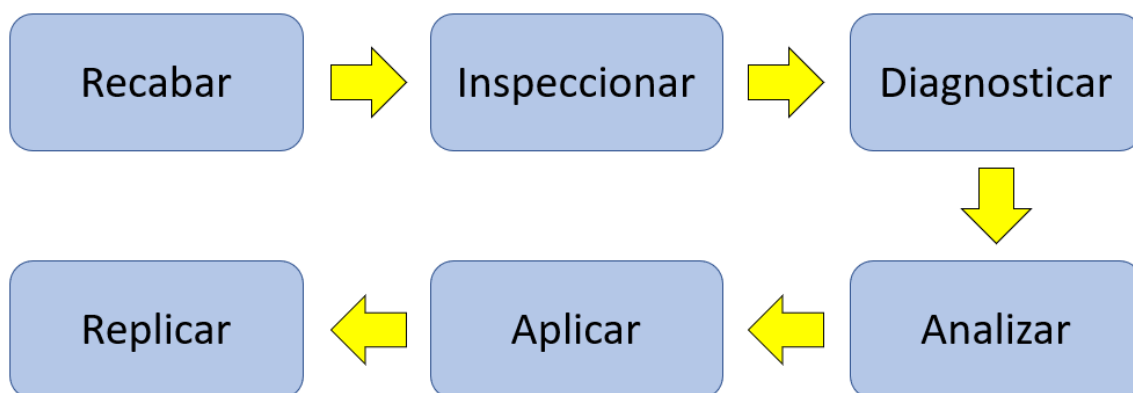


Figura 1: Plan de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

En la primera etapa se realiza un levantamiento de los antecedentes generales de la empresa que será objeto de estudio. Considerando aspectos de fabricación y resultados característicos, tales como su historia y proceso de fabricación del producto.

En la segunda etapa se realiza una caracterización del sector de la empresa a intervenir, definiendo aspectos operativos, de espacio y la familia de productos a estudiar además de un análisis de las entradas y salidas del sector a evaluar.

En la tercera etapa se realiza el diagnóstico en donde se recabarán datos desde la voz del cliente del proceso de una manera dinámica. Se categoriza la célula elegida en cuanto sus flujos, datos históricos y todo tipo de datos que pueda dar el cliente del proceso por medio de herramientas lean.

En la cuarta etapa se realiza un análisis de los datos obtenidos del diagnóstico, se seleccionan herramientas lean para enfocar la problemática en el indicador de RO donde estas

pueden ser internas o externas a la empresa. Se analizan los flujos, desperdicios, aspectos cualitativos y el total de problemáticas identificadas

En la quinta etapa se realiza el diseño de las mejoras a realizar, pasando por un proceso de identificación y selección de factibilidad donde se procede a implementar las propuestas elegidas

En la sexta etapa se muestran las acciones correspondientes al plan de réplicas, donde se identificarán las soluciones factibles de replicar en el resto de las células eligiendo encargados para cada propuesta a replicar, finalmente se realiza un plan de réplica con los factores a considerar a la hora de replicar una propuesta.

2. Antecedentes

El proyecto se realiza desde el área de APW (Alliance production way) la cual es el área de mejora continua en la empresa, esta se encarga principalmente de la aplicación de proyectos de mejora y el seguimiento de los estándares de producción en general. Es con la gestión de este departamento que se podrá realizar este proyecto.

Dado que se ha acotado la realización a una célula de manufactura es de vital importancia contar con los antecedentes generales de las piezas mecanizadas en célula.

2.1 El sector de fabricación

Renault Cormecánica, es una empresa exportadora de cajas de cambio presente en la ciudad de Los Andes, V Región de Valparaíso, a 75 [Km] de la ciudad de Santiago, la cual opera en Chile desde el año 1969, de tecnología única y perteneciente al grupo internacional alianza Renault – Nissan – Mitsubishi. Esta se dedica exclusivamente a la producción de cajas de velocidades de los vehículos Renault y Nissan.

En sus inicios, fue concebida como una industria del área automotriz, con participación de CORFO, Renault y Peugeot. Actualmente pertenece en su totalidad al grupo Renault. En ella, se pueden identificar los siguientes hitos importantes:

- En 1997, la empresa fabrica su primer millón de cajas de velocidades.
- En 2005, se produce el segundo millón.
- En 2009, se produce su tercer millón.
- En 2012, se celebra la fabricación de 4 millones de cajas de velocidades producidas.
- En 2017, comenzó la fabricación de la caja Sx para el vehículo KWID, éxito en ventas en Brasil.

Actualmente Cormecánica posee 560 colaboradores y se fabrican cajas de velocidad manuales de 5 velocidades, para automóviles de tracción delantera cuyos motores fluctúan entre los 1000 y los 2000 cc.

El proceso de la fábrica consiste en la importación del 80% de sus partes, entre ellas la materia prima de las distintas piezas a mecanizar, las cuales llegan pre – forjadas. Estas piezas llegan diariamente a la planta, así como también la planta despacha diariamente a sus clientes cerca de 1700 cajas aproximadamente que se fabrican en 3 turnos diarios durante 6 días de la semana.

La producción total de la empresa, correspondiente a 400.000 unidades anuales aproximadamente, producción que está destinada en su totalidad a un mercado extranjero, cuya distribución de exportaciones se puede observar en la figura 2:

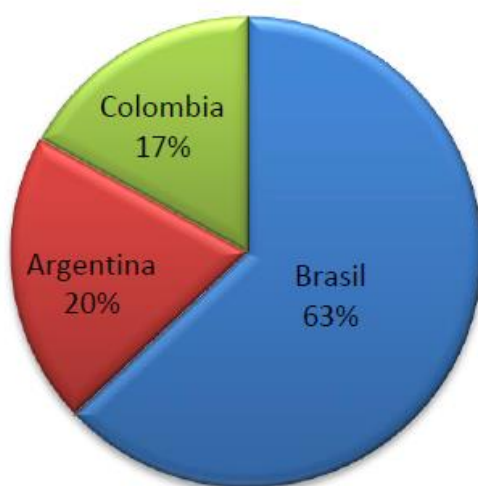


Figura 2: Exportaciones CMC

Fuente: Departamento de ingeniería Renault Cormecánica.

El gráfico nos muestra que la gran mayoría de cajas de velocidades son exportadas a Brasil. Esto se debe únicamente a que Renault Brasil posee la mayor producción de automóviles Renault de América, por lo que su demanda es mayor que las otras.

En promedio una caja de velocidades está compuesta por unas ciento diez piezas. Un veinte a veinte cinco por ciento está producido en el sector de fabricación, las otras piezas que corresponden esencialmente a la tornillería y otros elementos de fijación, los rodamientos y las horquillas son importados por un lado desde otras fábricas de Renault a través del mundo

y reciben la denominación POI por piezas obradas en interno y por otro lado por empresas externas a través el mundo y reciben la denominación POE por piezas obradas en externo.

2.2 Conformación de la caja de velocidades

La caja de velocidades es un dispositivo mecánico que forma parte de la transmisión de un vehículo, el cual se encarga de administrar las revoluciones del motor, variando así el torque transmitido, en pos de suministrar la fuerza de tracción apropiada hacia las ruedas, según la sollicitación mecánica a la cual se encuentre sometido el vehículo en cuestión. La caja puede ser mecánica, donde la elección de las velocidades es operada por el conductor del vehículo, o automática, donde las velocidades están dadas y secuenciadas por la caja en función de las RPM del motor. El número de velocidades a través del tiempo va de 3 a 6 velocidades en vehículos de paseo y hasta 12 velocidades en vehículos de carga, dependiendo del diseño de este.



Figura 3: Caja de velocidades

Fuente: Departamento de ingeniería Renault Cormecánica.

En Renault Cormecánica se fabrican cajas de velocidades manuales de 5 marchas, más reversa, para vehículos motorizados entre 1.000 a 2.000 cc. La fabricación de sus componentes va dividida por células de trabajo, existiendo principalmente 5 células enfocadas a la fabricación mediante procesos de mecanizado. Estas células son las siguientes:

2.2.1 Piñonería

Dedicada a mecanizar, a partir de una pieza proveniente de un proceso de forjado, el piñón que irá montado sobre el árbol primario y secundario, que transmitirá la potencia. En Cormecánica existen 2 piñones: Piñones fijos, y piñones locos. Los primeros son los que van montados sobre el árbol primario a medida que esta gira, los piñones fijos giran con él. Por otro lado, los piñones locos reciben ese nombre debido a que se encuentran girando en todo momento, no obstante, no hacen girar al árbol secundario a menos que la marcha esté enganchada, transmitiendo la potencia desde el piñón fijo al árbol secundario a través del conjunto desplazable, con el cual engrana mediante el crabot que este posee, el cual es un dentado exterior de sincronización, sobre el cual se monta un anillo que permite enganchar una marcha de forma suave.

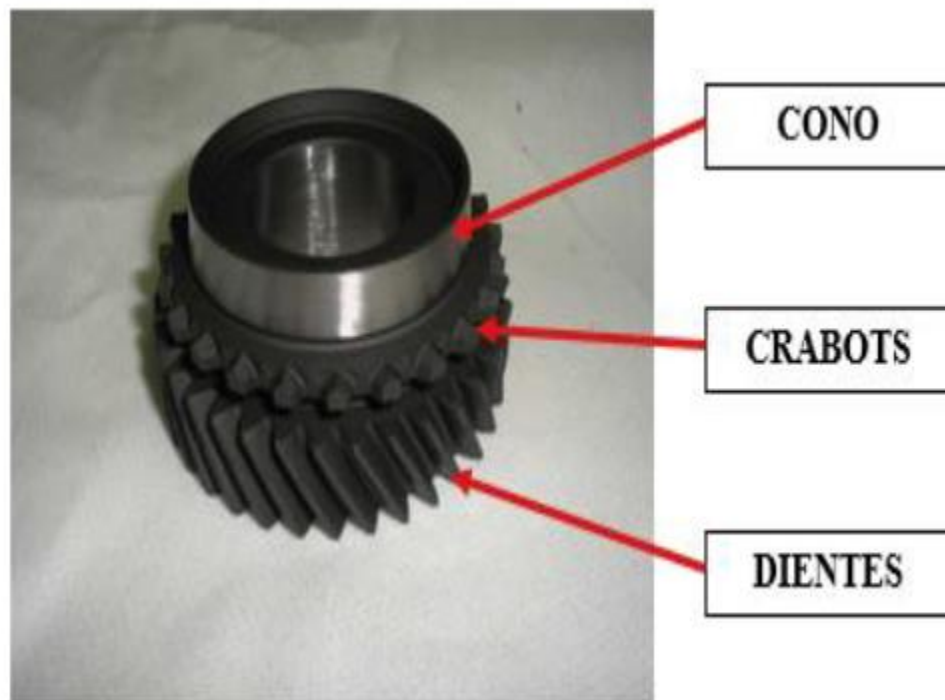


Figura 4: Piñón loco

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Árboles

Esta célula se divide en árbol primario y árbol secundario. La función del árbol primario (Fig. 5) es recibir el movimiento del motor por medio del disco de embrague, para llevarlo al secundario (Fig. 6), mientras que la función de este último es recibir el movimiento del árbol primario por medio del conjunto desplazable y piñón loco acoplado.

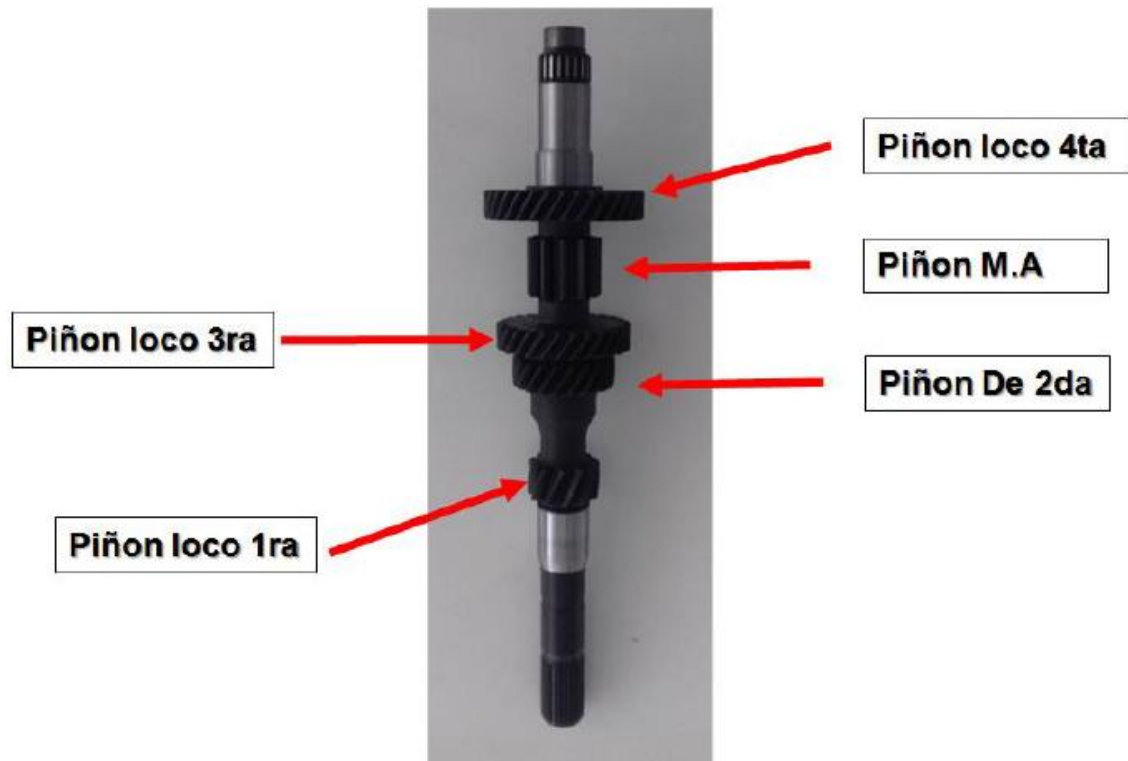


Figura 5: Árbol Primario

Fuente: Elaboración propia

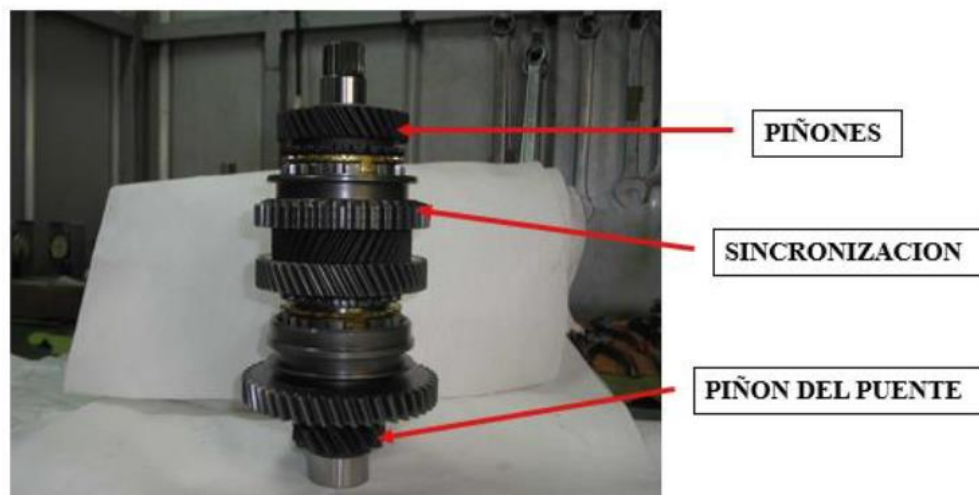


Figura 6: Árbol secundario

Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Sincronización

En esta célula de trabajo se mecaniza todo lo referente a los conjuntos desplazables (Fig. 7), los que están encargados de sincronizar el movimiento entre el árbol primario y secundario para transmitir la potencia de forma efectiva. Existen 3 conjuntos desplazables: 1-2, encargado de enganchar la primera y segunda marcha; 3-4, encargado de enganchar tercera, cuarta, y marcha atrás; 5, encargado de enganchar la quinta marcha.

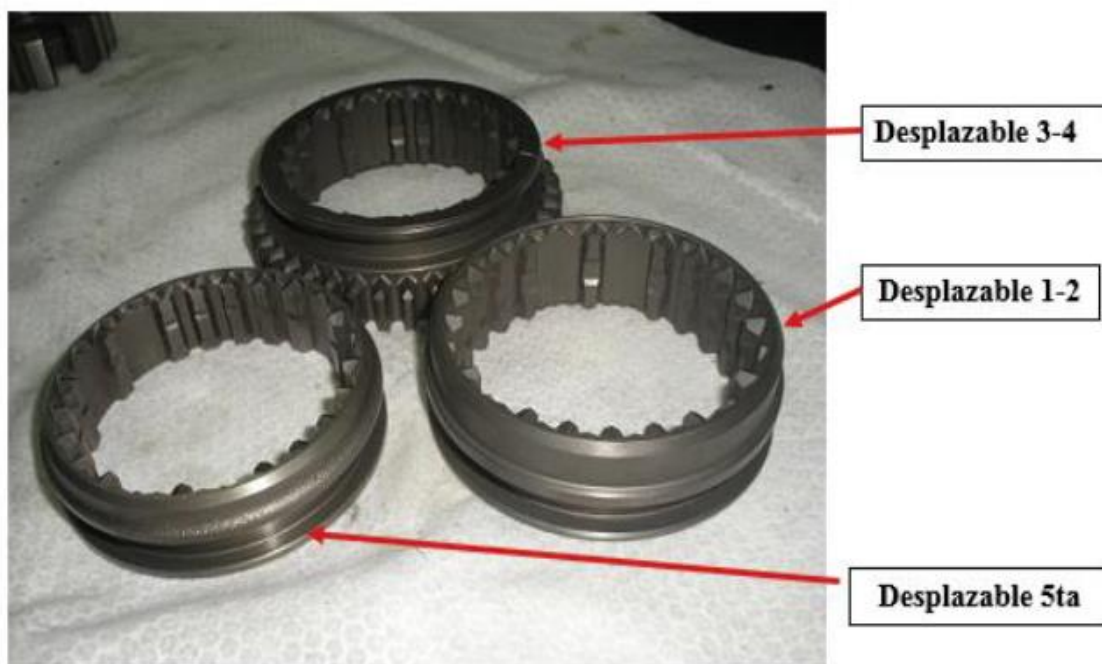


Figura 7: Desplazable

Fuente: Elaboración propia.

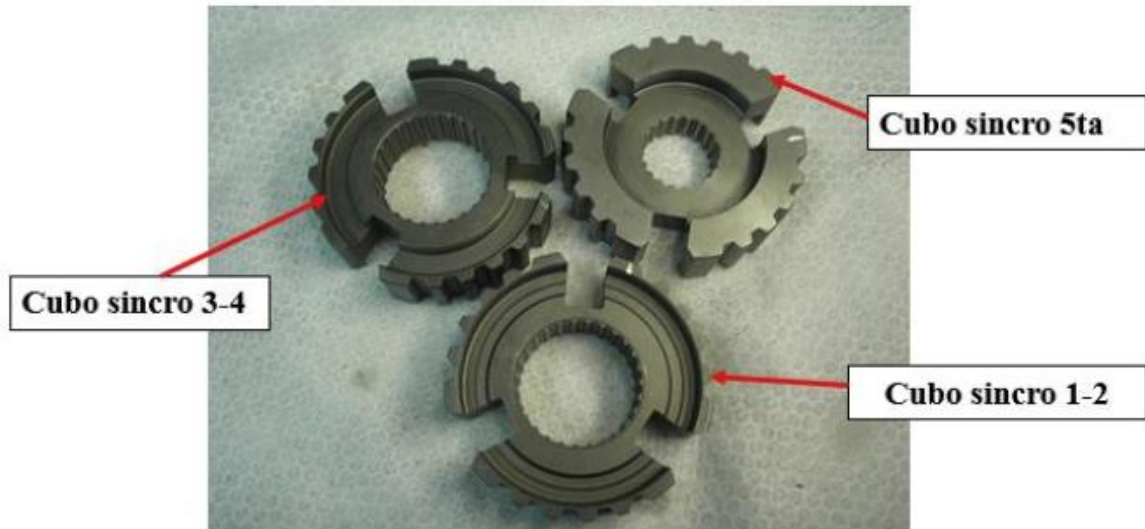


Figura 8: Cubo sincronizador

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 7, el desplazable 3-4 posee un dentado exterior, el cual es el encargado de hacer girar el árbol secundario en sentido contrario cuando se engancha la marcha atrás del vehículo. Por otro lado, los cubos de sincronización son aquellos que van dentro del desplazable, formando así el conjunto desplazable, y se encarga de dar giro al árbol secundario en el momento que el desplazable engancha al piñón con su crabot, como se puede ver en la figura 9.

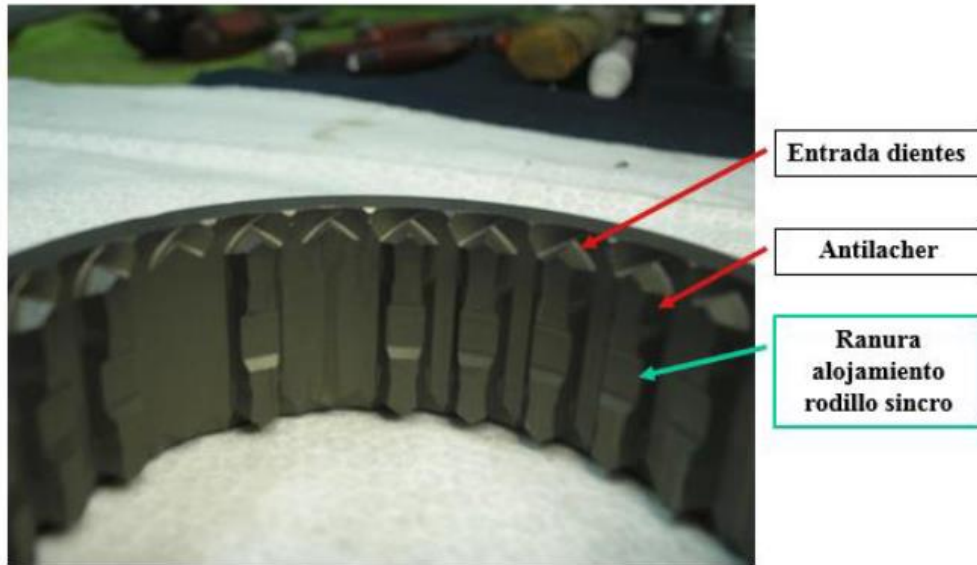


Figura 9: Detalle desplazable

Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Diferencial

En esta célula se mecaniza el conjunto corona-ferme (Fig. 10), el cual es el encargado de transmitir el movimiento desde el árbol secundario a las ruedas del vehículo.

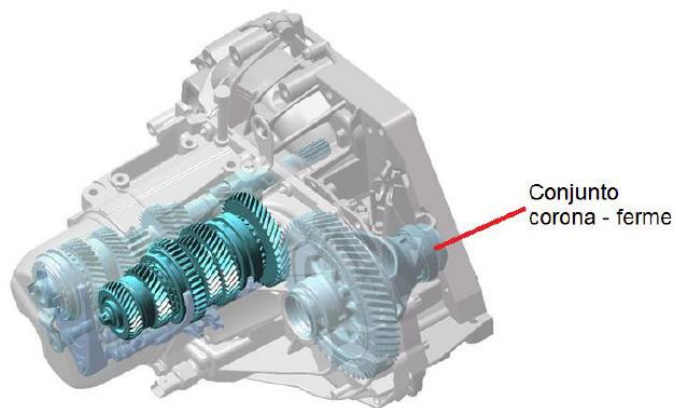


Figura 10: Conjunto corona fermé

Fuente: Departamento de ingeniería Renault Cormecánica.

2.2.5 Carter

Hecho de aluminio, corresponde a la cubierta de la caja de velocidades.

Todas estas piezas pasan por un proceso de mecanizado en Renault, ya sea a partir de una pieza de forja, o a partir de una pieza pre-mecanizada, como es el caso del cárter. Las piezas de acero mecanizadas tienen 3 etapas principales: Mecanizado en “blando”, tratamiento térmico, y mecanizado en “duro”. Primero son mecanizadas donde se le dan sus principales dimensiones, luego llevadas a tratamientos térmicos, donde se les hace una carbonitruración que mejora su resistencia al desgaste y aumenta la dureza sustancialmente, para finalizar con un mecanizado de acabado, previo a ser ensamblados con el resto de las piezas.

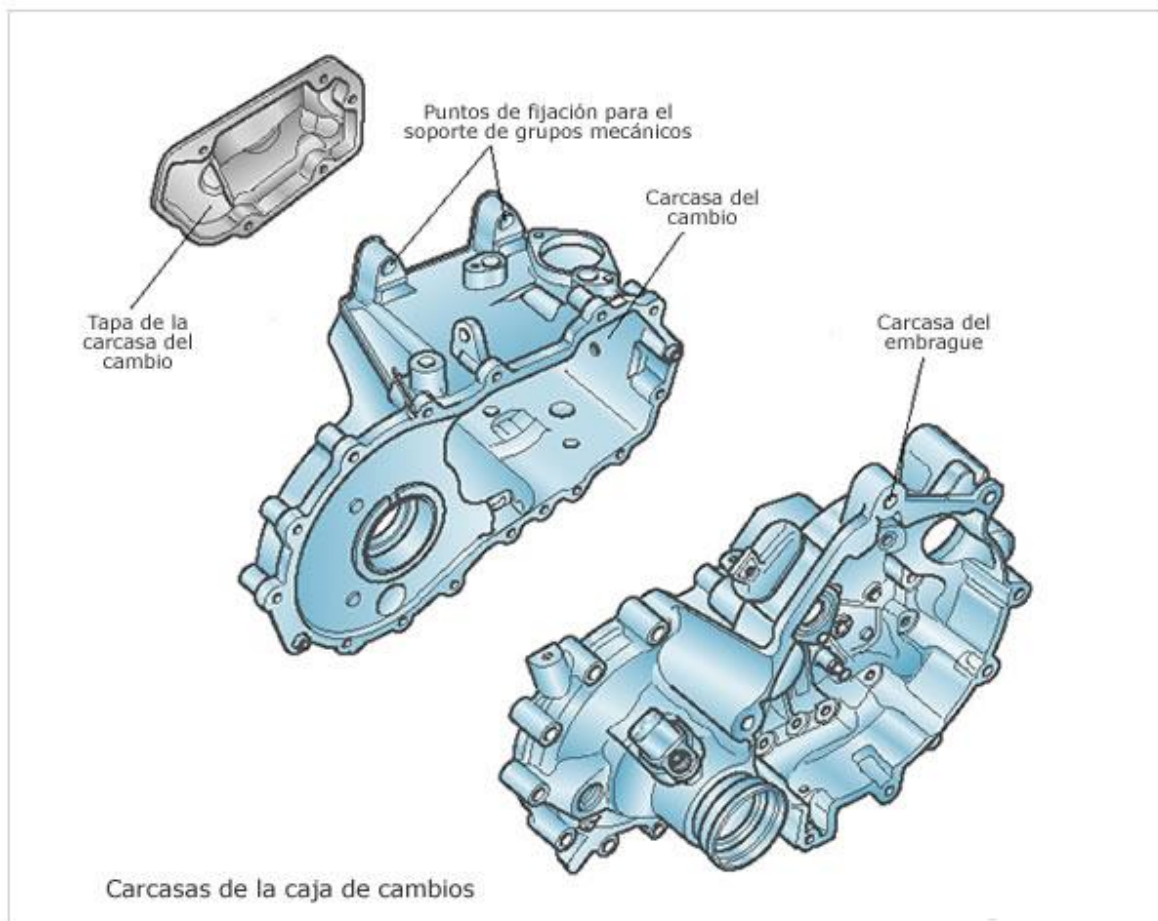


Figura 11: Carter de mecanismo y embrague

Fuente: Departamento de ingeniería Renault Cormecánica

2.3 Marco estratégico de la empresa

La empresa muestra su misión y visión a través de su MINDSET el cual es:

“Construir juntos un futuro de forma sustentable generando oportunidades para todos en una empresa que ambiciona la excelencia operacional.

Profesionales de alto desempeño es la garantía del futuro”

Además, se rige bajo cinco actitudes esenciales:

- Ambición TOP 1
- Disciplina y rigor en la ejecución
- Comunicación significativa
- Acelerar el progreso
- Liderazgo

3 Estado del arte

3.1 Siete dinámicas de cambio y ocho pasos de Kotter

Existen variadas razones en las personas para resistirse al cambio, algunos consideran, que más allá de la edad y las experiencias, también influye el nivel de educación, cultura, puesto y estado emocional del personal por lo que ante una gestión del cambio podemos notar que influye una gran cantidad de factores que deben ser considerados.

En un ámbito organizacional esto es un problema bastante frecuente, siendo en las últimas décadas de mayor interés para la gerencia poder llevar a cabo cambios efectivos y eficaces a fin de poder mantener un alto nivel de producción y calidad sin sacrificar el bienestar de sus empleados.

En el marco de un proyecto de mejora, es generalmente usado y muy aceptado el método de “Los ocho pasos de Kotter” el cual propone 8 pasos para lograr en forma exitosa la transformación de las organizaciones, que según Kotter (2013) son las siguientes:

- Establecer un sentido de urgencia
- Formar una coalición de guía poderosa
- Crear una visión
- Comunicar una visión
- Facultar a los demás para actuar sobre una visión
- Facultar para, y crear ganancias a corto plazo
- Consolidar las mejoras y producir aún más cambios
- Institucionalizar los nuevos métodos

A pesar de que este método se basa en análisis de muchos casos de gestión del cambio en el mundo, se considera que no es el más recomendable para este caso específico debido a las limitaciones con las que cuenta el proyecto.

- El impacto directo del proyecto recaerá solo en un 0,75% de los empleados de la empresa, es por esto por lo que a pesar de que se está haciendo una gestión para generar un cambio a corto plazo, se espera que este proyecto sirva de “ejemplo” para las demás células productivas por lo que a corto plazo no tiene un gran poder de impacto al hablar respecto a una organización completa.
- No se debe crear una visión, la visión es clara y la empresa la transmite en cada momento de que se genere una reunión masiva entre empleados, así como también los trabajadores de la célula tienen clara la visión del grupo de células, pero el problema radica en el no seguimiento de dicha visión o que esta se esté “borrando” con el tiempo.
- El tiempo de realización del proyecto es de un máximo de 4 meses.
- La aplicación del proyecto está restringido a solo una célula de manufactura.
- No existe un equipo para la realización del proyecto.

De acuerdo con el alcance definido, es que se propone usar como metodología de guía ante la gestión del cambio las “siete dinámicas del cambio de Blanchard” pudiendo ajustarse de mejor manera a un proyecto que pretende ser ágil y cuidando la menor interrupción posible en la producción.

Como afirma Ken Blanchard (2010), existen siete dinámicas de cambio diseñadas para ayudar ante las reacciones de cambio en las personas al plantear un escenario productivo distinto al actual:

- Dinámica 1: La gente se sentirá torpe, molesta y tímida

Siempre que se le interpela a la gente hacer cosas de una forma diferente, se irrumpen sus caminos habituales de hacer las cosas. Esto tiende a hacer que la gente se sienta tope o incomoda al luchar para eliminar las viejas respuestas y aprender nuevas. La gente quiere hacer lo correcto y teme que ello le parezca inadecuado.

- Dinámica 2: La gente al principio se concentra en lo que ellos tienen que dejar

Incluso para cambios positivos como un ascenso, o aquellos que resultan en más autonomía o autoridad, la gente se concentrará en lo que ellos perderán.

- Dinámica 3: La gente se sentirá sola aun si todos los demás pasan por el mismo cambio

Cada uno siente (o quiere sentir) que su situación es única y especial. Lamentablemente esto tiende a aumentar el sentido de aislamiento para la gente que está sufriendo el cambio.

- Dinámica 4: La gente no puede manejarse con muchos cambios

A un nivel persona, la gente que experimenta demasiados cambios en un tiempo corto puede caer en la disfuncionalidad, y en algunos casos puede llegar a estar físicamente enferma.

- Dinámica 5: La gente está en diferentes niveles de preparación para el cambio. Algunas personas prosperan y cambian, otros no ya que es amenazante para ellos. Se debe entender que cualquier cambio tendrá partidarios y gente que tiene dificultades de adaptación.
- Dinámica 6: La gente estará preocupada de que ellos no tengan suficientes recursos

La gente percibe que el cambio lleva tiempo y esfuerzo, aun si esto tiene el efecto a largo plazo de reducir la carga de trabajo. Ellos están conscientes de que hay un tiempo de aprendizaje para la mayor parte del cambio y que este puede afectar su trabajo.

- Dinámica 7: Si se reduce la presión, la gente volverá a su viejo comportamiento. Si la gente percibe que no hay seriedad en hacer las cosas de una nueva manera, ellos volverán a la vieja manera. Esta recaída de comportamiento es natural, pero tiene que ser combatida ya que no es la recaída en si el problema, sino lo que el líder hace cuando ello ocurre.

En definitiva, Blanchard (2010) propone que es importante para los líderes esperar y responder a las preocupaciones y sentimientos de los empleados, si ellos son expresados en términos de cuestiones prácticas, o respuestas emocionales.

3.2 Curva de gestión del cambio

De acuerdo con Kübler-Ross (2010) las actividades asociadas a la gestión del cambio en organizaciones que apunta a agregar valor a un producto se orientan hacia los operadores de manufactura y hacia los clientes ya que en ambos equipos existirán temores, expectativas y necesidad de reconocimiento.

La gestión del cambio está centrada en los siguientes aspectos principales:

- Administrar lo intangible

Son variables relacionadas con las personas en las que intervienen elementos sensitivos, emocionales y cognoscitivos involucrados en los procesos de cambio
- Manejar las paradojas

Ante el cambio existen sentimientos encontrados. Entre los sentimientos positivos está el interés por lo nuevo y en lo negativo el sentimiento de pérdida, los cuales generan ansiedad, dolor y miedo. La meta es que los sentimientos positivos sean mayores a los negativos con el fin de facilitar el cambio a las personas.
- Administrar la transición

El proceso de gestión del cambio busca facilitar a las personas y la organización, la transición de la situación actual a una futura esperada, mediante la generación de un ambiente propicio para el cambio.

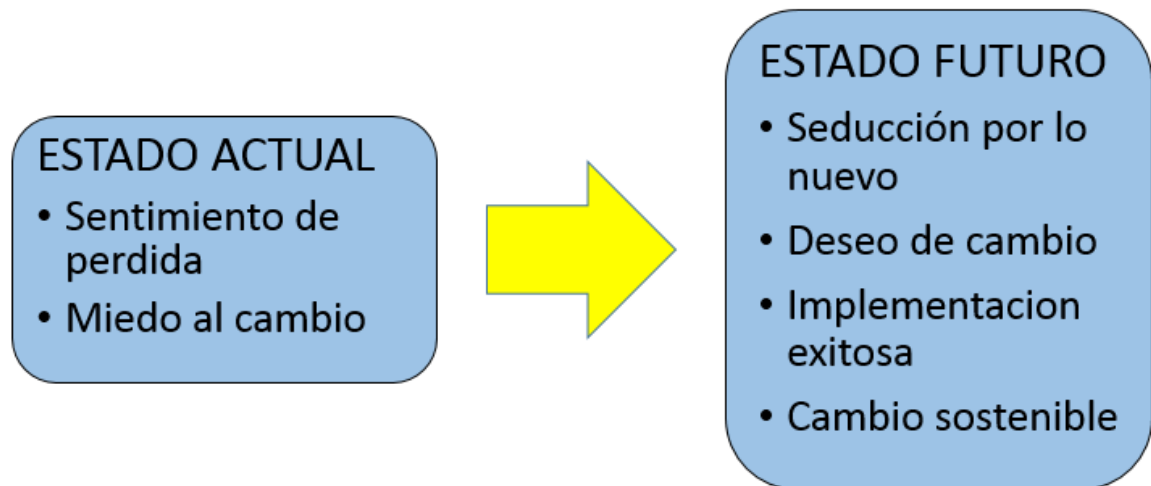


Figura 12: Estado actual y futuro

Fuente: Kübler-Ross (2010)

En general, los proyectos sin actividades de gestión del cambio presentan un ciclo de altas expectativas al inicio y durante si desarrollo enfrenta procesos de desilusión y expectativas negativas al reconocer el esfuerzo, la complejidad y los impactos que tendrá el proyecto.

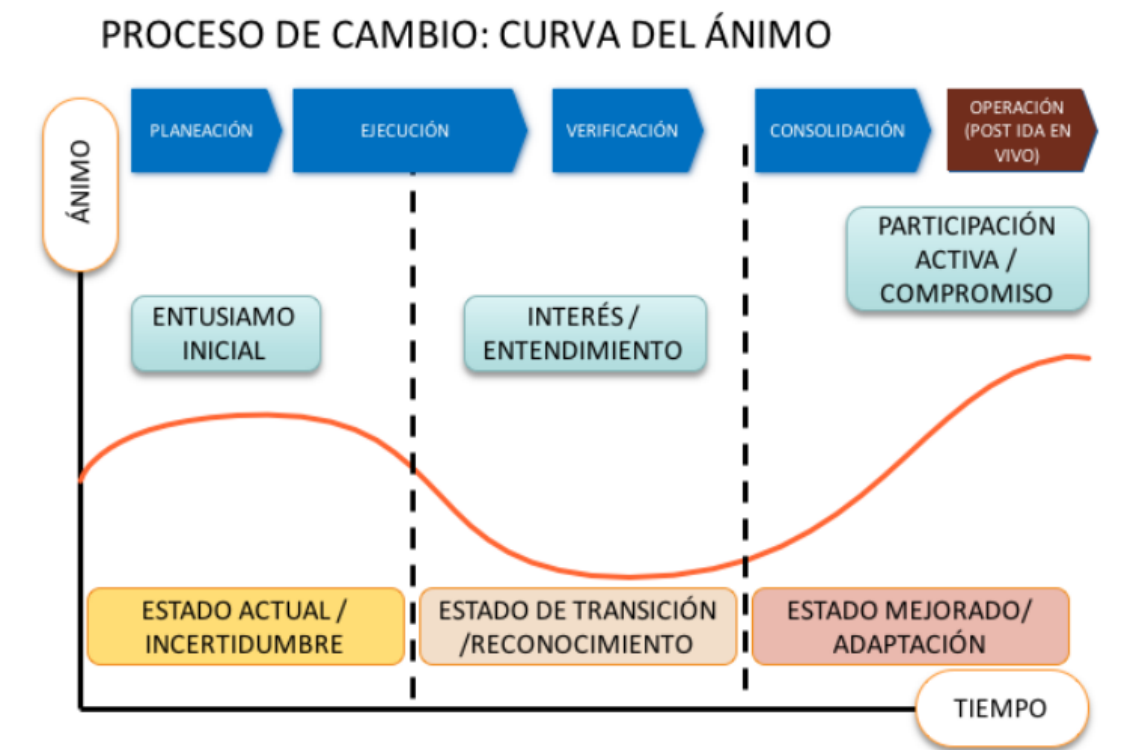


Figura 13: Curva de ánimo

Fuente: Kübler-Ross (2010)

Con actividades de gestión del cambio, se logra que a lo largo de todo el proyecto las expectativas y percepciones sobre el proyecto sean adecuadamente manejadas. Al inicio del proyecto se tendrán expectativas más aterrizadas y apropiadas a la realidad. Durante el desarrollo serán menores los momentos de expectativas negativas y se lograra anticipar los momentos de complejidad del proyecto

3.3 Principios Lean Manufacturing

El lean manufacturing es un sistema de producción basado en el Toyota Production System (TPS), originado en Japón en la empresa automovilística Toyota a mediados del siglo XX. El TPS centró sus esfuerzos en la motivación de los trabajadores, el nivel de inventario óptimo, variedad de productos, configuración de las máquinas y el cambio de herramientas en pocos minutos.

El principal objetivo de Lean Manufacturing es crear flujo de valor, lo cual implica que el producto que llegue al cliente debe ser bajo su pedido de una forma ágil, flexible y económica, eliminando aquellas operaciones que no generen valor. Este pensamiento según los autores Womac & Jones (1996), se sustenta en cinco principios fundamentales:

- Especificar el valor

El éxito de una compañía está totalmente condicionado por la aceptación del cliente por el producto o servicio brindado para satisfacer su necesidad, es decir, la adquisición de una solución. Ello radica en la propuesta de valor para el cliente objetivo, que puede ser percibido en base a la calidad constante, entrega en el momento requerido, valor agregado entre otros

- Identificar el flujo de valor

Este principio radica en identificar todos los procesos productivos, para definir aquellas actividades que generan valor y las cuales, ocasionan desperdicios (los cuales pueden ser inevitables o eliminados inmediatamente); dicho análisis involucra tanto el flujo material como el de información.

- Crear flujo

Una vez identificado los principales procesos, así como los principales desperdicios, se debe ajustar a los procesos de creación de valor, para que el valor pueda fluir a través de todo el sistema.

- Atracción

Luego de establecer el flujo de valor, la empresa debe ser capaz de producir por órdenes de los clientes, es decir, no basar la producción en pronósticos sino en lo que el cliente realmente necesita. Esto permite tener menos stock y por ende menos costo de almacenamiento

- Perfección

Al finalizar los cuatro pasos la compañía tiene el deber de buscar la perfección de una manera constante e involucrar todos los actores para que se mantenga la eficiencia.

Asimismo, la organización debe ser transparente y realizar feedback instantáneos para la mejorar los procesos.

3.3.1 Concepto de Desperdicio

El concepto de desperdicio proviene del término japonés muda, que significa pérdida, y es definido por Fujio Cho en el libro de Cuatrecasas (2010) como “todo lo que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operario, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto”.

Taiichi Ohno, ejecutivo de Toyota, identificó siete tipos de desperdicios, que están presentes en cualquier tipo de empresa y se presentan desde la recepción de la orden hasta la entrega del producto o servicio. A los siete desperdicios conocidos se agrega un octavo tipo de desperdicio que da origen a lo que en Lean se llaman 8 tipos de desperdicios, estos se detallan a continuación:

Desperdicios por Sobreproducción

Consiste en producir más de la cantidad solicitadas de un producto o antes de que esta cantidad sea pedida.

La sobreproducción es entonces producir aquello que no tiene un cliente a la espera o que se anticipa a un tiempo de entrega prevista lo que hace gastar recursos (materiales, mano de obra, métodos máquinas, etc.) de una forma inútil o antes de que sea requerida anticipando inversiones.

Toyota pudo demostrar que el detener una máquina supone un coste en cuanto a la amortización de esta (que es contable y no supone desembolso alguno) por lo que continuar produciendo incurre en costes que no fue requerido utilizar.

Desperdicios por Sobre procesamiento

Desperdicio que se genera cuando se está gastando una mayor cantidad de recursos para llevar a cabo una actividad productiva (tiempo, material, energía, etc.). Las causas para esto pueden ser muchas: no comprender lo que pide el cliente, usar métodos de trabajo no estandarizados, mala formación de los trabajadores, máquinas y/o herramientas que no están bien adaptadas al proceso

Desperdicios por Esperas

Este desperdicio se debe a las esperas que se realizan durante las diferentes actividades del proceso de una empresa, como lo son: tiempos de preparación de máquinas, tiempo de espera de órdenes, espera de insumos, tiempos perdidos por reparaciones o mantenimientos, y el tiempo perdido en tareas administrativas. En conjunto, todos estos tiempos de espera disminuyen considerablemente la productividad del proceso, en especial cuando se debe esperar la finalización de una actividad para comenzar la siguiente.

Desperdicios por Inventario

Este es uno de los más importantes desperdicios, ya que es fuente indirecta para la generación de los otros tipos de desperdicios. En este desperdicio es común encontrar acumulación de material en el lugar de trabajo, entre procesos o como producto terminado. Esto se puede deber a varias razones, entre las que se encuentra: inventarios de insumos, materias primas y repuestos; que se acumulan porque las empresas aprovechan de comprar cuando hay precios bajos, anticiparse a algún problema como huelgas, las condiciones estipuladas por fábrica respecto a los pedidos mínimos, entre otros. Todos estos excesos de existencias implican costos adicionales por el inventario inmovilizado, el espacio utilizado, transportes y manipulación para su almacenaje.

También, son un desperdicio por inventario los trabajos en proceso, los productos terminados innecesarios, trabajos en esperas de insumos, y otros; que no añaden valor a las operaciones de la empresa.

El nivel de stock de una empresa revela las ineficiencias que existen en sus procesos, como lo son: planificación incorrecta, fallos de distribución, fallos de organización, fallos de

coordinación, fallos de calidad, tiempos excesivos de preparación, averías, cadena de suministros y esperas.

Por lo que tener un nivel de inventario descontrolado en una empresa, puede ser fuente de generación de otros tipos de desperdicios.

Desperdicios por Movimientos

Este desperdicio corresponde a todos los movimientos físicos que el personal realiza en exceso. Esto se puede deber a falta de planificación ergonómica y estaciones de trabajo mal diseñadas, que puede provocar cansancio o fatigas musculares.

Los movimientos innecesarios del personal que debe trasladarse para buscar materiales, herramientas o documentos, para poder ejecutar su tarea, no agregan valor, por lo que los objetos de trabajo deben colocarse en el lugar más conveniente para que el trabajador pueda realizar su labor.

Por lo tanto, todos los movimientos sin valor agregado de gente, materiales, piezas o máquinas son un desperdicio que reduce la producción por unidad de tiempo.

Desperdicios por Transporte

Este desperdicio se presenta cuando los materiales, herramientas o documentos se encuentran lejos del lugar de trabajo, teniendo que desplazarse largas distancias y desperdiciando tiempo de producción.

Por su parte, este desperdicio está directamente relacionado con una mala distribución de la planta o el diseño de los procesos de producción. Todo esto conlleva una sobreutilización de mano de obra, transportes y energía.

Desperdicios por defecto

Este desperdicio se presenta cuando productos o servicios son rechazados en el proceso o por el cliente final, debido a la ausencia de calidad, involucrando posible nuevo consumo de materias primas, tiempo de producción e incluso sobre procesos por corrección de defectos.

Desperdicios por Talento Humano

Este tipo de desperdicio y se presenta en las organizaciones cuando no aprovechan la inteligencia y capacidad de sus recursos humanos para agregar valor, por ejemplo, cuando las ideas y sugerencias de los trabajadores no son recogidas y consideradas dentro del proceso normal de la empresa.

Este desperdicio puede estar presente si la empresa no tiene bien definidos sus perfiles de cargos con las respectivas funciones que deben desempeñar sus trabajadores, por lo que puede ser que algunos colaboradores estén sobre capacitados para sus cargos y viceversa. A lo último se agrega la falta de capacitación, o un programa de capacitación que no está alineado con las necesidades reales de los trabajadores y la empresa.

3.1.2 SMED

En los procesos de producción pueden presentarse problemas debido a la falla de equipos utilizados o tiempos excesivos de preparación, aunque estos problemas se pueden mitigar en el momento programando un mayor volumen de producción se afecta de forma directa la flexibilidad de la empresa, según los pedidos que se reciban (Shingo; 1990)

Una alternativa de solución a estos problemas es la metodología SMED (Single Minute Exchange Die) la cual se basa en la reducción de tiempos de preparación a fin de trabajar con lotes más pequeños y tener tiempos de fabricación más cortos, lo cual significa una mejora en los tiempos de entrega de pedidos.

El método SMED consta de cuatro etapas de desarrollo:

- Separación de actividades internas y externas
- Convertir operaciones internas en operaciones externas
- Organizar las operaciones externas
- Reducción de tiempo de realización de operaciones internas

A) Separación de actividades internas y externas

La preparación interna es el setup del equipo cuando la máquina no está funcionando (máquina parada). Por otra parte, la preparación externa es el setup del equipo cuando la máquina está funcionando

La primera etapa del SMED separa las actividades que pueden ser realizadas cuando la máquina está en marcha, y las actividades que necesitan obligatoriamente que la máquina esté preparada.

B) Convertir operaciones internas en operaciones externas

Previamente, se tiene que evaluar si existe la factibilidad de realizar algunas operaciones mientras la máquina está funcionando, respetando los criterios de seguridad que no afecten a la calidad de los productos ni la seguridad de los operarios

El análisis de las operaciones internas y externas permitirá saber si hay operaciones que actualmente son realizadas con la máquina parada pero que podrían ser utilizadas con la máquina en funcionamiento, siempre que sea posible, de forma que se reduzcan los tiempos muertos de producción

C) Organizar las operaciones externas

Las herramientas utilizadas en las operaciones hechas cuando la máquina está en funcionamiento deben estar al alcance del operario y cerca de la máquina en donde son realizadas las operaciones, Para que de este modo se reduzcan tiempos de realización en cada operación

D) Reducir el tiempo de realización de las operaciones internas

Se realiza una estandarización de los procesos de ajuste realizados en las operaciones con la máquina parada. Esta etapa trata principalmente de realizar mejoras en los procedimientos actuales de ajuste para mejorar la calidad de los trabajos y reducir el tiempo de máquina parada.

3.1.3 PDCA: Plan – Do – Check – Act

En todo tipo de mejora o cambio en la forma de trabajo es necesario desarrollar actividades que marquen un orden lógico que organice todo el proceso. Es preciso identificar los procesos y analizar cada paso para lograr los objetivos, considerando las acciones correctivas, preventivas y los requerimientos de los mismos empleados, la empresa y los clientes. PDCA (o PHVA en español) es un modelo de gestión para el control y la mejora continua de procesos o productos. Este método es también conocido como el ciclo de Deming o ciclo de Shewhart y se basa en los principios de la calidad total, es decir, que toda la compañía se encuentre permanentemente comprometida con los objetivos, analizando las necesidades y expectativas para satisfacer estas temáticas mediante mejoras organizacionales. Esta metodología es aplicada constantemente en empresas debido a su esquema de gestión coherente y al énfasis en el mejoramiento continuo. Ishikawa, K. (1997). uno de los máximos expertos japoneses en calidad, afirmó que la esencia de la Calidad Total reside en la aplicación repetida del proceso PDCA hasta la consecución del objetivo. La teoría del ciclo de Deming suele representarse habitualmente por un proceso circular que representa la continua evolución del ciclo ya que, al igual que una rueda, este ciclo debe estar permanentemente en movimiento. PDCA ha sido muy utilizado para la implantación de sistemas de mejora continua, ya que permite analizar y mejorar los servicios al reducir costos, mejorar calidad de procesos y productos, aumenta competitividad, etc.

Este modelo describe cuatro pasos fundamentales a seguir para conseguir mejorar la calidad de cualquier proceso, de forma que una vez cumplidos los 4 pasos se puede reevaluar la situación y comenzar nuevamente el ciclo para buscar nuevas mejoras.

En el siguiente diagrama se aprecia las cuatro etapas del ciclo de Deming:

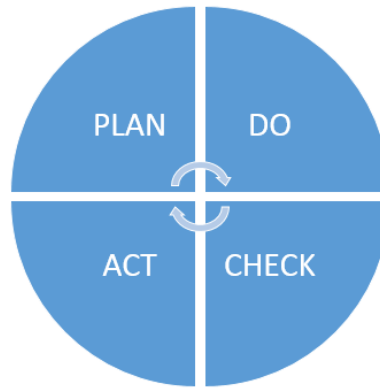


Figura 14: Ciclo PDCA

Fuente: Walton, M., & Deming, W. E. (2004).

Estas cuatro fases que se desarrollan de forma cíclica hasta cumplir los objetivos, según:

Plan – Planificar:

Al reconocer una posible mejora lo primero a realizar es el plan de mejora, donde se establecen los objetivos y los procesos a realizar para poder llevar a cabo lo requerido, es decir, se planifican los cambios que se pretenden alcanzar al establecer una estrategia con objetivos bien definidos para facilitar el control de los resultados. Luego de definir los objetivos se debe definir los métodos a utilizar para alcanzarlos. Según José M. Walton, M., & Deming, W. E. (2004). se pueden mencionar los siguientes puntos como parte de la etapa de planificación:

Recopilar datos: Se debe investigar los síntomas, los involucrados, los datos necesarios, la forma de obtenerlos, qué y cómo se medirá, definir indicadores, entre otros temas.

Elaborar el diagnóstico: Se deben ordenar y analizar los datos: ¿Qué pasa y por qué pasa? ¿Cuáles son los efectos y las causas que los provocan? ¿Dónde se originan y por qué?

Elaborar pronósticos: Se deben predecir resultados frente a posibles acciones o tratamientos y frente a varias opciones se adopta la que se considere mejor.

Planificar los cambios: Se deben decidir, explicitar y planificar las acciones y los cambios a instrumentar: ¿Qué se hará? ¿Dónde? ¿Quiénes? ¿Cuándo? ¿Con qué? ¿Cuánto costará?

Do – Hacer:

Se realizan los cambios propuestos en la planificación anterior ejecutando los procesos o haciendo los productos, es preferible realizar esto a pequeña escala para analizar los resultados y realizar ajustes de ser necesario. Durante este periodo se realiza la educación y formación de los cambios a los involucrados para incentivar el aprendizaje, solucionar dudas e identificar a los responsables. Se efectúan los cambios para obtener datos y poder llevar a cabo luego la etapa de “verificación”.

Check – Verificar:

Se analizan los resultados y se compara con la situación original y la esperada para medir los niveles de mejora o cambios y determinar si se cumplen los objetivos. Se buscan cambios en el plan en caso de ser preciso para satisfacer al máximo las necesidades de mejora. Luego de esta etapa es posible realizar evaluaciones económicas para medir la conveniencia de los cambios.

Act – Actuar:

Se toman acciones sobre lo aprendido en la etapa anterior. Si no se han realizado los cambios satisfactoriamente entonces el ciclo comienza nuevamente haciendo los cambios correspondientes a la primera etapa (Plan), esto es repetido hasta estar satisfecho con el resultado.

En “El método Deming en la práctica” de Walton, M., & Deming, W. E. (2004); se expone que este ciclo representa trabajo en proceso más que tareas o problemas en específico, ya que los procesos no pueden resolverse, sino que mejorarse. Debido a que cada compañía tiene necesidades diferentes, es que el ciclo de Deming es considerado una guía mediante la cual las compañías pueden trazar su camino hacia las utilidades y productividad.

Este ciclo se ve relacionado constantemente con la norma ISO 9001 (determina los requisitos de los Sistemas de Gestión de Calidad), ya que esta norma se basa en los elementos de

administración de calidad que una empresa debe poseer para tener un sistema que permita administrar y mejorar constantemente la calidad de sus productos o servicios. Según la ISO 9001:2015, todo sistema de Gestión de Calidad certificado debe aplicar la metodología de la mejora continua de forma sistematizada, siendo nombrada explícitamente PDCA como herramienta básica para la mejora continua. Como se ha mencionado anteriormente, esta metodología está ligada a la gestión de la calidad por lo que se acostumbra a utilizar esta herramienta como base para comenzar a realizar cambios y mejoras en los procesos. Una de las formas de mejora en que suele aplicarse es en la mejora de herramientas tecnológicas, ya que estas deben ser actualizadas constantemente producto de las exigencias que la modernidad trae consigo. Esto se relaciona directamente con la gestión del conocimiento y la búsqueda de la mejora continua, ya que con PDCA se enfocan tanto los recursos físicos como los intelectuales para lograr cambios en los procesos y conseguir los objetivos propuestos.

Aja Quiroga, L. (2002), menciona lo siguiente; “En el mundo de los servicios de información, las ideas de la calidad no deben vincularse sólo con la tenencia de recursos tecnológicos. Si el usuario/cliente no recibe los servicios como él los solicita y los espera, el fracaso es seguro”.

3.1.4 FODA

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que en su conjunto diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa; es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla siendo una herramienta de gestión que facilita el proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implementación de acciones y medidas correctivas, y para el desarrollo de proyectos de mejora. El nombre FODA, responde a los cuatro elementos que se evalúan en el desarrollo del análisis: las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Las oportunidades y amenazas corresponden a factores externos a la organización, las fortalezas y las debilidades al ámbito interno; la correcta identificación de dichos factores permite la construcción de escenarios anticipados para rectificar las

desviaciones de los objetivos de la empresa. permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. Thompson (1998) establece que el análisis FODA estima el hecho que una estrategia tiene que lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación de carácter externo; es decir, las oportunidades y amenazas.

3.1.5 Diagrama SIPOC

Eckes (2004) define al diagrama SIPOC como una representación que muestra de manera gráfica los pasos actuales del proceso que se ha escogido para mejorar. Comprende cinco categorías principales:

S: Proveedores del proceso

I: Insumos que recibe de los proveedores

P: Proceso a evaluar y las actividades que lo componen

O: Producto de salida en cada actividad

C: Cliente

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales.	Ordenes de compras. Facturas.	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reportes financieros	Departamento financiero corporativo

Figura 15: Ejemplo diagrama SIPOC

Fuente: <https://www.pymesycalidad20.com/sipoc-un-diagrama-de-lo-mas-util-para-mapeo-de-procesos.html>

3.1.6 Poka Yoke

Denominado a prueba de errores, en japonés evitar (yokeru) errores inadvertidos (poka). Según Hirano citado por Villaseñor & contreras (2007)

Asumiendo las tareas repetitivas en acciones que dependen de la memoria, pokayoke puede liberar el tiempo y la mente de un trabajador para que se dediquen a actividades creativas o que añaden valor

Las técnicas Poka Yoke pretenden eliminar los defectos en dos posibles estados o ámbitos de trabajo, antes de que ocurra y una vez ocurridos; es decir en la producción y en la supervisión, por medio de (predicción, alarma, parada o control). Muchas de estas técnicas hacen posible la inspección al 100% incorporando mecanismos económicos.

Existen tres tipos de Poka Yoke:

- Tipo contacto
El uso de formas, dimensiones o algunas otras propiedades físicas para detectar el contacto o no contacto de una parte especial.

- De numero constante

En caso de que un número de movimientos o actividades no son hechos una señal de error se dispara.

- De secuencia de desempeño

Asegura que los pasos a realizar se ejecutan en el orden correcto

A continuación, se presentan los tipos de errores en los que es requerido un Poka Yoke

Errores	Ejemplos
Errores por olvido	Un trabajador puede olvidar ensamblar una pieza, o cambiar de herramienta.
Errores por desconocimiento o inexperiencia	Se puede utilizar mal una máquina o herramienta por desconocimiento o inexperiencia
Errores de identificación	Se puede montar una pieza incorrecta porque no se ha visto bien o porque no es fácil distinguirla de otras
Errores voluntarios	El operario puede ignorar reglas o procedimientos pensando que no pasara nada
Errores por inadvertencias	El operario puede distraerse y confundir distintas piezas o herramientas con las que trabaja
Errores por lentitud	El operador puede tardar demasiado en realizar determinadas tareas y hace que los productos se deterioren
Errores debido a la falta de estándares	No está claro que hay que hacer en cada caso y determinadas medidas o tareas se realizan según el propio juicio del operario

Errores por sorpresa	A veces una máquina puede funcionar defectuosamente sin dar muestras de anomalías
Errores intencionales	Algunos operarios pueden cometer errores deliberadamente (sabotaje)

Tabla 2: Errores en los que se requiere un Poka Yoke

Fuente: <http://www.autracen.com/poka-yoke-y-la-mejora-continua/>

En general para la aplicación de un Poka Yoke el principio fundamental como regla es no aceptar defectos, no hacer defectos y no dejar pasar defectos.

3.1.7 5S

Según Villaseñor & Galindo (2007) “las cinco S se refiere a cinco palabras en japonés que describen una metodología útil en el lugar de trabajo, conducen a tener una mayor eficiencia en el trabajo basándose en el control visual y la producción Lean”

Esta metodología compromete a todo un equipo de trabajo tanto a la gerencia como al nivel operativo promoviendo la eficiencia y creatividad, esta es quizás una de las metodologías de trabajo más utilizadas debido a que asegura que las áreas de trabajo se mantengan limpias y ordenadas de forma sencilla; teniendo como objetivo principal reducir el tiempo de ejecución de las tareas siendo la base de la mejora continua. La definición de cada S se encuentra a continuación según Cruelles (2013):

- Seiri (clasificar)
Refiere a separar lo necesario de lo innecesario. Esta etapa consiste en identificar los elementos necesarios de los innecesarios en el área de trabajo, separarlos y deshacerse de los últimos evitando que vuelvan a aparecer.
- Seiton(ordenar)
Implica organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se debe definir el lugar de ubicación de estos elementos e identificarlos para facilitar la búsqueda.

- Seiso (limpiar)
Da una idea de anticipación para prevenir los defectos. Es decir implica dar mantenimiento a los objetos. Estableciendo la frecuencia para dicha limpieza e involucrando el compromiso individual del personal.
- Seiketsu (estandarizar)
Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales.
- Shitsuke (disciplina)
Tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación de normalización (Rajadell & Sánchez, 2010)

3.2 Diagrama Ishikawa

El diagrama Ishikawa o causa y efecto es una herramienta utilizada para un entendimiento completo sobre una problemática y para la presentación de las relaciones entre un efecto dado y sus causas potenciales. Las muchas causas potenciales son organizadas en categorías principales y subcategorías, de manera que la presentación parece el esqueleto de un pescado, por lo tanto, esta herramienta y también es conocida como “Diagrama espina de pescado”

La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan al problema que se encuentra bajo análisis, y de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. Esta herramienta de calidad ayudara a no dar por obvias las causas, sino que hará que una gran problemática se pueda abordar desde distintas perspectivas, al momento de realizar este diagrama es también importante tomar en cuenta como factor 6M:

- Métodos
- Medio ambiente
- Materiales
- Mano de obra
- Maquinaria
- Mediciones

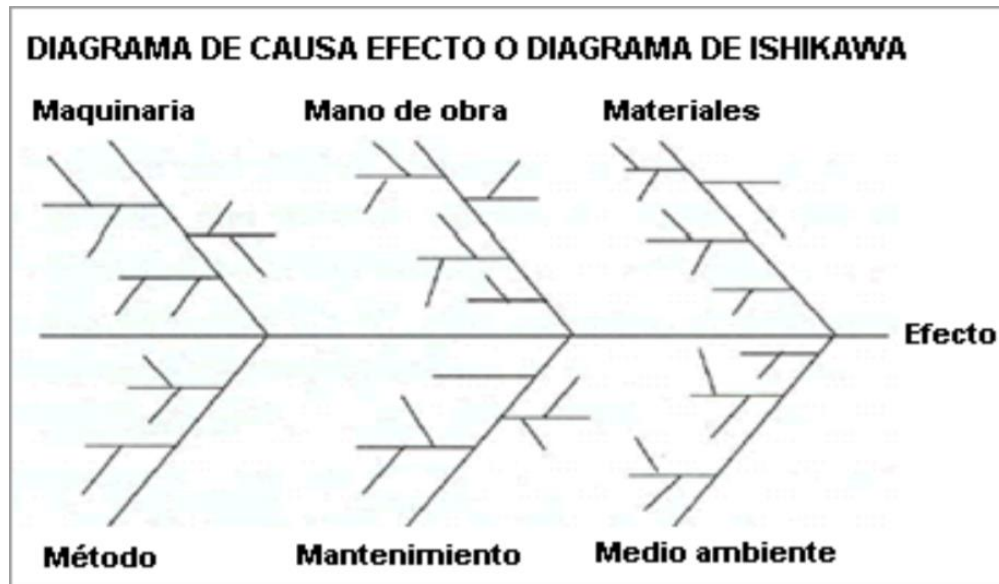


Figura 16: Diagrama causa efecto o diagrama Ishikawa

Fuente: Herramientas y Métodos de la Calidad. <http://www.aiteco.com/herramie.htm>

3.3 Los 5 porque

La técnica de “los 5 porque” (también llamada “escalera de porqués”) es un método que consiste en hacer preguntas a fin de saber una relación causa-efecto en un problema específico. El objetivo de este método es poder determinar la causa raíz de un problema o defecto para poder solucionarlo.

Este método se basa en un proceso de trazabilidad, donde se realizan preguntas a fin de analizar posibles causas de problema, caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema. Se debe tener en cuenta que no tienen que ser exactamente 5 preguntas, sino que esto dependerá de la complejidad causal del problema. Este análisis puede ser aplicado en la resolución de un conflicto, para una toma de decisiones o realizar un diagnóstico.

3.4 Mantenimiento presente en la empresa

TPM se define como un enfoque administrativo gerencial se soporte al mantenimiento predictivo, con información de la producción, que se enfoca en la eliminación de las pérdidas asociadas con fallos(paradas), calidad y costos de los procesos industriales, para tener

equipos de producción siempre listos. Este modelo japonés se define como participativo, donde la responsabilidad de la producción recae en toda la estructura de la empresa y pasa de la inspección a la prevención Pinto (2010).

La metodología del TPM es soportada por un buen número de técnicos en gestión, además establece las estrategias adecuadas para el aumento continuo de la productividad, con miras a lograr afrontar el éxito y competitividad, el proceso de internacionalización y apertura de la economía García (1992)

Actualmente la empresa cuenta con una gestión activa del TPM y estando presente en todos los niveles productivos, destacando 3 tipos de mantenimiento en su actuar:

Mantenimiento a la falla

Es el mantenimiento del día a día necesario para mantener las máquinas operativas ante una falla inesperada, se realiza por parte de técnicos eléctricos y mecánicos con el objetivo de que las paradas sean del menor tiempo posible.

Mantenimiento autónomo

Consiste en una serie de revisiones a una máquina o instalación para evitar la interrupción de la producción o un problema de seguridad, este se realiza por parte del operador sin el uso de herramientas, este solo debe revisar la conformidad de indicadores de la máquina en base a un diagrama con los indicadores a revisar de cada máquina y avisar de una inconformidad en caso de ser encontrada.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la serie de trabajos que se desarrollan en alguna máquina o instalación para evitar interrumpir el servicio que proporciona. Esta serie de trabajos generalmente se derivan de las instrucciones que dan los fabricantes al respecto, y los puntos de vista que se tienen de los técnicos de mantenimiento según la especialidad (González & Ochoa, 2005).

3.5 Célula de manufactura

Una célula de manufactura es una unidad de trabajo más grande que una máquina o un sitio de trabajo individual pero más pequeña que el departamento. Típicamente, tiene de 3 a 12 personas y 5 a 15 sitios de trabajo en un arreglo compacto SEKINE Y KENICHE (1993).

Una célula de manufactura son todas las operaciones necesarias para producir un componente o subensamble de partes realizadas cerca para permitir la retroalimentación de operadores.

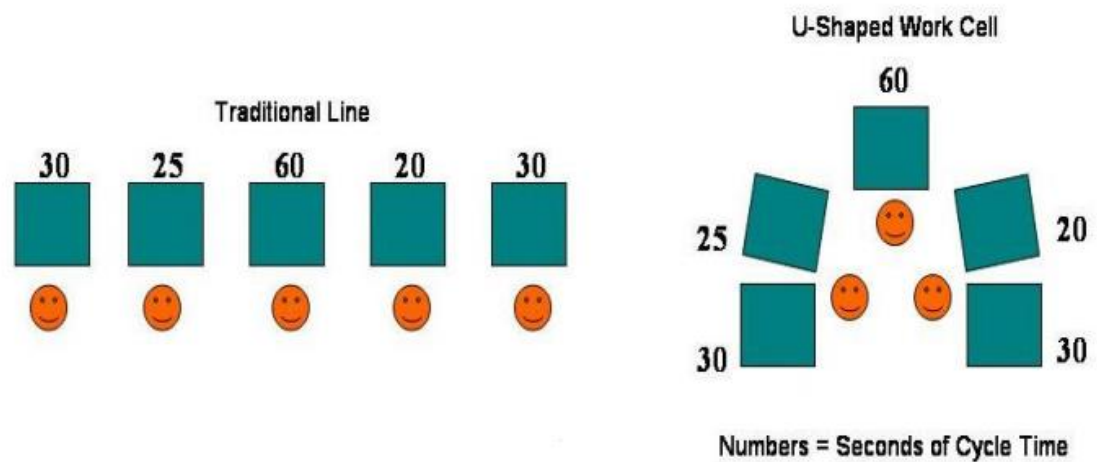


Figura 17: Línea de producción tradicional versus célula de manufactura

Fuente: <http://www.rtcollectors.com>

Según Suzaki (1987). A medida que se desarrolla un Layout orientado hacia el producto, y los operadores pueden manejar múltiples procesos, con frecuencia lo más lógico es organizar la distribución en forma de “U”, permitiendo que estos fabriquen y trasladen las piezas una por una. Este proceso se denomina producción en flujo de una sola pieza, una línea en forma de “U” reduce el mínimo de tiempo que debe caminar el operador y la distancia que tiene que recorrer. Ahora si las máquinas se disponen en forma de “I” o de “L”, los operadores pueden tener sensación de que les fatiga caminar demasiado, y quizás empiecen a manejar las máquinas en modalidad de producción por lotes.

Según Cuatrecasas (2013). La implantación de células en “U” permite una rápida y fácil adaptación de la producción a volúmenes y modelos de productos distintos. Introduciendo o removiendo trabajadores de la línea puede adaptarse la producción al tiempo de ciclo requerida para ella. Un aspecto importante de la distribución en “U” es que la entrada y salida

de la línea se hallan a la misma altura, con posibilidad de ser controladas simultáneamente, lo que asegurará el equilibrado de flujos de la línea y, también, facilitará que un trabajador pueda hacerse cargo de la primera y última tarea del proceso, sin tener que recorrer una gran distancia (desperdicio en movimiento) para ir de una a otra.

En la siguiente tabla se describen los pre- requisitos y características de una célula de manufactura:

Pre- requisitos	Características
Tiempos bajos de montaje o preparación	Mas dependiente de la gente que de las máquinas
Volumen suficiente	Operadores se balancean con base en el tiempo de ciclo
Habilidad de solución rápida de problemas en línea	Equipo flexible
Agrupación por familias de producto	Mover pequeñas cantidades en distancias cortas
Entrenamiento multifuncional a operadores	Distribución compacta

Tabla 3: Pre- requisitos y características célula de manufactura

Fuente: Zanabria, 2015, 27.

3.5.1 Ventajas de la distribución por célula:

- Operarios altamente capacitados
- Menor inversión en maquinaria
- Permite cambios frecuentes en el producto
- Se adapta a una gran variedad de productos
- Flexibilidad en operaciones de acuerdo con la demanda
- Impacto positivo en la ergonomía de trabajo
- Disminución del trabajo en proceso

- Se mantiene continuidad de operación
- Reducción tiempos de formación
- Mejora en calidad de productos
- Reducción tiempo de formación
- Creación de espíritu de trabajo en equipo: mejora la motivación y productividad en la célula

3.5.2 Desventajas de la distribución por célula:

- Aumenta cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje
- Control de producción más complicado
- Baja utilización de máquinas
- Mano de obra costosa
- Las familias de piezas deben tener una demanda constante

3.6 Estandarización

La estandarización junto con las 5S y SMED son cimientos principales del Lean Manufacturing sobre los que deben fundamentarse el resto de las técnicas que se describen más arriba. Una definición precisa de lo que significa es la siguiente:

“Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas, máquinas, materiales, métodos, mediciones e información con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápido”

La estandarización en el entorno de fabricación japonesa se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua, probablemente la principal herramienta de éxito para una empresa hoy en día. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación, se mejora, se verifica

el efecto de la mejora y se estandariza un nuevo método. La mejora continua es la repetición de este ciclo. En Este punto reside una de las claves del pensamiento Lean “Un estándar se crea para mejorarlo”

Este concepto de estándar es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular. Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de las 6M debe existir un estándar. Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los siguientes cuatro principios:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir.
- Procedes de mejoras hechas con las mejoras técnicas y herramientas disponibles en el momento.
- Garantizar su cumplimiento
- Considerar siempre como un escalón de partida para mejoras posteriores

4 Esquema de metodología

Para la metodología de trabajo, se establecen los pasos separados en etapas que permitan mejorar el indicador de RO en la célula a elegir, este método se crea sobre la base de lo descrito por Wildemuth (2009), donde señala los distintos métodos de recopilación de información.

A continuación, en la Figura 18 se presenta un esquema de la metodología propuesta para la realización de este proyecto de mejora.

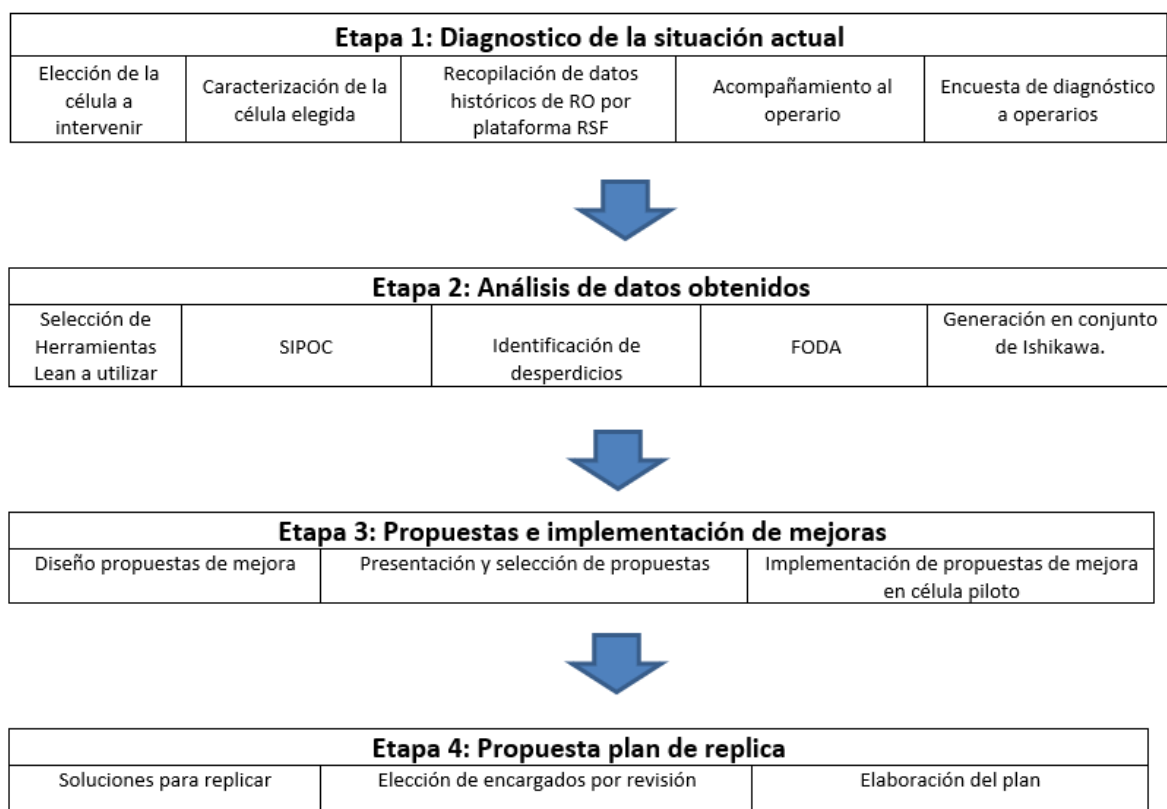


Figura 18: Esquema metodología

Fuente: Elaboración propia.

5 Diagnóstico

5.1 Situación actual

El área en la que se desarrollara este proyecto es la de APW (Alliance Production Way), el objetivo principal es “Mejorar la rentabilidad y la competitividad de la empresa de manera sostenible”, por lo que es un área que interactúa de forma activa con toda la empresa, ante esto se da la oportunidad de elegir una célula de manufactura en la que se pueda implementar un plan de mejora.

Cada sector está asociado a la producción de una familia o pieza, en grupos de células de manufactura donde cada grupo de células y sector de procesos adicionales tienen el nombre de UET “unidad técnica elemental”, existiendo células dedicadas al mecanizado en “blando” y otras al mecanizado en “duro” siendo cinco grupos de células o UET:

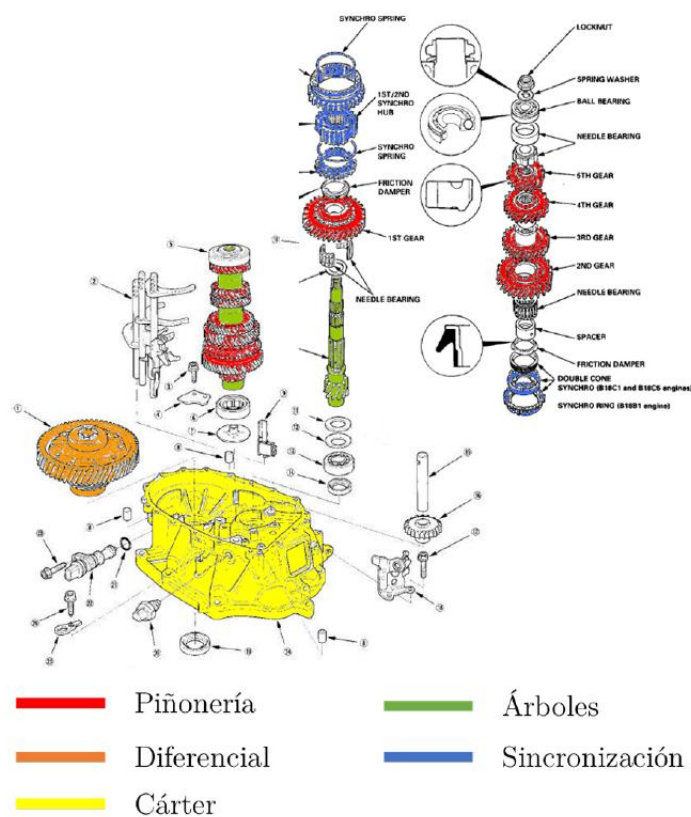


Figura 19: Las 5 piezas mecanizadas en Cormecánica

Fuente: Elaboración propia.

- Piñonería
- Árboles
- Diferencial
- Sincronización
- Cáster

A continuación, se muestra la disposición de los grupos de células en la empresa:

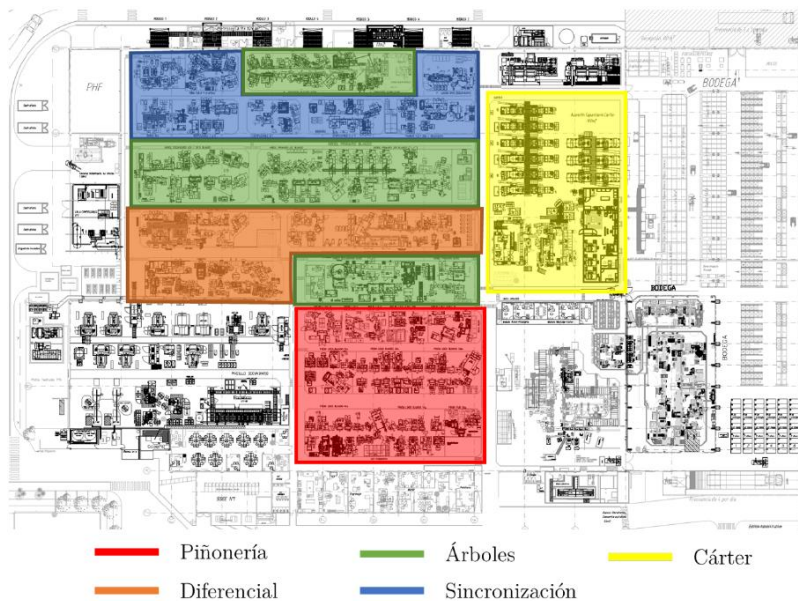


Figura 20: Disposición de los 5 grupos de células de manufactura

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al proceso de fabricación de estas piezas, todas pasan por un proceso de mecanizado en la fábrica Cormecánica, ya sea a partir de una pieza de forja, o a partir de una pieza pre-mecanizada, como es el caso por ejemplo del cárter o del porta corona.

Las piezas de acero, es decir, la totalidad de las piezas mecanizadas menos el cárter, tienen 3 etapas principales:



Figura 21: Proceso general de fabricación piezas

Fuente: Elaboración propia.

El primer mecanizado da a los componentes sus principales dimensiones y tolerancias geométricas según las exigencias del plano, luego son llevadas a tratamientos térmicos, donde se les hace una carbo-nitruración que mejora su resistencia al desgaste y aumenta la dureza sustancialmente.

Después de pasar por los hornos, la totalidad de las piezas pasan por un granallado de limpieza, una técnica de tratamiento superficial por impacto con el cual se puede lograr un excelente grado de limpieza y simultáneamente una correcta terminación superficial. En algunos casos específicos, las piezas pueden pasar por un granallado “Shot Peening” proceso que aumenta la resistencia a la fatiga de los engranajes principalmente. Igualmente se puede complementar por un fosfatizado, proceso mediante el cual los fosfatos de manganeso reaccionan con el metal base para ofrecer una barrera química contra la corrosión y como beneficio secundario produce un efecto auto lubricantes y retenedores de aceites.

Para finalizar, las piezas pasan en el proceso de mecanizado en “duro” o mecanizado de acabado que permite corregir las cotas que sufrieron de variaciones debido al tratamiento térmico.

5.1.1 Elección de célula a intervenir

El siguiente grafico fue realizado con los datos extraídos de la plataforma RSF plataforma usada mundialmente por el grupo Renault, esta recaba los datos de producción por hora para cada una de las células de la empresa. El periodo de estudio elegido para la observación de la situación actual fue entre los meses Enero y mayo del año 2019.

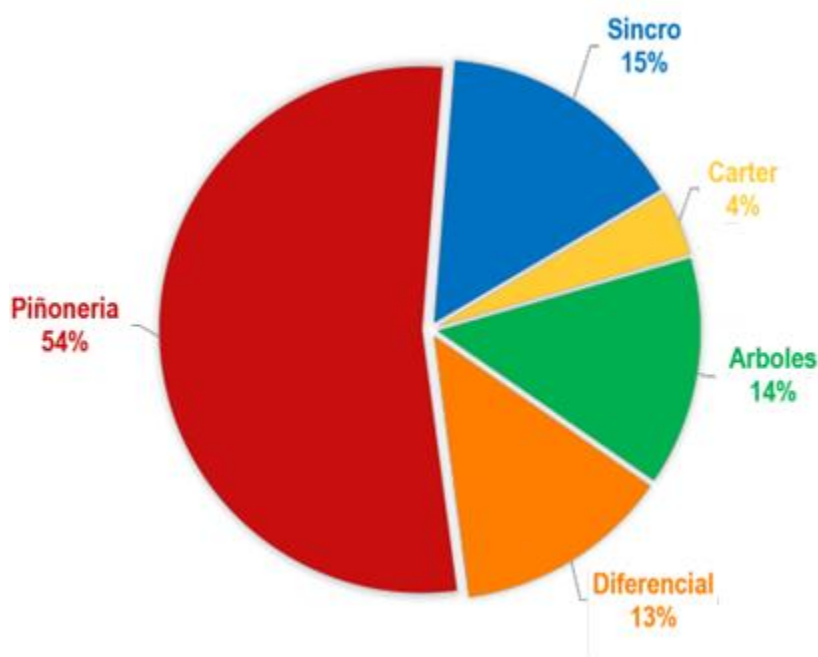


Figura 22: Proporción No Ro en porcentaje Enero-Mayo

Fuente: Departamento de APW Renault Cormecánica.

De acuerdo con lo anterior se puede apreciar que el sector de piñonería es el que tiene un mayor porcentaje de No Rendimiento operacional (No RO) con un 54% lo que implica que este grupo de células o UET es el menos eficiente de la empresa por lo que este sector será el foco de atención para la realización del proyecto.

Dentro del sector de piñonería se encuentran las siguientes células:

- Sector “blando”
 - Piñón loco de primera
 - Piñón loco de segunda

- Piñón loco de tercera
 - Piñón loco de cuarta
 - Piñón loco de quinta
 - Piñón fijo de quinta
- Sector “duro”
 - Piñón loco 3/4/5
 - Piñón loco 1/2/4
 - Piñón loco 5

Surge la necesidad de determinar qué sector de mecanizado es más crítico, “blando” o “duro”. Para lo anterior se utilizó el indicador de rendimiento operacional para dar a conocer los resultados de las distintas células en actividad para los meses estudiados.

En siguiente grafico se puede observar que, las células perteneciendo al mecanizado en “blando” tienen un rendimiento operacional sumamente menor a las del mecanizado en “duro”. Las primeras tienen un promedio del 65% en RO mientras que las segundas tienen en promedio un 82,5%. Es importante mencionar que el objetivo 2019 para la empresa es de un 80% en piñonería “blando”.

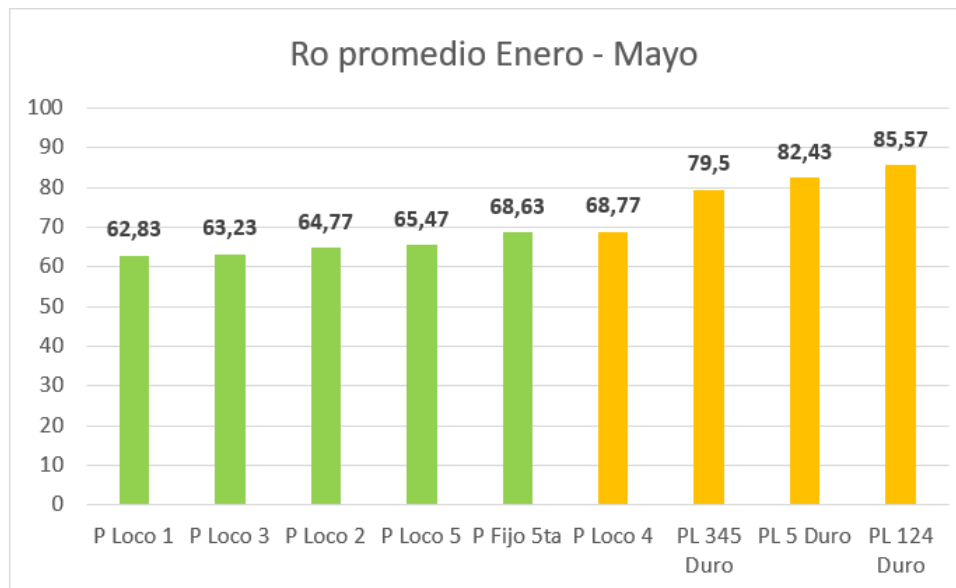


Figura 23: RO promedio por célula Enero-Mayo

Fuente: Plataforma RSF Renault Cormecánica

La elección de la célula se toma en base a cuatro criterios de siendo estos: etapa de proceso, eficiencia resistencia al cambio y visualización, se elige la célula “Piñón loco cuarta blando”:

- El grupo de células en “blando” son etapas del proceso general que se encuentran “aguas arriba” son las más importantes ya que un problema o retraso en ella se desencadena en un mayor inconveniente “aguas abajo” del proceso, es por lo anterior que se decide una célula en “blando”
- Se define en conjunto con el departamento de APW el sector de piñonería debido a que es el grupo de células que tienen el mayor No Ro de todos los grupos con un 54% teniendo la eficiencia más baja y que también la UET que debe realizar la mayor cantidad de operaciones en cada pieza por lo que se tienen altos requerimientos de calidad. De acuerdo con esto es que el sector de piñonería es el más importante al momento de buscar una oportunidad de mejora.
- La célula piñón loco cuarta “blando” al ser la que tiene el mayor RO del grupo de células que la rodea se presumen que hay factores positivos tanto en las personas

como en los procedimientos que hacen que influya en el RO por lo que al momento de plantear mejoras se tendrá una menor resistencia al cambio.

- De acuerdo a la conformación del grupo de células, la célula piñón loco cuarta “blando “ es la más vista por operadores y administrativos ya que queda la entrada de las oficinas desde la fábrica y junto a los cuadros de indicadores de KPI’s los cuales son vistos tanto por las gerencias y supervisores, así como también las visitas que llegan al lugar por lo que se pretende que al realizar ese plan de mejora la célula elegida sea una “célula piloto” para las demás y que con esto se inspire el cambio y una nueva actitud en los demás operadores y supervisores

5.2 Piñón loco de cuarta “blando”, célula piloto

Después de elegida la célula, se procede a caracterizar en cuanto a su ubicación, maquinaria y procesos realizados:

La célula en la que se realizara el proyecto se encuentra en una esquina de la planta, junto a las oficinas de mejora continua, calidad, mantenimiento y fabricación:

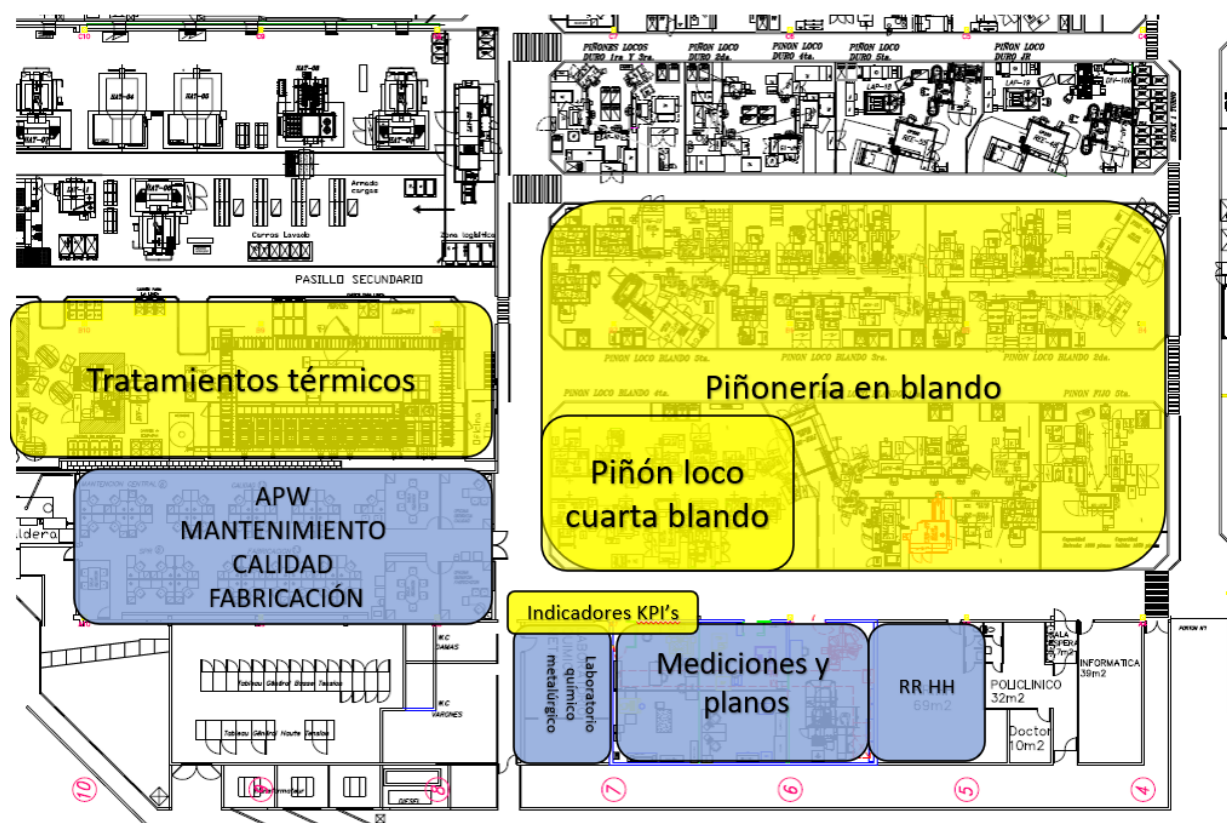


Figura 24: Ubicación célula PL4 BL dentro de la empresa

Fuente: Departamento de APW Renault Cormecánica

Distribución de máquinas dentro de la célula, indicando el flujo del proceso:

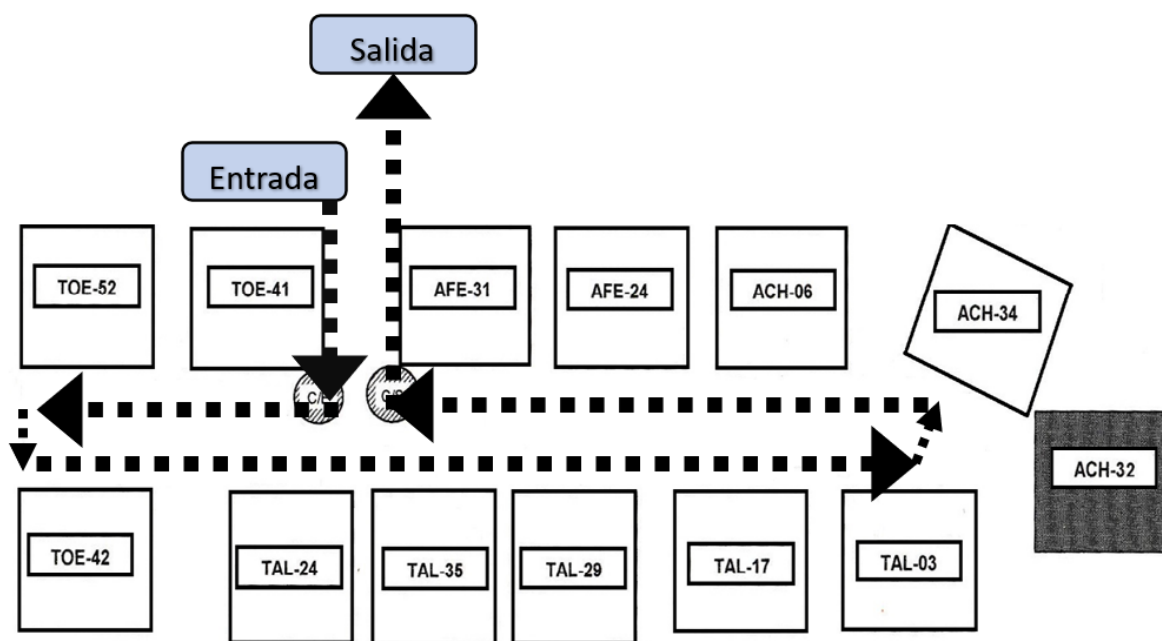


Figura 25: disposición máquinas en célula y su flujo de operación

Fuente: Elaboración propia en conjunto con Departamento de APW Renault Cormecánica

Cada máquina se clasifica por 3 letras y 2 a 3 números que indican que tipo de proceso realiza la maquina y el numero correlativo en que llego a la empresa, las máquinas presentes en esta célula son:

- TOE: Torno
- TAL: Talladora
- ACH: Achaflanadora

- AFE: Afeitadora

Nota: la máquina marcada “ACH32” es una máquina no operativa en este momento.

En la célula se realiza el primer mecanizado después de que esta llega a la fábrica, se fabrican 4 tipos distintos de piñón loco de cuarta que se separan en 2 familias distintas Sxx y Jxx que corresponden a dos modelos distintos de cajas de cambio:

34x35	Serie Jxx
30x29	Serie Jxx
39x37	Serie Sxx
37x40	Serie Sxx

Tabla 4: Piezas hechas en la célula PL4 BL

Fuente: Elaboración propia.

En la célula trabajan 2 operadores por turno trabajando 8 horas por turnos las 24 horas del día, por lo que hay 6 operadores en total para la célula, se considera un tiempo neto de operación de 409 [min] por cada turno de 8 horas.

A continuación, se presentan los procesos que se realizan en la célula en la elaboración del piñón loco cuarta “blando” para las series Jxx y Sxx:

- Torneado cara y terminación Ø exterior
- Torneado cara y terminación Ø interior
- Tallado de diente helicoidal
- Tallado de crabot 24 dientes
- Tallado de crabot 24 dientes
- Chaflanado dentado exterior
- Afeitado de Dientes

El proceso completo para cada una de las series se encuentra en el anexo 1.

Finalmente, es necesario considerar el tiempo de ciclo que es el tiempo teórico que demora una pieza en ser mecanizada tomándose este tiempo desde que el operador toma la pieza para el primer mecanizado hasta que el operador coloca la pieza terminada en el carro de varillas, para la célula estudiada los tiempos de ciclo son 0,6 [min] para Jxx y 0,72 [min] para Sxx.

5.3 Datos obtenidos de RSF

La plataforma RSF es una plataforma interna de Renault en la que se administran todos los datos de producción, tiempos de producción, pérdidas asociadas y metas productivas a seguir según los lineamientos del grupo Renault.

Los datos de producción son entregados por parte del operario con el llenado por turno de una ficha de producción en la que se muestra la meta de producción por turno que debe hacer el operario para una pieza determinada, este además describe todos los tiempos de producción perdidos de acuerdo con los minutos que se paró la producción, estos minutos serán los de No RO.

La plataforma RSF, actualizándose cada semana, se usa como un confiable mecanismo para detección de variabilidad en la producción y planeación de proyectos.

La confiabilidad de los datos de la plataforma RSF se basa en que antes de estos pasen al sistema de datos computarizado deben pasar por 3 filtros:

- Operador: El operador como responsable de su propia producción anotando las piezas producidas, también es responsable de cada tiempo muerto que con la ayuda de un reloj de pared se ayuda a ser meticuloso en anotar los minutos de tiempos no productivos.
- Jefe de la UET piñonería “blanda”: El jefe del grupo de células es también responsable de la revisión cada turno de los minutos de pérdida anotados por parte

del operador a fin de la búsqueda de problemas que requieran solución inmediata y de los outliers que aparezcan en las anotaciones.

- Jefe de la UET procesos: Encargado de la digitalización de todos los datos de producción, identificar problemas recurrentes a solucionar en el mediano y largo plazo revisando a la vez la correspondencia entre la producción realizada y los minutos perdidos para cada célula.

En la célula los operadores trabajan por turnos de 8 horas las 24 horas del día, la cantidad de minutos operativos esperados para un turno se presenta a continuación sin incluir el tiempo de almuerzo y descontando los tiempos suplementarios personales (TSP) :

Tiempo neto de producción [min]	
	7,5 hrs
TIEMPO PRESENCIA	450
4%TSP Indep al Trabajo	18
4% TSP Depen al Trabajo	18
Reunión de calidad	5
TIEMPO DISPONIBLE	409 [min]

Tabla 5: Tiempo neto de producción

Fuente: Elaboración propia.

Los 409 [min] indicados como tiempo disponible hacen referencia al tiempo productivo esperado para un turno, siendo 409 [min] el 100% de RO en un turno.

RSF entrega los datos en forma de minutos perdidos asociándoles una causa, es decir minutos en los que la célula no está produciendo ninguna pieza, de los cuales depende directamente el indicador de RO por lo que nos referiremos a estos como minutos de NO RO.

A continuación, es muestra en la tabla 4 la recolección de datos global obtenido de la plataforma RSF que muestra los minutos perdidos de RO para los meses de Enero a Mayo que se estipulo más arriba en el alcance. Las causas señaladas en verde serán las abarcadas en el alcance de este proyecto:

Causa perdida RO	Tiempo [min]
Avería máquina	17174
Cambio de ráfaga	11313
Parada Funcional	7746
Calidad	3480
Marcha en degradado	2237
Desvío en tiempo ciclo	1315
Parada inducida	662
Falta de materia prima/componentes	441
Rotura / No frecuencial Herramienta	182
TOTAL	44550

Tabla 6: Causas principales perdida de RO

Fuente: Elaboración propia.

Las consideraciones para no abarcar en el alcance las demás causas de perdida de RO son las siguientes:

- Avería de máquinas: Pese a ser la mayor causa de perdida de RO no es abarcable en este momento debido a la reestructuración del departamento de mantenimiento (un tercio del personal) y que la problemática a solucionar en cuanto a la avería de máquinas sería tan grande que debería considerarse como un proyecto aparte.
- Marcha en degradado: Esta se debe al ausentismo por parte de los operadores.
- Parada inducida: Parada ante auditorias.
- Falta de materia prima/componentes: Esta causa atribuible al departamento de logística no es abarcable ya que actualmente se está haciendo una sustitución de operarios logísticos por carros AGV.
- Rotura/ No frecuencial herramienta: Roturas de herramienta no consideradas, no es estudiadle ya que todas las máquinas cumplen con sus especificaciones de operación y el tiempo de perdida es reducido.

5.3.1 Separación de datos RSF

De la plataforma RSF se pudieron obtener de forma global cuales son las causas por las que se tiene un RO, expresadas como minutos perdidos de producción. Cada causa encontrada responde a una gran cantidad de causas secundarias las cuales son anotadas también por los operarios en su hoja de producción del turno.

No existe actualmente una estandarización para la anotación de causas secundarias, por lo que para el periodo de análisis escogido Enero-Mayo se realizó el saneamiento de los datos de la plataforma esto incluye:

- Remover outsiders tomando en cuenta estos como datos que en la práctica no son factibles de realizar.
- Recategorizar causas secundarias que no responden a la causa primaria indicada.
- Recategorizar causas primarias y secundarias a máquinas, turno o día mal asignados.
- Agrupar causas secundarias con nombres no estandarizados.
- Remoción de causas secundarias no justificables.
- No se analizarán las causas secundarias o primarias asignadas por máquina debido a una mala rotulación de causas por parte de los operarios que no es posible corregir.

A continuación, se mostrarán las causas de perdida secundarias obtenidas para cada causa primaria luego de realizar un saneamiento de los datos.

5.3.1.1 Cambio de ráfaga

De la plataforma RSF se pudieron obtener los tiempos usados en el cambio de ráfaga desde Enero hasta Mayo pero no se podía saber exactamente desde que modelo se hacia el cambio y en cual quedaba, por lo cual se cruzaron los datos con los del departamento de mediciones los cuales deben aprobar la primera pieza realizada luego del cambio.

En la siguiente tabla se muestran los minutos en totales para el cambio de ráfaga de un modelo a otro:

Cambio de modelo	Minutos totales
34x35 --- 39x37	2116
39x37 --- 34x35	1478
39x37 --- 37x40	1387
37x40 --- 34x35	725
34x35 --- 37x40	633
30x29 --- 34x35	581
39x37 --- 30x29	530
37x40 --- 39x37	506
30x29 --- 39x37	404
34x35 --- 30x29	314
37x40 --- 30x29	191
30x29 --- 39x37	98

Tabla 7: Minutos totales en cambio de modelo

Fuente: Elaboración propia.

Es de interés saber también los minutos promedio por cambio de modelo:

Cambio de modelo	Minutos promedio
39x37 --- 34x35	116
37x40 --- 39x37	95
34x35 --- 39x37	91
30x29 --- 34x35	81
34x35 --- 37x40	75
39x37 --- 30x29	75
34x35 --- 30x29	72
37x40 --- 30x29	69
30x29 --- 37x40	68
39x37 --- 37x40	67
37x40 --- 34x35	64
30x29 --- 39x37	49

Tabla 8: Minutos promedio en cambio de modelo

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, a fin de poder saber qué cambio de modelo es el que genera la mayor cantidad de minutos perdidos, se muestra en la siguiente tabla, los minutos perdidos por cambio de familia:

Cambio de modelo	Minutos totales
J --- S	3153
S --- J	2924
S --- S	1893
J --- J	993

Tabla 9: Minutos totales por cambio de familia de piezas

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, como se marcó en verde para cada tabla, se puede saber que el cambio desde la Familia J a S al momento de hacer el cambio 34x35 a 39x37 y viceversa es el cambio de ráfaga que más tiempo demora en realizarse por lo que será de particular interés al momento de analizar.

5.3.1.2 Parada funcional

A continuación, se presentan las causas secundarias para las paradas funcionales, las cuales son paradas inducidas por los operarios para realizar distintos procedimientos que permiten seguir mecanizando piezas.

Se expone el siguiente gráfico en forma de Pareto a fin de saber cuáles son las causas que más incurren en la pérdida de RO:

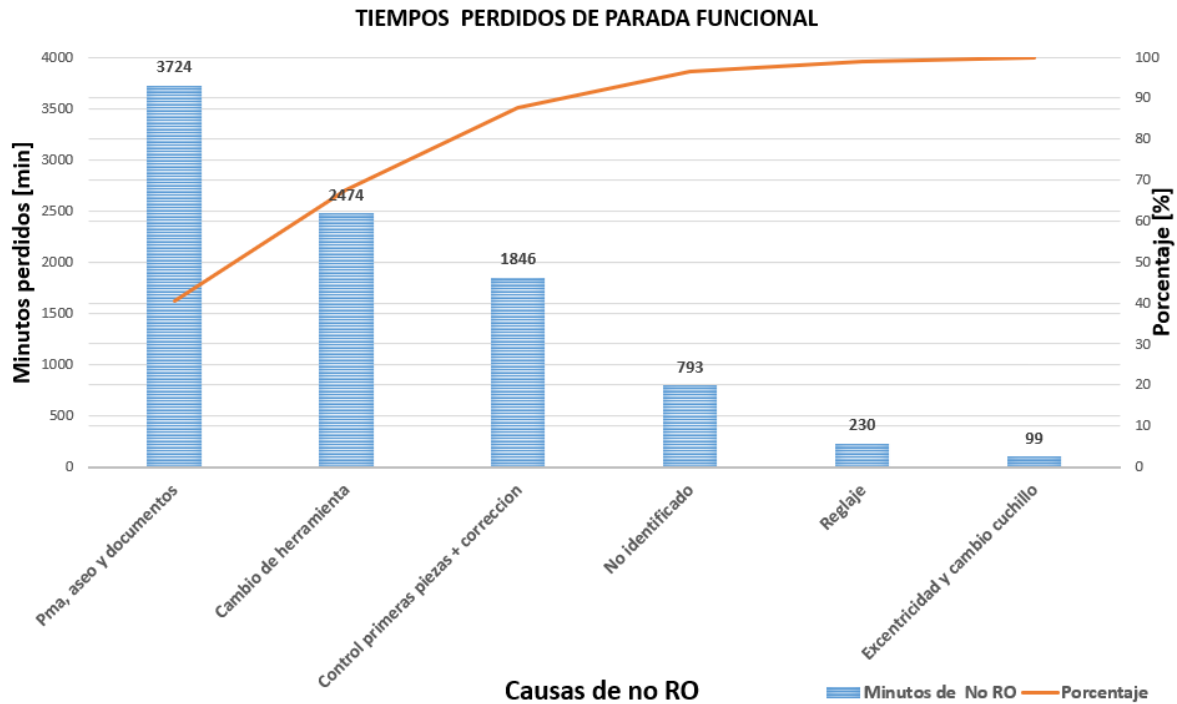


Figura 26: Tiempos de No RO parada funciona

Fuente: Elaboración propia.

Las otras causas secundarias encontradas que tienen bajo tiempo de perdida se encuentran en el anexo.

5.3.1.3 Calidad

Los datos de minutos perdidos en cuanto calidad se pudieron obtener directamente de RSF, a continuación, se expone el siguiente grafico en forma de Pareto a fin se saber cuáles son las causas que más incurren en la perdida de RO:

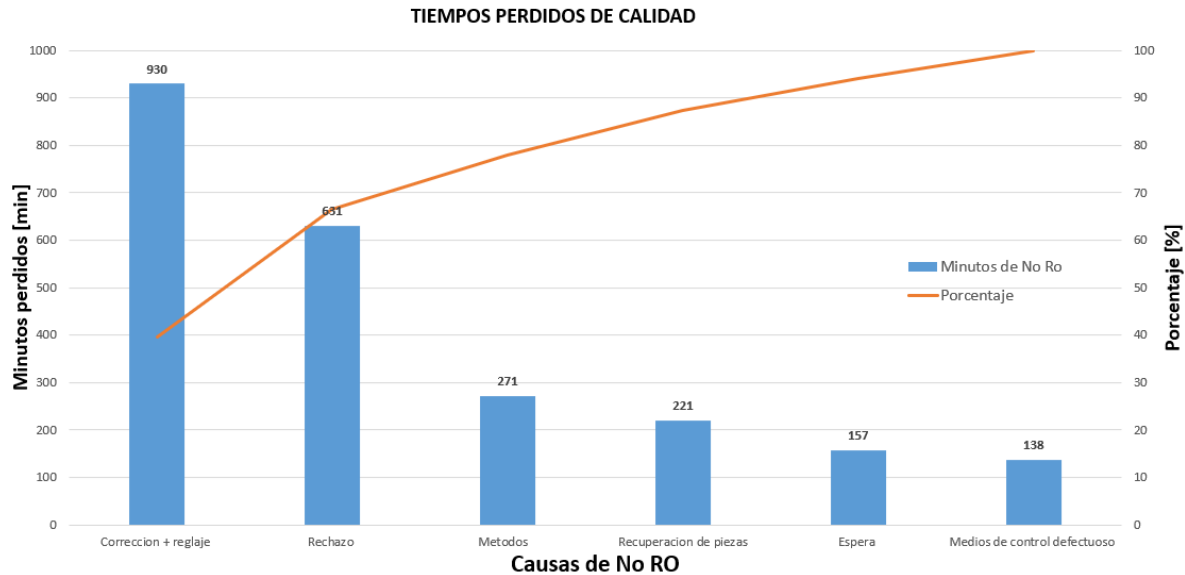


Figura 27: Tiempos de No RO calidad

Fuente: Elaboración propia

Las otras causas secundarias encontradas que tienen bajo tiempo de perdida se encuentran en el anexo.

5.3.1.3 Desvío tiempo de ciclo

En cuanto a la cuarta causa primaria a análisis solo se cuenta con la información de que el tiempo de ciclo de la célula es mayor al que esta estandarizado obteniendo un total de 1315 minutos de NO RO. Al no contar con información extra en la plataforma RSF o en algún sistema de información de la empresa sobre las causas de esta perdida, se analizará con un análisis 5 porque más adelante.

5.4 Acompañamiento al operario

En todo proyecto de mejora que se quiera realizar el aspecto más importante para el éxito son las personas, ante un ambiente de personas que llevan al menos una decena de años en el rubro puede ser una tarea difícil poder entender tanto sus necesidades como los procesos en un primer acercamiento.

A fin de poder empatizar con las necesidades el cliente (operador) se pide autorización para realizar hacer un acompañamiento en la labor de los operadores de la célula por un periodo de 1 semana a horario completo de un turno.

A lo largo de la semana transcurrida se pudo apreciar lo siguiente:

- Baja motivación de los operadores ante una mejora debido a que por pequeños compromisos pasados que no se pudieron cumplir a cabalidad tienen poca confianza en la jefatura de la UET
- Existe poca rigurosidad en la realización de actividades antes o después de la fabricación como tal y se cumplen a medida que el operador lo estime conveniente, sean estas aseo o llenado de documentos, etc.
- Se aprende la labor de operador en todas las máquinas para la serie Jxx.
- Hay un largo tiempo de espera para que se cumpla el llamado de departamentos externos como calidad y mantenimiento.
- Los operadores no mantienen de forma adecuada la limpieza del puesto de trabajo.

Las anotaciones tomadas a lo largo de este acompañamiento se usarán para la elaboración de un listado de desperdicios.

5.4.1 Encuesta de diagnóstico a operarios

Ante lo que se pudo observar en la semana de acompañamiento al operador, se pudo saber la opinión de los operadores respecto a por que se tiene un RO tan bajo en la célula, ante esto y

a fin de tener una visión plena de las opiniones de los operadores se realiza una encuesta a los 6 operadores de los 3 turnos:

Nombre:	
Célula:	
Encuesta realizada por:	J. Araya – E. Cubillos
ENCUESTA PIÑON LOCO 4° BLANDO	
2 - Según usted, en relación con la célula piñon loco 4°,	
- ¿Cuáles son los 3 puntos fuertes? - ¿Por qué? - ¿Puede darme ejemplos?	
- ¿Cuáles son los 3 problemas más importantes? - ¿Por qué? - ¿Puede darme ejemplos?	
4 - En el futuro, queremos progresar. Teniendo en cuenta su experiencia,	
- ¿Qué espera del futuro del proceso estudiado? - ¿Puede usted ilustrar con ejemplos?	
5 - En el conjunto de sus respuestas a las preguntas anteriores,	
- ¿Cuáles son aquellas que le parecen más importantes? - ¿Por qué? - ¿Hay otras que usted no ha citado todavía?	
6 – En nuestra organización, para tener éxito en lo que usted propone	
- ¿Cuáles son los 3 frenos mayores? - ¿Por qué?	

Figura 28: Encuesta realizada a operarios

Fuente: Elaboración propia

Formato de la encuesta en el anexo.

Gracias a esta encuesta orientada a la búsqueda de causas de pérdida de RO e identificación de desperdicios, se usará como base para la lista de desperdicios encontrados en la célula.

5.4.2 FODA

Luego de cada realización de la encuesta, se realiza también una reunión de 10 min con cada turno a fin de obtener una visión en conjunto de los cambios esperados finalizado este proyecto, las turbulencias en el contexto y conectar con sus debilidades y fortalezas.

6 análisis de los datos obtenidos

6.1 SIPOC

Luego de una semana de acompañamiento al operario se realiza un diagrama SIPOC a fin de identificar el proceso a estudiar de una forma detallada y secuencial, considerando las variables de entrada y salida del proceso identificando los clientes internos y externos que se vean afectados como resultado del proceso, a continuación, se presenta el diagrama SIPOC realizado:

SIPOC Piñón loco cuarta “blando”				
S	I	P	O	C
Almacén	Insumos de limpieza/repuestos	Servicios auxiliares en máquinas	Máquinas operativas	Célula piñón loco cuarta “blando”
Dep. logística	Piezas Mecanizado	Mecanizado piñón	Piñones mecanizados	Tratamientos térmicos
Dep. Afilado herramientas	Cuchillos mecanizados	Afilado de cuchillos	Cuchillos operativos	Célula piñón loco cuarta “blando”
Dep. Lubricantes	lubricantes /refrigerantes	Lubricado y refrigerado en máquinas	Máquinas operativas	Célula piñón loco cuarta “blando”
Dep. Prevención	EPP	Colocación de elementos en operario	Cumplimiento estándares seguridad	Operario
Mantenimiento central	Aire / electricidad	Aseguramiento de operaciones	Máquinas operativas	Célula piñón loco cuarta “blando”
Dep. Ingeniería	Documentación	Guía de procedimientos	Procedimientos según estándar	Tratamientos térmicos
Mediciones HPD	insumos de medición	Medición de piezas	Piezas conformes	Célula piñón loco cuarta “blando”

Tabla 10: Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Identificación de desperdicios

A continuación, en base a la información obtenida desde las respuestas dadas por los 6 operarios de la célula, se elabora un listado de los desperdicios encontrados separado por tipo de desperdicio y desperdicio encontrado:

Sobreproducción	Sobreproducción de piezas Sxx 37x40 antes del cuello de botella	Inventario	Acumulación interproceso previo a cuello de botella Sxx 37x40	Talento humano	No todos los turnos de operadores realizan el setup completo de la célula
Sobre procesos	Demoras de medición de calidad en el puesto		Acumulación de productos de limpieza en célula		Operadores no conocen el tiempo de ciclo de cada máquina
	Ajuste con laines de soporte en afeitadora		Acumulación incorrecta de piezas ejemplo para setup		Formaciones más detalladas en SETUP
Esperas	Preparación de setup	Movimientos	Insumos al almacén		Polifuncionalidad del operador en setup
	Llegada de materia prima		Máquina en desuso dentro de la célula	Producto defectuoso	Información detallada en fichas de setup
	Aprobación de pieza en departamento de mediciones		Búsqueda de laines		Alta rotación de puestos
	Limpieza en pisos		PMA no se puede realizar según diagrama de referencia		Piezas golpeadas al momento de montar en carro de transporte
	Fichas técnicas desactualizadas, sucias y sin orden		Problemas ergonómicos en setup		Piezas golpeadas interprocesos
			No existe un orden determinado para la realización del setup		Piezas rechazadas en setup máquina TAL-24

Tabla 11: Identificación de desperdicios

Fuente: Elaboración propia.

6.3 FODA

A continuación, se muestra el FODA elaborado en conjunto con los 3 turnos de operadores para la célula:



Figura 29: FODA realizado con operarios

Fuente: Elaboración propia

6.4 ISHIKAWA

El diagrama espina de pescado o Ishikawa es una herramienta muy usada actualmente en la empresa, es por esto que se decide hacer este análisis a lo largo de 2 Reuniones de 15 minutos.

- Se les avisa con anterioridad a los operarios sobre la utilización de esta herramienta y como se ocupa, luego de esto se procede a una reunión donde la intención es que los operadores puedan mencionar las mayores problemáticas que tienen día referidas al bajo Ro que tiene actualmente en el marco de las 6M
- Se hace una reunión con el jefe de turno para plasmar también las problemáticas en esta célula que no están a la vista de los operadores.

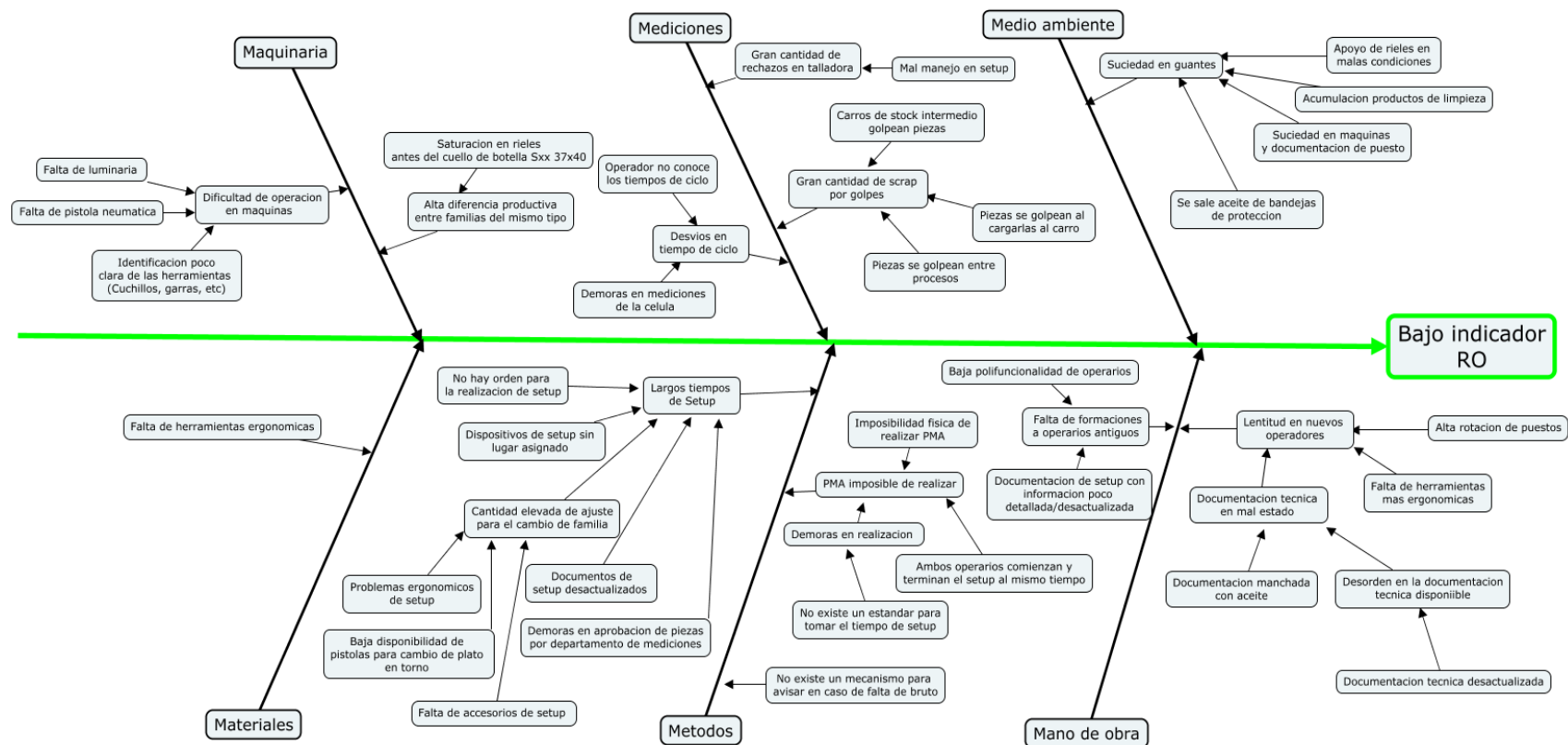


Figura 30: Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Ishikawa realizado contiene también los puntos principales de pérdida de RO que se pudieron obtener de RSF esto implica que este diagrama es la pieza central para las mejoras a realizar ya que aquí se mezclan y recopilan todas las oportunidades, conteniendo la totalidad de causas primarias y secundarias de la pérdida de RO, es por esto que este diagrama será la guía central para la realización de mejoras.

7. Propuestas e implementación de mejoras

En este capítulo se presentan las propuestas diseñadas, como estas pudieron ser validadas o rechazadas y el proceso de implementación indicando la ganancia esperada en RO mensual.

7.1 Largos tiempos de setup

Se propone utilizar la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die) metodología Lean de gran utilidad al momento de disminuir los tiempos totales de cambio de ráfaga. Como se mostró anteriormente se realizan cambios entre 4 tipos distintos de piezas separados en dos familias Jxx y Sxx, cada cambio esta estandarizado de acuerdo con una HOE (Hoja de Operación Estándar), a continuación, se muestra un ejemplo de HOE de setup:

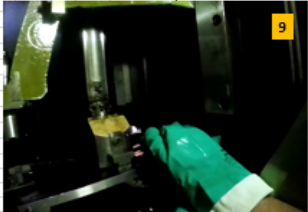
N° de FOP:		Plazo de Aprendizaje		Hoja de Operación Standard		Página ...f...							
Nombre del proceso		Tallado Piñón loco de blanda		(PROCEDIMIENTO)		Fecha de Revisión							
Nombre de la operario		Setup TAL-24		Tiempo total de setup		N 1 2 3 4 5 6 7 8							
Equipo de seguridad		Lentor de Seguridad, Guantes de PVC, Zapatos de Seguridad.		Licencia		Jefe de Taller							
Herramientas utilizadas		Llave Allen de 5mm, Maza de Teflón, llave corana.		Colificación		Equipo N°							
Piezas Utilizadas (r/f)		Piñón loco de blanda				Equipo N°							
N°	Etapas principales	Tiempo	Punto clave	Dibujos explicativos. Razón del punto clave. Regular operativo y otros.									
1	ABRIR PUERTA Y SEPARAR DUCTO REFRIGERANTE												
2	DESMONTAR CUCHILLO CON LLAVE CORONA SOLTANDO PERNO DE BRIDA												
3	DESMONTAR LOS 2 PERNOS DE GARRAS CON LLAVE ALLEN 5mm.												
4	SOLTAR GARRAS CON MACETA GOLPEANDO SUAVEMENTE		Golpear suave por pellars de atarromiento										
5	MONTAR GARRAS USANDO LLAVE ALLEN 5mm.												
6	REALIZAR GIRO DE TORRETA Y REPETIR CAMBIO CON LAS 2 GARRAS RESTANTES												
7	DESMONTAR LOS 3 PERNOS DE LA CAMPANA CON LLAVE ALLEN 5mm.												
8	MONTAR CAMPANA NUEVO MODELO CON LLAVE ALLEN 5mm.												
9	DESMONTAR LOS 3 PERNOS DEL APOYO CON LLAVE ALLEN 5mm.												
10	MONTAR APOYO NUEVO MODELO CON LLAVE ALLEN 5mm.												
11	MONTAR CUCHILLO CORRESPONDIENTE A NUEVO MODELO		Limpiar superficie y nuevo cuchillo antes de montar.										
12	INGRESAR PARAMETROS DE HERRAMIENTA MONTADA												
13	CARGAR PIEZA NUEVO MODELO SEGUN H0E CARGA DESCARGA												
14	MECANIZAR PRIMERA PIEZA												
15	CONTROLAR LA PRIMERA PIEZA MECANIZADA SEGUN H0E DE CONTROL												
16	REALIZAR CORRECCION EN CORRECTORES SI FUERA NECESARIO												
En que está prohibido y por qué (Explicación de los posibles problemas o defectos)		Como tratar los anomalías Item a tratar explicativo. Otros											

Figura 31: Ejemplo HOE de setup

Fuente: Departamento de mantenimiento Renault Cormecánica

En este documento se indica:

- Dispositivos de seguridad a ocupar
- Herramientas utilizadas
- Etapas principales de desarrollo
- Puntos clave a tener en cuenta en cada etapa
- Tiempo de realización de cada etapa
- Imagen explicativa del área de la máquina a intervenir

En el capítulo anterior se pudo apreciar los largos tiempos de cambio de ráfaga que se tienen actualmente, siendo el mayor en promedio de 116 minutos, muy por sobre el estándar requerido en la empresa que es de 30 minutos. Dado que en promedio ningún cambio de ráfaga cumple con el estándar se elige realizar el cambio que demore más minutos usados en hacerlo, del capítulo anterior se obtiene el cambio con mayor pérdida de RO:

Cambio de modelo	Minutos promedio
39x37 --- 34x35	116
34x35 --- 39x37	91

Cambio de modelo	Minutos totales
34x35 --- 39x37	2116
39x37 --- 34x35	1478

Tabla 12: Cambio de modelo con mayores pérdidas en total y promedio

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente la empresa usa la herramienta “Salto de conejo” o “Hoja de operaciones no cíclicas en la medición de tiempos, esta consiste en anotar todas las acciones que realiza el operario una a una y registrar los tiempos mediante el uso de un cronometro de acuerdo con el siguiente formato:

Factoría: Observador:
Zona observada: Fecha:

Hoja de datos de las operaciones no cíclicas

Ciclo n°	Tiempo de ejecución	Observaciones
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Figura 32: Ejemplo de formato salto de conejo

Fuente: Departamento de APW.

La herramienta “Salto de conejo” suele ser de mucha utilidad al momento del registro y medición de tiempos secuenciales, pero este no es el caso, luego de revisar una medición “Salto de conejo” realizada para la misma célula el año 2017 se puede apreciar que todas las actividades realizadas por el operario están escritas y medidas de forma general, midiendo

solo cuanto era el tiempo de cambio por máquina y herramienta en general sin especificar las actividades que se realizaban al momento del cambio de herramienta.

Lo anterior es entendible dado que el espacio dentro de la célula es reducido, más aún al momento de poder ver las actividades que está realizando el operador, es por lo anterior que a fin de tener una medición detallada de las actividades realizadas por los operadores al momento de un cambio de ráfaga se propone realizar la medición de tiempos con una cámara Go Pro puesta la cual se posicionara con una pechera en el operador y así poder definir en detalle las operaciones internas y externas.

Ante los largos tiempos de cambio de ráfaga que se tienen actualmente la propuesta es aprobada con la condición de que solo se puede hacer la medición para un solo cambio de ráfaga a fin de no interrumpir en la labor del operador y que se debe seguir una metodología PDCA para la resolución de los problemas que se presenten.

7.1.1 Aplicación de SMED

7.1.1.1 Fase 0: No existe separación entre operaciones externas e internas

Se aprecia que en algún momento se hizo la separación entre operaciones internas y externas el año 2015, momento en el que se implementaron los carros de herramientas los cuales se encuentran en la parte externa de la célula, a pesar de esto y con el paso del tiempo se fueron realizando cambios en los procedimientos de setup y maquinaria. Lo anterior provoca que operaciones externas se infiltraran en los procedimientos de setup lo cual se puede denotar al ver a los operadores recorrer otras células en busca de herramientas o recorrer distancias innecesarias dentro de la misma.

Se define el perímetro de acción de acuerdo con el setup elegido entre las piezas desde la pieza 34x35 (Jxx) a la pieza 39x37 (Sxx) al ser el setup que más tiempo demora en minutos totales, las máquinas usadas este setup y que operador hará el setup son:

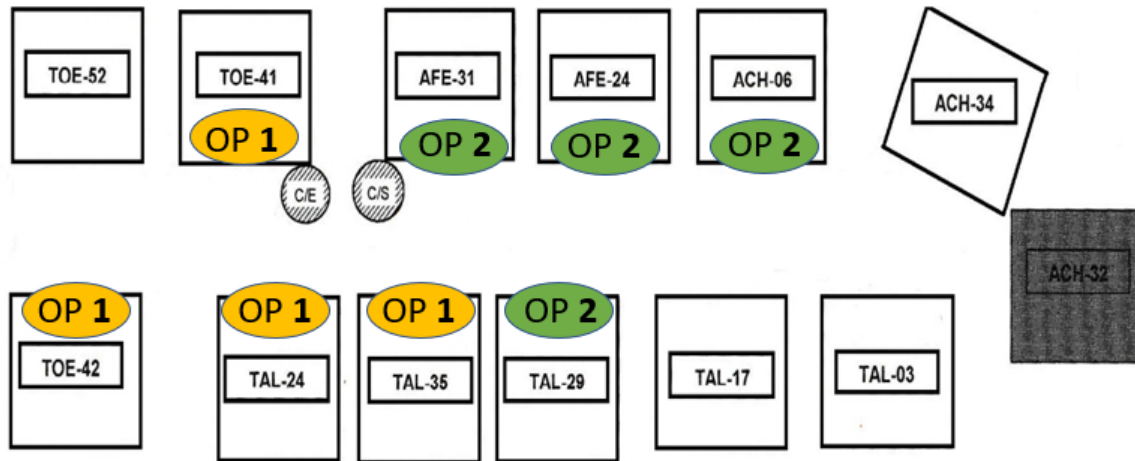


Figura 33: Disposición de operadores en setup

Fuente: Elaboración propia

7.1.1.2 Fase 1: Separación entre operaciones internas y externas

Parte crucial en el desarrollo de SMED, aquí se hará la recopilación de la documentación y herramientas disponibles, además de la medición de tiempos para para el setup elegido 34x35 a 39x37.

Se procede a la realización de la actividad, gracias a que se pudieron conseguir 4 cámaras Go Pro con los demás departamentos de la empresa, se utilizan 2 para registrar los tiempos de los dos operadores la célula, el operador senior que interviene en los cambios de ráfaga y una cámara panorámica que pueda dar una visión completa del entorno. Además de lo anterior se dispondrá de 3 medidores externos que tendrán como objetivo realizar anotaciones respecto a las acciones que no puedan ser filmadas.

Se realiza una reunión de 5 minutos con los operarios de la célula y el operador senior explicando la labor a realizar, la importancia de SMED como herramienta y los objetivos generales los cuales son:

- Disminuir el tiempo total de cambio de ráfaga
- Separar las actividades en internas y externas

- Reducir desperdicios
- Mejorar el flujo del procedimiento
- Aumentar el tiempo en la disponibilidad de la máquina

Se procede a la actividad de medición de tiempos, se presenta un ejemplo de la visualización de la medición con el uso de cámara Go Pro:



Figura 34: Medición de tiempos SMED

Fuente: Elaboración propia

La actividad luego de realizada se pasan los datos desde el video hacia el formato de “salto de conejo” mencionado anteriormente, de aquí se pudo obtener el tiempo total de cambio por máquina separando en actividades internas y externas:

Operador	Máquina	Op. Internas [min]	Op. Externas [min]	Tiempo total [min]	Total, por Oper.
Operador 1	TOE-41	6,65	2,25	8,9	82,99
Operador 1	TOE-52	2,05	9,03	14,38	
Operador 1	TAL- 24	32,47	5,86	38,23	
Operador 1	TAL-29	17,63	3,85	21,48	
Operador 2	TAL-35	32,05	6,79	38,84	107,25
Operador 2	AFE-31	17,56	4,7	22,26	
Operador 2	AFE-24	13,25	7,93	21,18	
Operador 2	ACH-06	14,3	10,67	24,97	

Tabla 13: Medición de tiempos setup por operador

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.2 Fase 2: conversión de operaciones internas en externas

Luego de analizar el cambio de setup realizado, se presenta la lista de las actividades externas que mayor tiempo ocupan:

1. Limpieza y apatronamiento de medios de control
2. Búsqueda del carro de materias primas
3. Ir a buscar pistola neumática HainBusch a otras células
4. Ir a buscar separadores para afeitadora otras células
5. Desplazamiento en la célula en búsqueda de una pistola neumática.
6. Búsqueda de herramientas a la salida de la célula
7. Búsqueda de cuchillos para talladora a la salida de la célula
8. Desbloqueo de puertas
9. Búsqueda datos de herramienta
10. Preguntas a otros operarios respecto al setup
11. Traslados de pieza a HPD

12. Llevar pieza a departamento de mediciones

De las actividades identificadas con anterioridad se puede hacer la conversión a actividades externas:

2) Búsqueda del carro de materias primas

11) Traslados de pieza a HPD

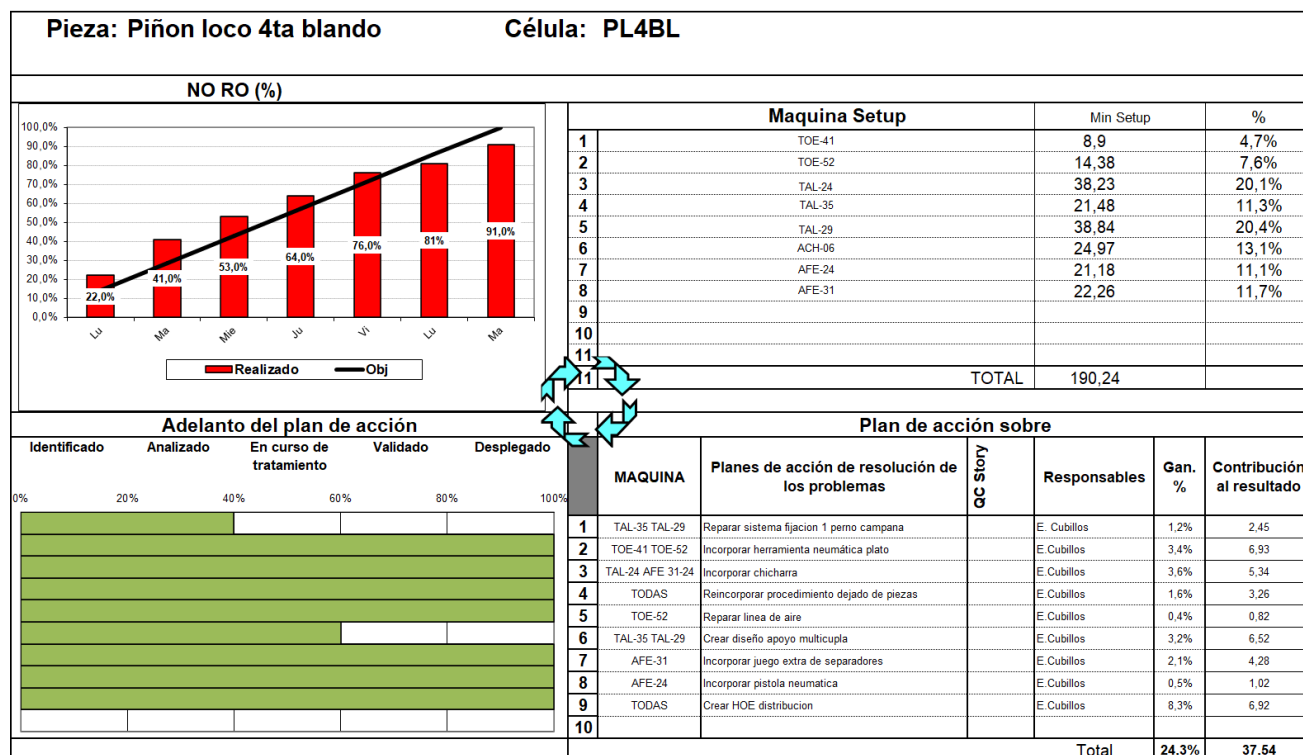
Estas dos actividades de acuerdo con lo conversado con el jefe de la UET pasaran ahora a ser responsabilidad del operador senior, operador que presta ayuda técnica a todas las células de la UET, y dado que el operador 1 es el que demora menos tiempo en la realización del setup, será responsabilidad de este realizar el llamado al operador senior.

La acción anterior de la separación de actividades internas y externas que al tener la colaboración del operario senior, no solo será una ganancia en el tiempo de setup de 8 minutos en promedio, sino que también serán 8 minutos extra de producción por cada setup, considerando que se realizan 23 setup en promedio mensual se tiene una ganancia de RO del 0,54%.

Cabe recalcar que hay operaciones que pueden convertirse en externas y que también pueden pasar a ser responsabilidad del operador senior, pero al ser demoras que solo ocurren por falta de un elemento se vera la posibilidad de la inclusión de estos elementos dentro de la célula.

7.1.1.3 Fase 3: Mejora de todas las operaciones de cambio de serie, tanto internas como externas.

Las mejoras para realizar en este SMED se llevaron a cabo con un ciclo PDCA a fin de poder hacer un seguimiento a las mejoras realizadas, a fin de que estas mejoras sean factibles económicamente, el impacto que generen en tiempo de RO debe ser retribuido a la empresa al cabo de un año, en caso contrario la mejora no se considerara realizable.



Se pide tiempo con un mecánico, para la máquina y revisar si es posible arreglar esta sujeción con un cambio de perno, lo cual se comprueba que no es factible ya que por la cantidad de elementos metálicos que circulan alrededor de la pieza esta se ha sellado con el tiempo y la única solución viable es cambiar el conjunto completo de la campana.



Figura 36: Campana talladora

Fuente: Elaboración propia

El conjunto completo de la campana luego de realizar una cotización tiene un precio que excede a la ganancia en tiempo para un año de producción por lo que no es posible continuar con esta mejora.

2. Incorporar herramienta neumática plato: Un gran desperdicio por movimiento generado al momento que el operario debe efectuar los setup en los tornos ya que

para el grupo cercano de 8 células solo se encuentran disponibles 2 pistolas hidráulicas las cuales se usan para desmontar el plato del torno.

Luego de hacer una cotización para nuevas pistolas el costo de una de estas junto con el envío a la empresa excede la ganancia que se dará en tiempo de setup para un año. De acuerdo con las anotaciones de los observadores luego de finalizada la reunión se indican que existía una pistola neumática para cada célula, pero estas se encuentran en mal estado y guardadas indicando que el tiempo de duración de cada pistola neumática era menor a un año.



Figura 37: Pistola neumática en mal estado

Fuente: Elaboración propia

Se decide evaluar investigar el poco tiempo de duración de las pistolas con un análisis de 5 porque:

Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	acción de erradicación
Pistola neumática para cambio de plato dura menos de un año	Garras de sujeción no tienen fuerza de agarre	Entrada en línea de aire tapada	Conexión a línea de aire en mal estado	Mal manejo de conexión a la línea de aire	Crear una indicación de conexión de pistón
		Juntas de goma en pistón gastadas	partículas metálicas dentro del cilindro	Constante cambio de partes en pistolas neumáticas	indicación de no manejar las piezas de la pistola por parte de personal no autorizado
		Centro del pistón roto	línea de aire ejerce más presión de la necesaria	No existe un regulador de presión antes de la conexión a la pistola	Corroborar si la presión ejercida en la línea de aire corresponde a la pedida por el fabricante
				Material del pistón se rompe con facilidad	Fabricar pistón resistente a fallas

Tabla 14: 5 porqué pistola neumática

Fuente: Elaboración propia.

En el contexto de la reunión de turno, se realiza la indicación a los 3 turnos de operadores para el buen manejo de las líneas de aire y que no se tiene autorización para intercambiar piezas de las pistolas neumáticas.

La línea de aire de la que se alimentan las pistolas neumáticas es de aproximadamente 6 [bar], muy por debajo del máximo de operación indicado por el fabricante que es 10[bar].

Solicitando al fabricante el tipo de material del que se componen las piezas de la pistola neumática se comprueba que tanto el embolo, pernos de sujeción y cilindro de pistón están hechos de aluminio, el cual al ser un metal “blando” nos da a entender la factibilidad de la falla que se provoca en el centro del embolo, se piden nuevos émbolos, pernos de sujeción y cilindros de pistón fabricados con un acero al medio carbono (60%) al cual se le realizara un tratamiento de revenido, donde todo lo anterior puede ser fabricado dentro de la empresa sin costo.

Luego de reemplazar en las pistolas que se encontraban sin funcionamiento las piezas nuevas y cambiar todas las gomas de sellado, se les realiza una prueba de funcionamiento a cada una donde se comprueba que luego de 2 semanas de uso ninguna presenta fallas o perdidas de presión, teniendo así 8 pistolas neumáticas funcionales para las 8 células eliminando el desperdicio por movimiento que originaban.

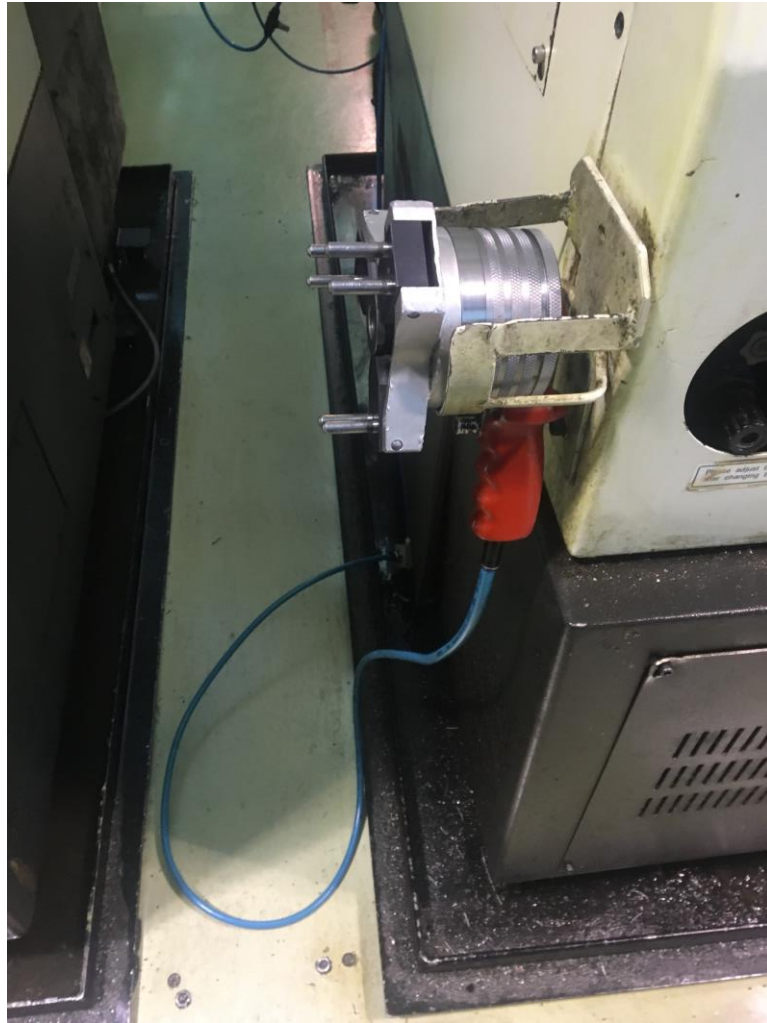


Figura 38: Pistola neumática arreglada

Fuente: Elaboración propia

3. Incorporar llave de carraca: De acuerdo con las mediciones realizadas se aprecia un largo tiempo en los cambios de pernos para puntos específicos en las talladoras y afeitadoras, esto se da ya que se tiene un espacio reducido para usar la llave punta corona además del movimiento con mala ergonomía de muñeca que genera un malestar en el operario.

Se compran llaves de carraca con los dados correspondientes para estos cambios entregando una a cada operario en todos los turnos, lo cual redujo sustancialmente los tiempos en cambios de pernos para las talladoras y afeitadoras.



Figura 39: Ejemplo de situación actual ergonómica

Fuente: Elaboración propia



Figura 40: Llaves de carraca implementadas

Fuente: Elaboración propia

4. Reincorporar procedimiento de dejado de piezas: Antes de cada setup se debe apartar una que paso por todos los procesos a fin de poder regular de mejor manera el siguiente setup sin usar tiempo en esperar a tener piezas listas de una máquina anterior para calibrar la siguiente.

La problemática es que se genera confusión entre los operarios al momento del setup ya que las piezas anteriormente dejadas de setup anteriores no corresponden con la identificación que se tiene en el estante, además de esto en el estante no se tienen todas las identificaciones correspondientes y estas son difíciles de ver generando una carga cognitiva en el operario.



Figura 41: Antiguo procedimiento dejado de piezas

Fuente: Elaboración propia

Usando la gestión visual se cambia de manera visual en la que se indica el lugar en el que dejar la pieza de setup, dejándolo de manera más legible disminuyendo la carga cognitiva del operario:



Figura 42: Propuesta dejado de piezas

Fuente: Elaboración propia

5. Reparar línea de aire: Se aprecia que la conexión de una de las pistolas de aire neumática se encuentra rota por lo que se tapó la línea y se dejó de usar, ante esto en el setup los operarios generan un desperdicio de movimiento al momento de tener que dirigirse la pistola neumática de otra máquina para limpiar los elementos de setup del torno TOE-52, ante lo anterior se reemplaza la conexión de la línea de aire.
6. Crear diseño apoyo multicupla: En todas las talladoras al momento de efectuar el setup se debe cambiar el apoyo inferior en el que va la pieza, se propone por parte de los operadores realizar un apoyo único que sirva de soporte para todas las piezas que hace la célula, estos apoyos los hace la misma empresa a media y para algunas células ya se realizó esta solución anteriormente.

Se evalúa la posibilidad de realizar un diseño multicupla, para la célula evaluada no es posible realizar un apoyo multicupla ya que una de las piezas que se hacen 39x38 Sxx cuenta con un crabot, debido a esto se reduce el área de contacto posible que puede haber entre el apoyo y la pieza llegando a un caso crítico de 1[mm] ancho para la circunferencia del apoyo, por lo que ante la evaluación del CAMI encargado de las talladoras la probabilidad de falla del apoyo se vuelve alta, por lo que no puede realizarse.

7. Incorporar juego extra de separadores: Al momento de hacer el setup en las afeitadoras estas cuentan con unos separadores a los costados del eje que mantienen la pieza alineada, el problema se genera que solo se cuenta con un juego de separadores que ante otros setup son ajustados con el uso de laines, las cuales no siempre se tienen a mano y pueden generar problemas en el apriete de los separadores con la pieza, además de que al tener un peso mal distribuido se afecta al eje de la máquina al largo plazo.

Se pide la fabricación de separadores nuevos lo que implica eliminar el uso de laines para ajuste.

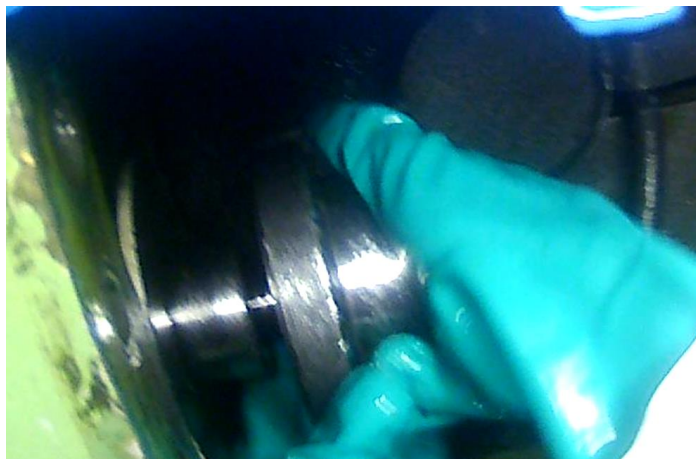


Figura 43: Separadores afeitadora

Fuente: Elaboración propia

8. Incorporar pistola neumática: Se aprecia la falta de una pistola neumática en una de las afeitadoras lo que provoca que el operario debe desplazarse a otra máquina a fin

de limpiar las piezas de setup, se incorpora una pistola neumatica incluyendo una línea de aire a fin de eliminar este movimiento innecesario.

9. Crear HOE de distribución: Se aprecia que los operarios no cuentan con un orden definido para realizar el setup, empezando cada uno por una máquina al azar, además de esto ambos comienzan y terminan el setup al mismo tiempo lo que implica desperdicios de espera por parte de ambos operarios.

Ante lo anterior se crea una nueva ficha de operación, llamada “HOE de distribución” la cual pretende estandarizar el orden en el que se realiza el setup y que tanto la baja de producción como la puesta en marcha no sean abruptas generando esperas.

A continuación, se muestra la hoja de operación implementada:

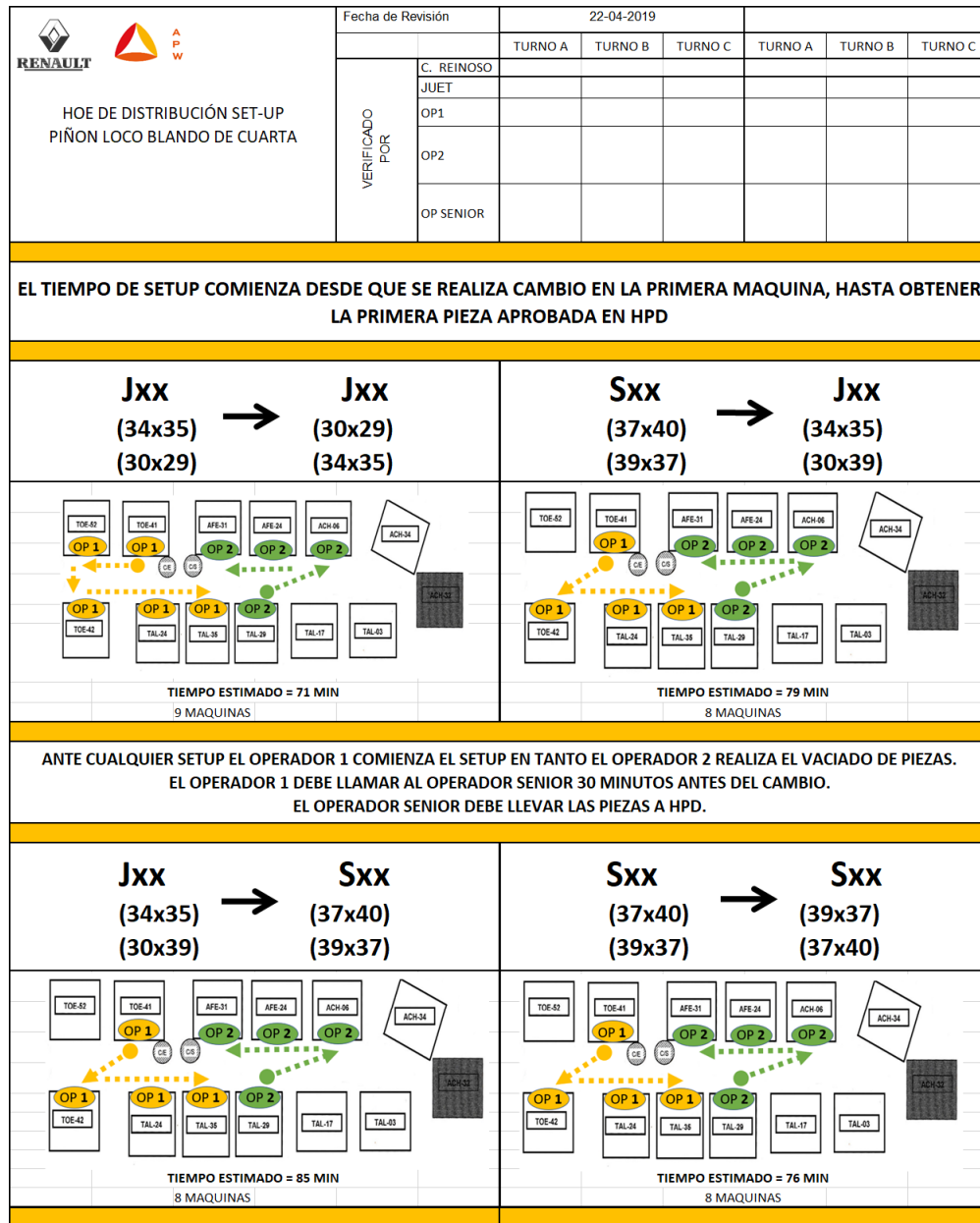


Figura 44: Formato HOE setup

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con esta nueva ficha se puede explicitar lo siguiente:

- Orden de realización del setup
- Que operador hará el cambio en que máquina
- Tiempos estimados de realización
- Estandarización de la manera en la que se mide el tiempo de setup

- Establecer la separación entre baja de producción y puesta en marcha a fin eliminando desperdicios por esperas
- Cambiar el formato de PMA para cada máquina y cambiarlo a uno por rutas

Lo más importante a recalcar de este nuevo formato es que ahora que existe la indicación de que los operadores no deben comenzar o terminar el setup al mismo tiempo ayudando a recuperar parte de la cultura Lean que posee la empresa

10. actualización de fichas setup: Se producen desperdicios por espera al momento de la realización del setup debido a que los operadores nuevos no conocen los pasos del setup de memoria por lo que requieren ayuda del operador senior para realizar setup de algunas máquinas. Los pasos por seguir están desactualizados en las fichas o en algunos casos no están, además de esto la mayoría de las fichas de setup se encuentran en mal estado manchadas con aceite.



Figura 45: Fichas técnicas en mal estado

Fuente: Elaboración propia

Luego de una revisión en conjunto con el operador senior, operador que sabe todos los setup del grupo de 8 células, se llegó a que de las 12 fichas de setup actualmente en los puestos 8 se encuentran actualmente desactualizadas o con información insuficiente para la realización del setup.

Se actualizo con la ayuda de los operadores y el operador senior los 8 documentos de setup faltantes, además de esto se cambia el formato de exposición ahora laminado a fin de que el aceite no pueda manchar la información:

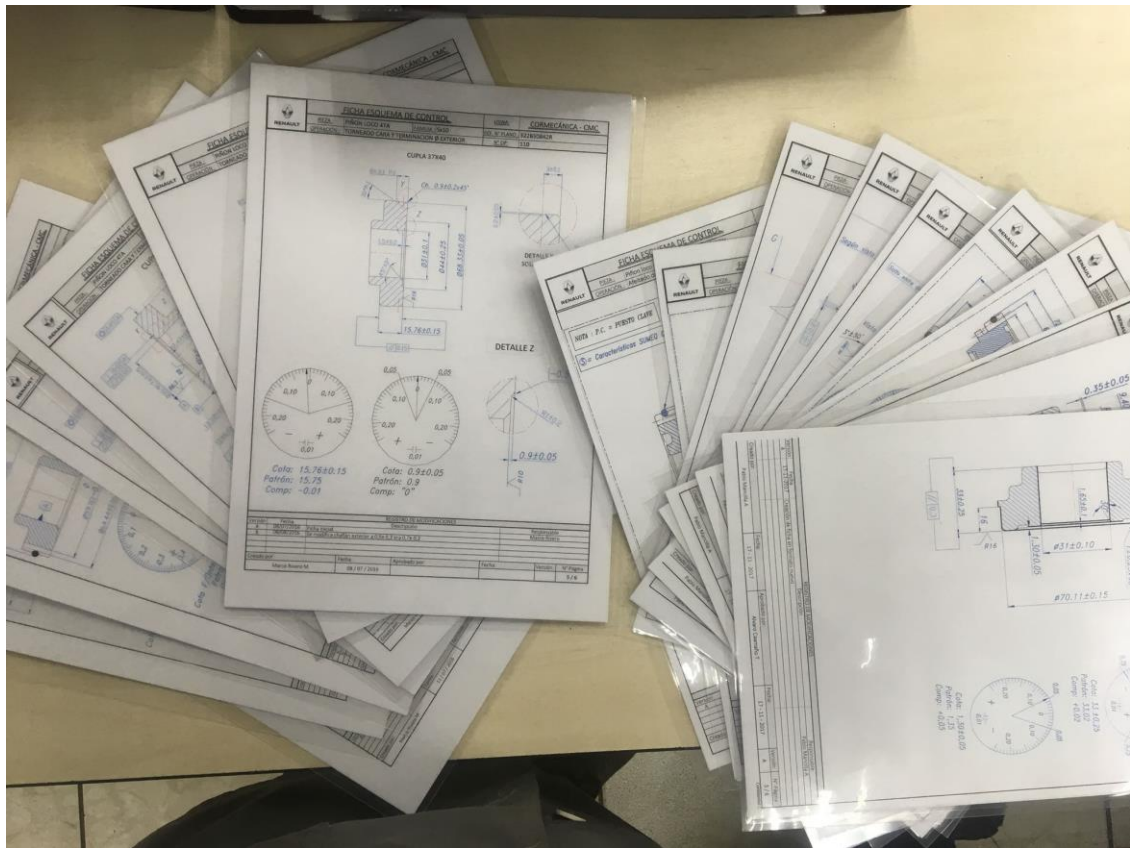


Figura 46: Nuevo formato de exposición fichas técnicas

Fuente: Elaboración propia

El conjunto de mejoras realizadas a las operaciones externas e internas se proyecta a disminuir el tiempo total de setup en un 13%, lo que implica una ganancia del 0,94% en el RO mensual.

7.2 Parada funcional

Se analizan las causas principales de tiempos perdidos de Ro para las paradas funcionales en donde destaca el alto tiempo usado en “PMA, aseo y documentos” donde se pretende realizar una mejora, luego sigue cambio de herramientas y control de primeras piezas, ítems que al estar con fichas actualizadas y procedimientos bien definidos no son un punto para mejorar en el alcance de este proyecto.

7.2.1 Imposibilidad de realizar PMA

El sistema PMA de mantenimiento autónomo, es realizado por el operador una vez por turno, él debe llenar una ficha que debe marcar cada turno para saber si este se realizó o no la revisión correspondiente y en el reverso de esta se indica cada punto que el operario debe revisar indicando si debe hacerlo cada turno, día o semana. En promedio cada turno demora 15 minutos en la realización del apartado “PMA, aseo y documentos”

Aquí una muestra del actual sistema PMA:

Máquina		Célula	Actualizado	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO				
TOE-41		P.LOCO BL-4	26-07-2018					
N°	Elementos	Método	Criterio	Herramientas	Periodo			
					T	D	S	
1	MANOMETRO DE PRESION MORDAZAS	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO RANGO VERDE (15-25 BAR)	VISUAL	x			
2	MANOMETRO UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (25-30 BAR)	VISUAL	x			
3	UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	x			
4	UNIDAD DE LUBRICACION	INSPECCION VISUAL	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	x			
5	CIRCUITO REFRIGERANTE DE CORTE	INSPECCION VISUAL A LOS 2 RECIPIENTES????	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	x			
6	BOTONERA DOBLE ACCIONAMIENTO	PULSAR UN BOTON A LA VEZ	AL PULSAR NO DEBE INICIAR CICLO	VISUAL/MANUAL				x
7	PARADA DE EMERGENCIA EN EL PANEL	MOVER BOTON Y REALIZAR INSPECCION VISUAL	BOTON NO DEBE ESTAR SUELTO NI DAÑADO (FISURADO), EL BOTON NO DEBE TENER NINGUN TIPO DE OBJETO QUE DIFICULTE EL ACCESO, VISION Y FUNCIONAMIENTO. LA PARADA DE EMERGENCIA DEBE TENER SU ARANDELA DE COLOR AMARILLO CON LETERA "PARADA DE EMERGENCIA"	VISUAL/MANUAL				x
8	CIRCUITO RETORNO DE LUBRICACION A PERDIDA	INSPECCION VISUAL/MANUAL	DEPOSITO LIMPIO	VISUAL/MANUAL				x
9	PARADA DE EMERGENCIA EXTRACTOR	MOVER BOTON Y REALIZAR INSPECCION VISUAL	BOTON NO DEBE ESTAR SUELTO NI DAÑADO (FISURADO), EL BOTON NO DEBE TENER NINGUN TIPO DE OBJETO QUE DIFICULTE EL ACCESO, VISION Y FUNCIONAMIENTO. LA PARADA DE EMERGENCIA DEBE TENER SU ARANDELA DE COLOR AMARILLO CON LETERA "PARADA DE EMERGENCIA"	VISUAL/MANUAL				x
10	PRESION NEUMATICA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (4 A 8 BAR)	VISUAL				x
11	VASO UNIDAD FRL	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL				x
12	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL/MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES, LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERNOS DE FIJACION	VISUAL/MANUAL				x

Figura 47: Actual sistema PMA

La problemática ocurre con la indicación de realización para el PMA que se expone como una vuelta horaria alrededor de las máquinas en teoría se deberían poder revisar todos los puntos de cada máquina, pero en la realidad ocurre que no solo se dejan puntos sin revisar lo cual incurre en un enorme riesgo a la seguridad del operario y al funcionamiento de la máquina. Aquí se expone la forma según el documento en la que el operario debe realizar el PMA:

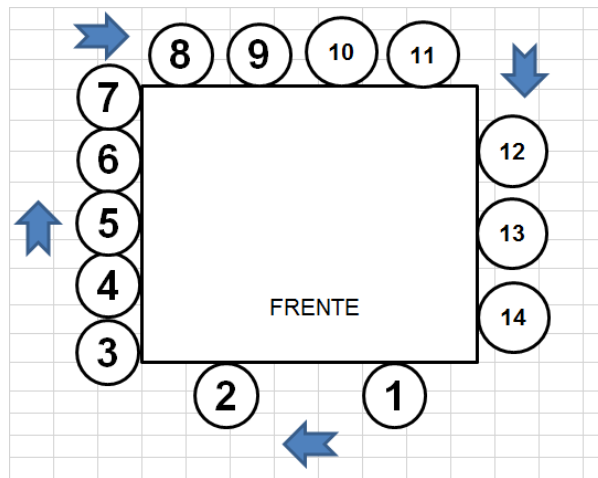


Figura 48: Ruta de recorrido actual PMA

Fuente: Elaboración propia

Los puntos de revisión en general rodean toda la máquina, en la realidad no todas las máquinas tienen los accesos de mantenimiento por el costado lo que implica que más de la mitad de las máquinas están juntas sin un espacio para que pueda pasar una persona entre máquinas.

Se realiza una reunión con el operario senior y el encargado del mantenimiento autónomo, de esta reunión surgen las siguientes problemáticas respecto al PMA de la célula:

- La ruta señalada no es físicamente realizable
- El operador no cuenta con un orden real de movimiento entre cada máquina
- No existe orden entre los puntos de revisión por lo que genera movimientos innecesarios por parte del operador
- Dado que no existe un orden en los puntos de revisión, quedan puntos sin revisar

- En la indicación de donde se debe revisar las imágenes son poco claras o incorrectas
- No existe una organización para asegurar que se haga la revisión a los puntos que se deban revisar de forma diaria o semanal.
- Solo un operador debe realizar el PMA, el otro debe hacer el aseo de la célula que demora 4 minutos en promedio.

La propuesta a partir de las problemáticas presentadas consta de generar un nuevo formato de PMA que cumpla los siguientes objetivos:

- Poder realizarse físicamente
- Tener un orden establecido
- Realización por parte de los dos operadores de la célula
- Mejorar la calidad e indicación de las imágenes en las que se señalan los puntos de revisión
- Cambiar revisiones diarias a por turnos o semanales
- Gestionar un método en el que se aseguren las revisiones semanales

La propuesta se valida en caso de que luego de en un periodo de marcha blanca se disminuya el tiempo promedio de el ítem de perdida de RO “PMA, aseo y documentos”

A continuación, se muestra el nuevo movimiento del operador en la realización del PMA, este se debe realizar separando para cada operador la mitad de las máquinas e integrando una ruta externa e interna:

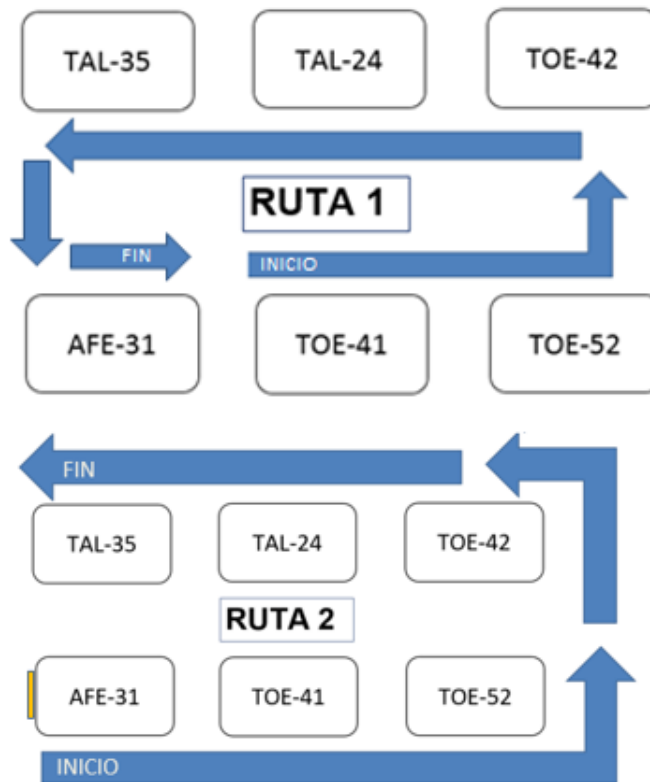


Figura 49: Ejemplo propuesta de ruta PMA

Fuente: Elaboración propia

Se realiza una reunión con el departamento de mantenimiento en la que de acuerdo a los históricos de falla que se tienen y las indicaciones del manual de cada máquina, se logra desplazar todas las revisiones diarias entre revisiones de turno o semanales, además de esto se hace una separación en 2 tipos de PMA, uno que se realiza solo por el turno del operario y otro de tipo semanal que debe realizar el primer turno de cada semana, esto no altera el sistema en la que evalúa datos mantenimiento ya que solo toman en cuenta si se realizó el PMA durante el turno y semana.

Finalmente, al separar el orden de revisión por ruta se toman nuevas fotos de los puntos de revisión acorde a la ruta a realizar, es así como se llega a un nuevo PMA:

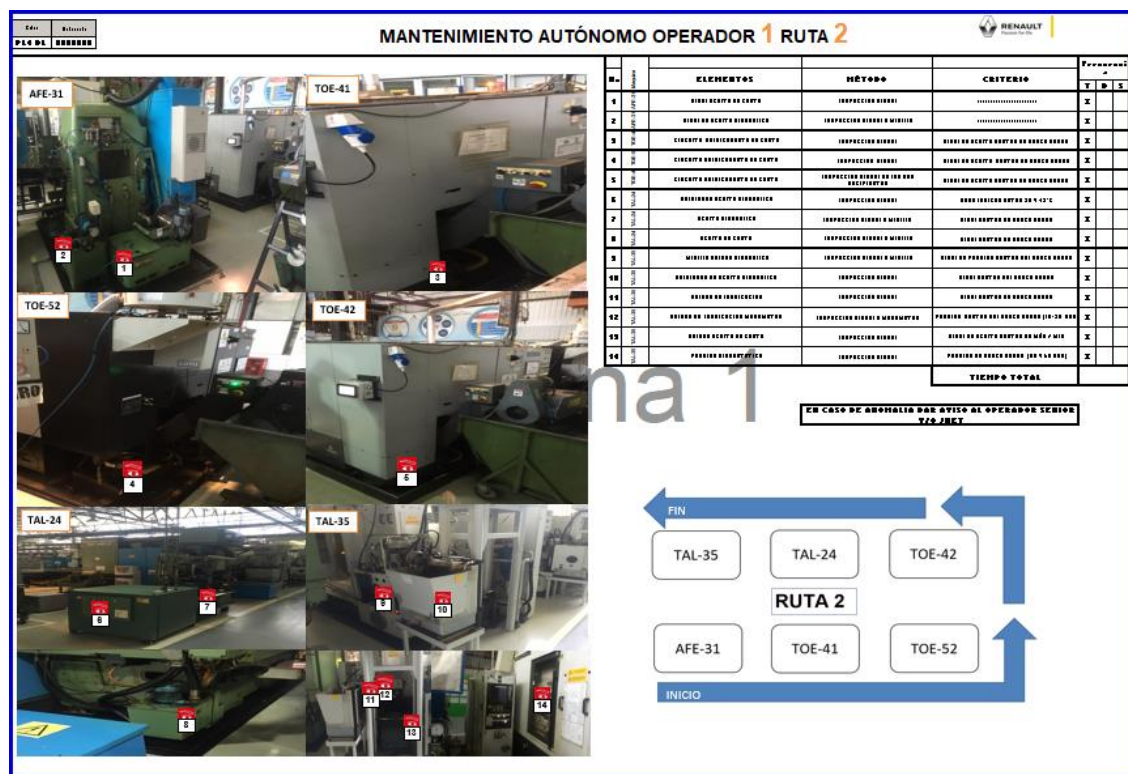


Figura 50: Propuesta de formato PMA

Fuente: Elaboración propia

La propuesta consta de una ficha semanal, aplicada para ambos operadores en 2 rutas para cada operador, disminuyendo también la cantidad de documentación de 12 a 4 documentos que contienen la misma información.

La validación consiste en tomar los tiempos promedios de ejecución para una semana, comprobando si estos son menores a lo que se tenía anteriormente:

Sistema PMA antiguo				
	Pma [min]	Aseo [min]	Documentos [min]	Tiempo total de realización
Operador 1	15	-	-	15 min
Operador 2	-	8	2	

Tabla 15: Tiempo de realización PMA antes de la mejora

Fuente: Elaboración propia.

Luego de una semana en marcha blanca, se midió 1 vez por día los tiempos de realización para el apartado “Pma, aseo y documentos” obteniendo lo siguiente:

	Sistema PMA nuevo			
	Pma [min]	Aseo [min]	Documentos [min]	Tiempo total de realización
Operador 1	6,5	4	-	12 min
Operador 2	6	4	2	

Tabla 16: Tiempo de realización PMA después de la mejora

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior queda validado el nuevo formato con lo que se instaura dentro de la célula, generando una ganancia en 4 minutos de producción extra para cada turno.

La propuesta implementa proyecta una ganancia del 0,73% de RO mensual

7.3 Problemas en calidad de las piezas

En este apartado se mostrarán las mejoras a realizar respecto a los problemas de calidad en piezas, esto va desde las piezas scrap generadas, máquinas con alto rechazo de pieza, golpes en piezas y rigor en la aplicación de 5S.

7.3.1 Soporte porta cuchillo en talladora

Al momento de realización del setup se generó un desperdicio de esperas debido al rechazo de la primera pieza luego del setup por parte de la talladora TAL-29, en la reunión que se realizó luego de las mediciones de setup con los operarios cometan que este es un problema persistente.

Se acude a HPD, el departamento de mediciones para pedir sus datos históricos de rechazo respecto a las talladoras de toda la célula que son 5, se digitalizan los datos de rechazo de pieza de setup para los meses desde Enero a Mayo, de aquí se pudo obtener el dato del porcentaje de piezas rechazadas para el setup de talladoras:

Máquina	Aprobado	Rechazado	ACD	% Rechazo
TAL-03	11	2		15%
TAL-17	11	5		31%
TAL-24	40	10	4	20%
TAL-29	16	15	3	48%
TAL-35	21	9	3	30%

Tabla 17: Porcentaje de rechazo en setup

Fuente: Elaboración propia.

Cabe recalcar que en todo cada setup no se revisan todas las talladoras, esto depende del frecuencial de piezas hechas por la máquina, parámetro que define HPD, también depende de que máquina indique el operador que presente una alta variabilidad, ACD significa aprobado con desviaciones esto implica que se debe volver a revisar los parámetros de setup después de una cantidad de piezas producidas que define HPD

De la tabla anterior se puede aseverar que los comentarios realizados por los operadores son acertados, se tiene un 48% de rechazo en setup para la talladora TAL-29, la talladora más antigua de las tres del mismo modelo (TAL-24 y TAL 35), esta talladora excede por mucho el porcentaje aceptable de rechazo que es en general de un 25%.

Se pide a HPD datos más detallados sobre las fallas en la talladora TAL-29 a lo que indican que existe una medición mensual de “12 básicos de calidad “que se realiza una vez por mes en donde se revisan 12 aspectos generales de cada máquina que tenga alta variabilidad en la producción, se revisa por medio de un reloj comparador la calibración de los elementos a los que no se les ajuste en el setup pero que si puedan presentar variabilidad de movimiento al paso del tiempo, encontrados los defectos estos se calibran.

A continuación, se presentan las mediciones mensuales de los “12 básicos de calidad” para la talladora TAL-29

FEC HA	PARAMETROS A CONTROLAR																							
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.	ANTES	DESP.
13- 01- 2019	A	A	A	A	A	A	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16- 02- 2019	A	A	A	A	A	A	R	A	R	A	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

17-03-2019	A	A	A	A	A	A	R	A	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
17-04-2019	A	A	R	R	R	R	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
15-05-2019	A	A	R	A	R	A	R	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabla 18: Parámetros de control 12 básicos de calidad

Fuente: Departamento de mediciones Renault Cormecánica

De aquí se puede saber que existe una gran variabilidad en el punto 4 ya que para los meses de Enero a mayo este parámetro fue rechazado, el parámetro en cuestión corresponde a:

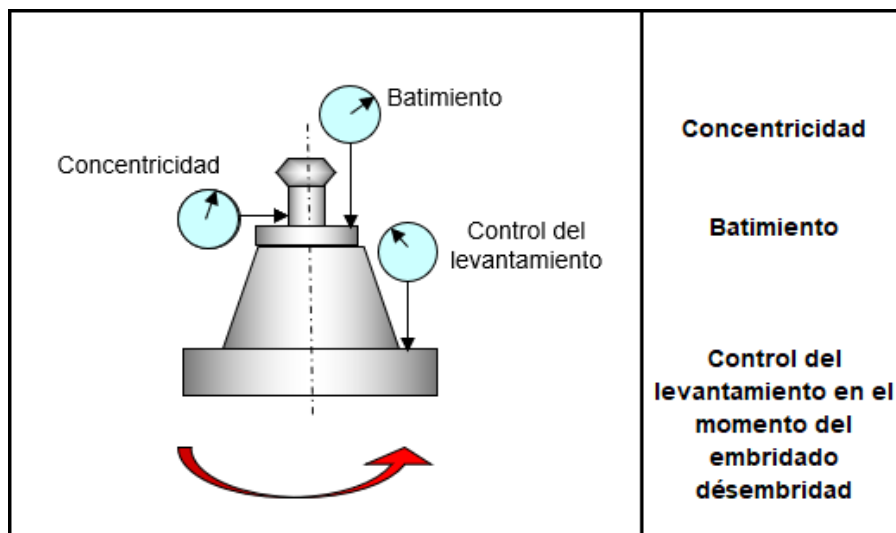


Figura 51: Punto 4 de evaluación 12 básicos de calidad

Fuente: Departamento de mediciones Renault Cormecánica

Esto corresponde al porta-cuchillo de la talladora, siendo el cuchillo el único cambio que interviene en la pieza dentro del setup. De acuerdo con esta causa de falla encontrada se revisan todos los procedimientos de setup referente al cambio de cuchillo y se revisa el propuesto por el fabricante en el manual de la máquina.

Todos los procedimientos que estipula la fábrica para realizar el setup se cumplen, a excepción de un procedimiento indicado por el fabricante, el cambio de cuchillo se debe realizar en una pieza auxiliar llamada Soporte de porta cuchillo dispositivo que no posee ninguna de las, pieza que tiene como función asegurar el eje del porta-cuchillo al momento de desmontarlo ante un cambio de setup. Al no contar con esta pieza los operadores desmontan el porta-cuchillo directamente en la máquina para luego hacer el cambio de cuchillo dentro de la misma máquina, esto implica varios factores negativos al setup:

- Problemas de seguridad al manipular un cuchillo de talladora por sobre la altura del hombro
- Fuerzas no horizontales aplicadas en el porta cuchillo al momento de desmontarlo
- Esquirlas de metal que pueden alojarse entre el cuchillo y su soporte

Se realiza una reunión con el encargado de mediciones de los 12 básicos de calidad en donde se llega a que de acuerdo a lo anterior se puede apreciar una gran cantidad de muescas para el espacio entre el cuchillo y porta-cuchillo además de esto la aplicación de grandes fuerzas en el porta-cuchillo al momento de desmontarlo afectan a largo plazo el cabezal superior de la máquina que se estima que de seguir aumentando la variabilidad del ajuste en el porta cuchillo se deberá reemplazar la pieza completa.

Se realiza la instalación de un soporte porta-cuchillo que se pudo encontrar en bodega, lo cual fue validado ante el alto costo de reemplazar el cabezal completo del soporte porta-cuchillo para la talladora.



Figura 52: Apoyo para soporte cuchillo talladora

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior se realiza el cambio en la HOE de setup correspondiente para la máquina TAL-29 y con la ayuda del operador senior se realiza un video explicativo de 5 minutos que se muestra a los operadores de todos los turnos de la célula a fin de ser capacitados en este nuevo procedimiento:



Figura 53: Muestra de formación cambio de cuchillo talladora

Fuente: Elaboración propia

Con este nuevo procedimiento es posible llegar a la meta de 25% de rechazos en setup ahorrando 4 minutos de espera en promedio para cada setup de la célula que se encontraban enmascarados dentro del tiempo total de setup

La mejora implementada disminuye los tiempos perdidos de rechazo lo cual se genera un aumento del 0,4% del RO mensual.

7.3.2 5S

7.3.2.1 Actividad 5s en la célula

Actividades 5s es una herramienta Lean instaurada totalmente dentro de la empresa, donde los operadores hacen una revisión mensual de los puntos importantes de orden y limpieza, la problemática se presenta que con el tiempo la rigurosidad en la aplicación de esta herramienta se ha ido diluyendo con el tiempo llegando incluso llenar de forma incorrecta los puntos de revisión en las fichas de seguimiento de 5S

Ante lo anterior un gestor del cambio debe motivar a las personas involucradas en el proceso a intervenir a hacerse dueñas de su proceso, de sus máquinas y su procedimiento.

Se pretende realizar una actividad de intervención 5S a fin de recordarle a los operarios los principios de 5S y que puedan sentirse como una parte más de la célula de manufactura.

La actividad por realizar en conjunto con el operador senior, el departamento de mantenimiento y los operadores de la célula tiene por objetivo:

- Instruir a los operadores sobre lo que significa e implica 5S
- Instruir a los operadores sobre las 7 dinámicas del cambio hacerlas parte de su día a día.
- generales de 5S:
 - Clasificar elementos que no sean necesarios dentro de la célula
 - Ordenar los elementos existentes en la célula
 - Limpiar las máquinas y elementos auxiliares
 - Recordatorio de como llenar la ficha de seguimiento 5S
- Arreglo en soporte de rieles de piezas y pedales
- Instalación de elementos auxiliares faltantes
- Mejorar la calificación actual de 74KR
- Actualizar fichas de setup
- Laminar todos los documentos técnicos
- Explicación de la curva del ánimo en conjunto con la jefatura de la UET

La actividad anterior pudo ayudar a los operadores a mejorar su visión respecto de las células y a hacerse parte de todos los procedimientos que afectan su actuar comprometiéndose a mantener este orden y procedimientos con el paso del tiempo ayudando a mejorar su propio puesto de trabajo.

Como se pudo apreciar en la actividad SMED realizada, existe documentación técnica que se mancha de aceite con el tiempo y lleva a errores en la producción por parte de operadores nuevos, ante esto se actualizan todos los documentos técnicos de la célula. La documentación

hace referencia a los planos de las piezas y como efectuar las mediciones dentro de la célula, estos son revisados en conjunto con el departamento de ingeniería a fin de actualizarlos.

Finalmente se cambia también forma de exponerlos en un formato laminado asegurando que estos documentos no se maltraten con el paso del tiempo además de esto este factor contribuye a que disminuir los errores en de corrección y reglaje por parte de los operadores nuevos.

Con la actividad realizada se pudo mejorar además la calificación 74KR de la célula, pasando de un 33% a un 49% de cumplimiento mejorando la nota 74KR de una denominación E a D.

7.3.2.2 Orden de documentación

Ante la falta o deterioro de cualquier documentación técnica presente en la célula se tiene un respaldo físico de cada documento en la oficina del jefe de la UET, junto con lo anterior se tiene un sistema llamado ATWI le cual lleva cuenta de forma digital si la documentación de la célula existe, se encuentra actualizada o requiere cambios.

Se indica por parte de la jefatura de UET en el marco de la actividad 5S que al sistema ATWI es complicado de llenar y de revisar lo que en general lleva a que se produzcan errores por parte de los jefes de área.

Se revisa el sistema actual ATWI, mostrando solo 2 máquinas, el formato contempla 12 para esta célula:

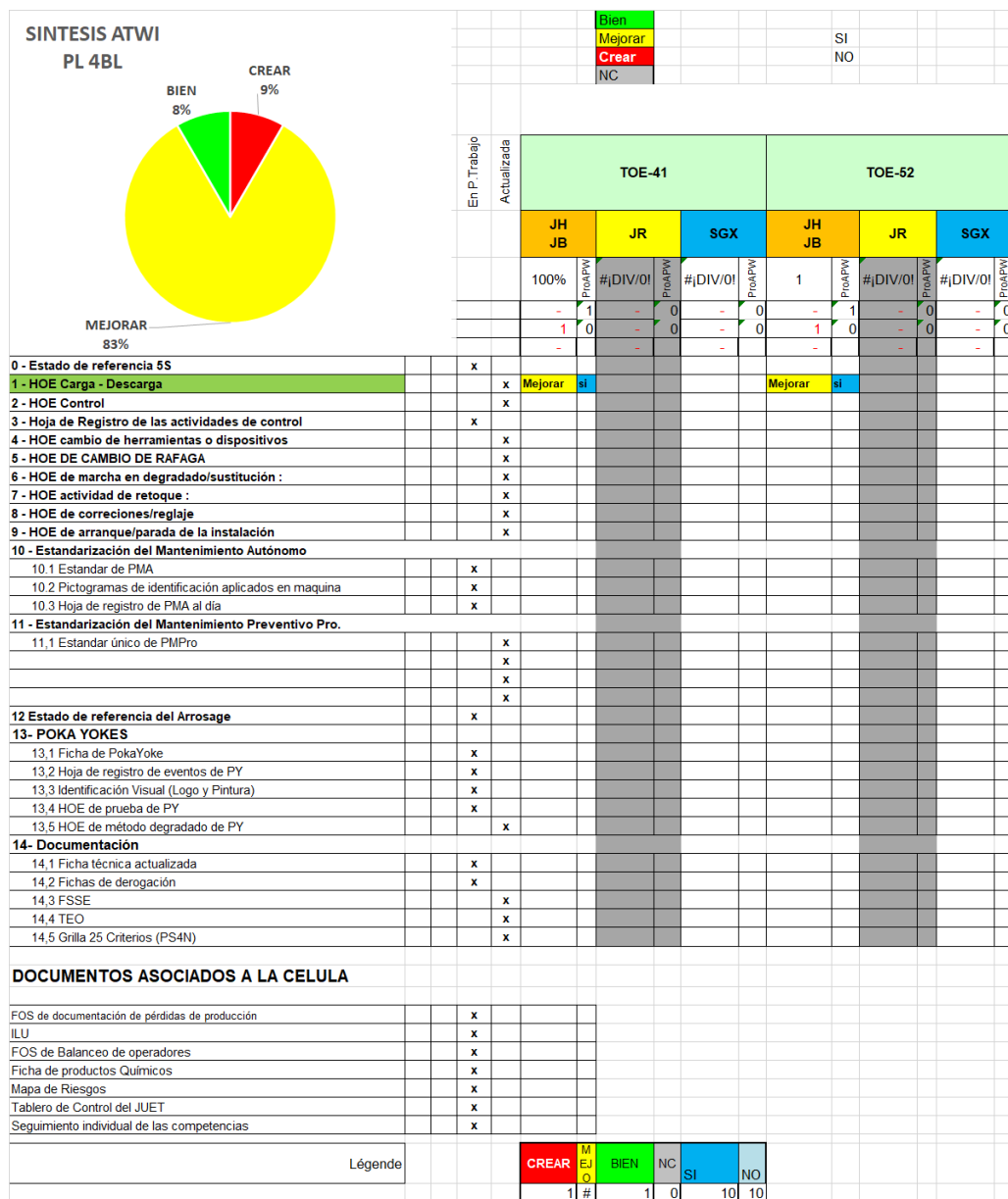


Figura 54: Actual sistema ATWI

Fuente: Jefatura UET piñonería Renault Cormecánica

La propuesta a realizar con el objetivo de mantener la estandarización de documentos a lo largo del tiempo es cambiar el formato del sistema ATWI de manera visual, facilitando el llenado y revisión de este, actualizando también la documentación que debe tener la célula.

Se presenta a la jefatura de UET la propuesta de formato ATWI usando como ejemplo la célula piñón loco cuarta “blando”:

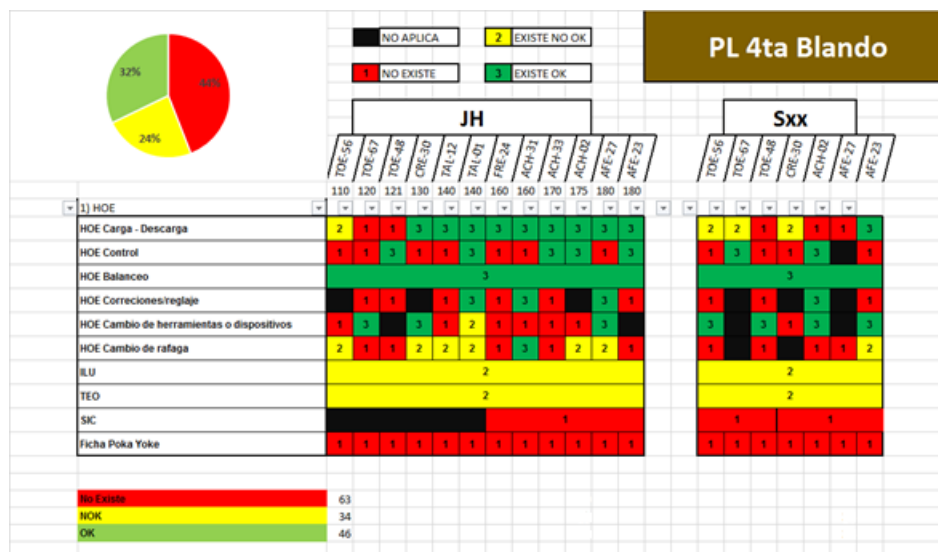


Figura 55: Propuesta sistema ATWI

Fuente: Elaboración propia

La propuesta es aprobada por parte de la jefatura de UET y se pide implementarla para toda la UET de piñonería blanda.

La ganancia de este ítem no se puede proyectar directamente en % de Ro ya que se su función es disminuir los tiempos administrativos del jefe de la UET lo que implica mayor disponibilidad de la jefatura para ser usado en resolver problemáticas del día a día.

7.3.3 Piezas golpeadas

En la producción normal, una pieza golpeada representa una alta perdida de RO, esto debido a que al considerarse golpeada esta pieza ya no puede ser ocupada, perdiendo todo el tiempo que se ocupó en la manufactura de tal pieza.

Es responsabilidad de cada operario revisar el estado en que llegan y salen las piezas de la célula, siendo actualmente el mayor problema de ante esto se analizan las causas de por qué se golpean piezas si se siguen los procedimientos estándar, la mayor causa de piezas rechazadas en la célula es por “piezas golpeadas”.

De acuerdo con lo anterior se realiza una reunión de 5 minutos con los operarios y el inspector de calidad de la UET a fin de hablar sobre las mayores causas de golpes en pieza, esto debido a que no se posee más información sobre las causas de golpes en piezas, de la reunión realizada con los 3 turnos distintos de operadores, se atribuyen los golpes de piezas a dos causas principales:

- Golpes laterales en piezas al momento del montar en carro de transporte
- Golpes en dientes por acumulación en rieles

Se genera una propuesta para causa expuesta con un prototipo de prueba.

7.3.3.1 actualización en carros de varillas

Actualmente el transporte de piezas se realiza con carros de varillas las cuales están recubiertas de goma, la problemática ocurre que con el tiempo en la punta de la varilla las gomas se desgastan y estas no alcanzan a ser cambiadas a tiempo, se presenta una foto de los carros de varillas:



Figura 56: Estado actual carros de varillas

Fuente: Elaboración propia

Según lo que se puede apreciar en las puntas de los carros, se decide realizar 2 propuestas de refuerzo en los carros, con distinto costo a los cuales se les hará seguimiento comparando con un carro normal, cuanto tiempo demoran en desgastarse, aquí las propuestas:



Figura 57: Prototipo 1 mejora carro de varillas

Fuente: Elaboración propia



Figura 58: Prototipo 2 mejora carro de varillas

Fuente: Elaboración propia

El objetivo de esto es comprobar que tipo de propuesta es más rentable en el tiempo, durante la duración del proyecto no se pudo apreciar desgaste en ambas propuestas por lo que el tema será dejado para el plan de replica

Se proyecta una reducción de 0,7 piezas golpeadas en promedio por turno debido a esta causa de perdida, lo que implica una ganancia del 0,17% de Ro mensual.

7.3.3.2 Poka Yoke de tipo Karakuri

Existió anteriormente un sistema de Poka Yoke para golpes de tipo karakuri para la célula estudiada, el cual Desafortunadamente con el paso del tiempo no funciona ya que sirve solo para piezas que tienen una diferencia de diámetro de un 2%, aquí un ejemplo del sistema:



Figura 59: Ejemplo sistema actual Poka Yoke-Karakuri

Fuente: Departamento APW Renault Cormecánica

Se realiza un prototipo de Poka Yoke tipo karakuri que por medio de balancines montados en forma de escalera que impide el golpe entre dientes:



Figura 60: Prototipo Poka Yoke Karakuri

Fuente: Elaboración propia

El sistema se realiza a forma de prototipo con rieles de polines y placas de acero, debido a que fue hecho a modo de prueba y error, el sistema falla en un 2% de los casos debido a diferencias constructivas entre los balancines, el prototipo propuesto quedara en el plan de réplica.

El prototipo al no poder ser probado en célula su ganancia solo puede ser proyectada a un 0,35% de RO mensual.

7.4 Desvío en tiempo de ciclo de la célula

La cuarta mayor pérdida de RO en la célula corresponde al desvío de tiempo de ciclo, lo que indica que las piezas se están procesando en un tiempo mayor al requerido de forma estándar, ante esto se realiza un análisis de 5 porque respecto a los desvíos de tiempo de ciclo sin incluir causas fuera del alcance el del proyecto como:

- Avería en máquinas

- Ausentismo
- Tiempos de espera por fallas en la Logística
- Falta de componentes
- Rotura de herramientas

Por qué 1	Por qué 2	Por qué 3	Por qué 4	Por qué 5	acción de erradicación
Se desvía el tiempo de ciclo de la célula	Operador no cumple con los tiempos de producción	Operador se mueva a una velocidad inferior a la requerida	La Ergonomía del puesto de trabajo está fuera de norma	La Revisión de Ergonomía se realiza una vez por año	Revisar la conformidad de la Ergonomía del puesto de trabajo
		Operador no calibra correctamente las máquinas en el setup	Las velocidades de acción de las máquinas no se encuentran estandarizadas	Operador no tiene a mano los tiempos de ciclo de la máquina	Aplicar la gestión visual a modo de que el operador tenga a mano el dato de tiempo de ciclo

Tabla 19: 5 porqué desvío tiempo de ciclo

Fuente: Elaboración propia.

7.4.1 Conformidad de la Ergonomía en el puesto de trabajo

En conjunto con el prevencionista de riesgos se revisa la ficha FSSE la cual indica las conformidades ergonómicas en el puesto de trabajo que de acuerdo con una puntuación dada por los esfuerzos que realiza el operario asigna un puntaje que se traduce a un color para el

puesto de trabajo siendo verde, amarillo o rojo dependiendo el esfuerzo físico que realice el operario en la célula.

De lo anterior se comprueba que respecto a la revisión del año pasado no se han hecho cambios en las máquinas o procedimientos generales por lo que tal Revisión es válida donde los dos puestos de los operadores son de color verde, indicando que bajo las consideraciones ergonómicas de la empresa no existe razón para que el operario tenga dificultad en la manufactura de piezas de acuerdo con el tiempo de ciclo que se tiene.

7.4.1 Gestión visual en tiempo de ciclo

Actualmente la única manera que tiene el operario para saber el tiempo de ciclo es con la ficha de capacidad, la que se encuentra en el espacio para todos los documentos de la célula que no sean planos de pieza, PMA o requerimientos de medición dentro de la célula. El formato de la ficha de capacidad tiene dos complicaciones para el operario, no puede llevarlo consigo cuando realice el setup de cada máquina ya que puede mancharlo o deteriorarlo y los tiempos en la ficha están estandarizados a centiminutos.

La propuesta a realizar es de gestión visual al incluir en cada máquina de la célula el tiempo de ciclo que debe cumplir para cada familia de piezas agregando también un pequeño instructivo de cómo hacer el cambio de minutos a centiminutos a fin de motivar al operario a que utilice esta unidad de medida en su día a día, a continuación, se presenta la propuesta



Figura 61: implementación gestión visual desvío tiempo de ciclo

Fuente: Elaboración propia

La propuesta es aceptada por el jefe de la UET haciendo el requerimiento de que se instale en todas las máquinas de la UET piñón “blando”.

Las gestiones realizadas en conjunto de una formación de 5 minutos a los 3 turnos de operarios respecto a cómo calcular el tiempo de ciclo de cada máquina y el de la célula, proyectan una ganancia del 0,77% de Ro mensual.

8 Propuesta plan de réplica

El plan piloto elaborado en la célula tiene como objetivo de la empresa que luego de este proyecto la célula se convirtiera en una célula modelo que sirva como referencia a las demás en cuanto a cómo poder ver a futuro la mejora de las células respecto a las brechas de RO utilizando las herramientas Lean con las que ya cuenta la empresa y herramientas nuevas instauradas.

Es por lo anterior que la última fase del proyecto es un plan de réplica, el cual consta de identificar las soluciones de mejora que se pueden replicar en las demás células, elegir encargados que le den seguimiento a las soluciones a replicar y la elaboración de un plan que indique las consideraciones al momento de replicar una de las mejoras realizadas en la célula piñón loco cuarta “blando”.

8.1 Soluciones para replicar

1. SMED + Go Pro

A pesar de que actualmente la empresa realiza actividades de mejora en los cambios de ráfaga estos no siguen una metodología particular, se propone replicar la herramienta SMED con el uso de cámaras Go Pro lo que tendrá los beneficios de:

- Tener un mejor detalle en la medición de tiempos
- Analizar de una manera más profunda los tiempos de medición
- Separación de actividades internas y externas

2. Herramienta neumática plato

En la empresa existe una gran cantidad de tornos que cuentan con el mismo sistema de cambio de plato que necesita de una pistola neumática para realizarlo, es por esto que se propone replicar el método usado para arreglar las pistolas neumáticas de otras células que se encuentren fuera de funcionamiento.

3. Incorporación de llaves de carraca

De acuerdo con lo conversado con el prevencionista de riesgo son muchos los puestos que a pesar de estar en color verde de acuerdo con la FSSE cuentan con incomodidades en las muñecas al momento de realizar cambios en pernos.

4. Reincorporar procedimiento de dejado de piezas

En todas las células existe un procedimiento de dejado de células que cuenta con el mismo formato que se mejoró, es por esto por lo que se propone replicar en la forma en la que se visibiliza el dejado de piezas.

5. HOE de distribución

En la actualidad la empresa no cuenta con un orden específico para la realización de setup.

6. Nuevo formato de PMA

En todas las células se cuenta con el mismo formato de PMA, es por esto por lo que también se presentan varias problemáticas de las vistas referentes a este formato.

7. Soporte porta cuchillo en talladora

Ante el alto gasto que implicaría al largo plazo reemplazar un soporte porta cuchillo para las talladoras se propone comprar e instaurar los soportes porta cuchillo que indica el fabricante.

8. Actividad 5S

Se propone replicar la actividad de 5S realizada en la célula con los mismos objetivos propuestos a fin de mejorar la motivación y compromiso de los operarios con la célula mejorando a la vez el indicador de 74KR.

9. Laminación en documentación

Una problemática que se repite en todas las células es el daño que se produce en la documentación técnica al mancharse normalmente con aceite.

10. Orden de documentación

El nuevo formato de sistema ATWI demostró ser más amigable con el usuario que son los jefes de UET .

11. Actualización en carros de varillas

La problemática de golpes laterales en piezas se puede apreciar en la mayoría de los carros de piñonería.

12. Poka yoke de tipo karakuri

Actualmente existe en la empresa una gran cantidad de Poka Joke tipo karakuri dentro de la empresa, pero el realizado es el primer prototipo que puede impedir golpes de piezas en rieles para piezas con diferencias de diámetro mayores al 2%.

13. desvío tiempo de ciclo de la célula

La ayuda visual propuesta ayudara a que los operadores puedan tener mejor exactitud las velocidades de acción de las máquinas al momento de realizar el setup eliminando a la maquinaria como causa de desvíos en el tiempo de ciclo.

8.2 Elección de encargados por solución

Con la ayuda de la gerencia del departamento de APW, a cada solución a realizar se le asigna un encargado de la empresa que replicara una solución realizada:

- 1) SMED + Go Pro : Organizador industrial, Departamento de mejora continua.
- 2) Herramienta neumática plato: CAMI, Departamento de ingeniería.
- 3) Incorporación de llaves de carraca: CAMI, Departamento de ingeniería.
- 4) Reincorporar procedimiento de dejado de piezas: Inspector de calidad, Departamento de calidad.
- 5) HOE de distribución: PSI, Departamento de ingeniería.
- 6) Nuevo formato de PMA: GATM, Departamento de mantenimiento

- 7) Soporte porta cuchillo en talladora: PSI, Departamento de ingeniería.
- 8) Actividad 5S: Organizador industrial, Departamento de mejora continua.
- 9) Laminación en documentación: Organizador industrial, Departamento de mejora continua.
- 10) Orden de documentación: Organizador industrial, Departamento de mejora continua.
- 11) Actualización en carros de varillas: Jefe de taller APW, Departamento de mejora continua.
- 12) Poka yoke - karakuri: Conceptor proceso, Departamento de ingeniería.
- 13) Desvío tiempo de ciclo de la célula: Organizador industrial, Departamento de mejora continua.

8.3 Elaboración del plan

Este apartado consiste la lista de entregables con información se le dará al encargado de réplica a fin de poder realizar las soluciones hechas en la célula piloto.

1) SMED + Go Pro :

- Guía de realización de SMED Muller (2015)
- Videos de toma de tiempos
- Documentos Salto de conejo donde se indica la separación entre actividades externas e internas
- Plan PDCA realizado

2) Herramienta neumática plato:

- Piezas tipo de la pistola que se entregaran al taller metalmecánico de la empresa para replicarlos.

3) Incorporación de llaves de carraca:

- Tipo de llave de carraca y dados ocupados
- cotización de las llaves de carraca

4) Reincorporar procedimiento de dejado de piezas:

- Formato en Excel y Word utilizado

5) **HOE de distribución:**

- Formato A3 en Excel del la HOE de distribución

6) **Nuevo formato de PMA:**

- Formato A4 en Excel del nuevo formato de PMA
- Fotos tomadas para el PMA
- Registro de tiempos de realización de PMA

7) **Soporte porta cuchillo en talladora:**

- Datos de medición HPD
- Datos de medición de los “12 básicos de calidad”
- cotización de soporte porta cuchillo talladora Lieber

8) **Actividad 5S**

- Documento de la empresa sobre que es 5S
- Extracto del libro de Ken Blanchard (2010) sobre las dinámicas del cambio
- Extracto del libro de Kübler-Ross (2010) sobre la curva de animo
- Fotos de los arreglos realizados en la célula
- Indicación de que puntos de los 74KR se pueden mejorar con la actividad 5S

9) **Laminación en documentación:**

- cotización de los papeles de laminación usados
- Ejemplo de documento laminado

10) **Orden de documentación: 7**

- Archivo en Excel del nuevo sistema de organización ATWI

11) **Actualización en carros de varillas:**

- cotización de materiales usados en la mejora de las varillas
- Indicación de medición de tiempo que dure cada uno de los prototipos
- Herramientas creadas para la confección del prototipo

12) Poka yoke de tipo karakuri:

- Dimensionamiento de los balancines de polines
- Dimensionamiento total del prototipo
- Consideraciones de pesos y diámetros máximos con los que podía trabajar el prototipo
- Indicación de realizar los balancines de polines usando a impresora 3D de la empresa

13) Desvío tiempo de ciclo de la célula:

- Formato Word con las indicaciones de tiempo de ciclo por máquina

Las soluciones para replicar fueron acogidas con éxito por los responsables designados por parte de la gerencia correspondiente de los cuales se espera puedan replicar las soluciones en diferentes células de la empresa.

8 Conclusiones

En este documento, se realizó un plan de mejora en el KPI de rendimiento operacional (RO) para la célula de fabricación piñón loco cuarta “blando” en el sector de piñonería de la empresa Renault Cormecánica por medio de la utilización de herramientas Lean.

Se plantea un esquema de 4 etapas en el que se definen los pasos generales del plan a realizar:

- Diagnóstico de la situación actual:
 - Elección de la célula a intervenir
 - Caracterización de célula
 - Recopilación de datos históricos RO
 - Acompañamiento al operario
 - Encuesta de diagnostico
- Análisis de los datos obtenidos:
 - Selección herramientas Lean
 - SIPOC
 - Identificación de desperdicios
 - FODA
 - Ishikawa
- Propuestas e implementación de mejoras:
 - Diseño
 - Validación
 - Implantación
- Propuesta plan de réplica:
 - Propuestas a replicar
 - Elección de encargados
 - Elaboración plan de replica

Se elige la célula de manufactura piñón loco cuarta “blando” como célula piloto, se toma como línea base el indicador de RO obtenido para los meses entre Enero y Mayo , la célula

cuenta con un RO promedio del 68,63% el más alto entre su grupo de células y el RO objetivo a cumplir para el siguiente año es de 75% teniendo una brecha del 6,37% en cuanto RO. El grupo Renault tiene un objetivo general de un 85% para sus células productivas en general.

Dentro del diagnóstico se la caracteriza la célula en cuanto a su maquinaria, piezas realiza, documentación técnica y procesos de mecanizado. En base a la plataforma RSF se recopilan, segregan y sanean las pérdidas primarias de RO en minutos tomando dentro del alcance:

- Cambio de ráfaga
- Parada funcional
- Calidad
- Desvío tiempo de ciclo

En base a la metodología Lean se analiza la situación actual de la célula, tomando en cuenta la filosofía Lean en cuanto a las 7 dinámicas del cambio y la crítica se traduce en un análisis con las siguientes herramientas:

- Encuesta a los operarios
- Elaboración de FODA en conjunto
- SIPOC
- Identificación de desperdicios
- Ishikawa

Las problemáticas encontradas se canalizan en conjunto con los datos de la plataforma RSF en la realización de las siguientes propuestas de mejora para mejorar los tiempos de pérdida en RO:

- Setup utilizando SMED y PDCA
- Parada funcional con la mejora de formatos actuales.
- Calidad de piezas retomando estándares en máquinas y 5S, prototipos Poka Yoke - Karakuri
- Desvío de tiempo de ciclo usando gestión visual

Las problemáticas realizadas pasan por un proceso de validación generando un plan piloto en la célula donde se implementan las soluciones expuestas las cuales redujeron las brechas detectadas en cuanto al indicador de RO contemplando un seguimiento a forma de un plan de réplica que se realizara en las demás células.

El plan realizado se considera como exitoso al replicar 13 mejoras en la célula proyectar una mejora del indicador de RO mensual de la célula piñón loco cuarta “blando” en un 4% promedio de acuerdo con los planes realizados llegando a un RO promedio esperado de 72,5%, se espera que la mejora sea mayor a causa de la motivación y formación realizada con los operadores y jefatura de la UET.

9 BIBLIOGRAFÍA

CUATRECASAS, Lluís. Lean Management: La gestión competitiva por excelencia. 1ª ed. Barcelona: Bresca Editorial, S.L., 2010. 370p. ISBN 978-84-96998-15-5

Cuatrecasas, Ll. (2013). Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Barcelona: PROFIT editorial.

Cruelles, A. (2013). Ingeniería industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. (Primera ed). Barcelona: Marcombo, S.A.

Eckes, G. (2004). El six sigma para todos. Editorial Norma, Bogotá.

Kotter, J. P. (1996). Leading change. Boston, Mass: Harvard Business School Press.

Kübler-Ross Capital Humano. Las cinco etapas del cambio: nº 241, pág. 54, marzo, 2010

Muller, (2015). “SMED aplicado a matrices de conformado en frio en una autopartista”, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina.

Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010) Lean manufacturing la evidencia de una necesidad. Madrid: Díaz De Santos S.A.

SEKINE, KENICHI, (1993). “Diseño de Células de Fabricación, Productivity”, Portland Oregon.

Shingo, Shigeo (1990) Kaizen: la filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la Administración por Calidad Total. México D.F.

Suzaki, K. (1987), Competitividad en fabricación en la década de los 90: Técnicas para la mejora continua. Madrid: The Free Press, 9-95.

Thompson et. al. (1998), Dirección y Administración Estratégicas, Conceptos, casos y lecturas. Edición especial en español. México. Mac Graw Hill Inter Americana y editores.

Walton, M., & Deming, W. E. (2004). El método Deming en la práctica.

WILDEMUTH, BARBARA. (2009). Applications of Social research methods to questions in information and library science. Westport, Libraries Unlimited.

Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Simon & Schuster: Primera edición.

Villaseñor, A. y Galindo, E. conceptos y reglas de Lean Manufacturing. (Primera Ed.) México: Limusa. (2007) pág. 83

WEB

¿Qué es la resistencia al cambio y cómo nos afecta?, <http://www.madisonpos.com/resistencia-al-cambio/>

Herramientas y métodos de calidad, <http://www.aiteco.com/herramie.htm>

Las 8 mudas, <https://www.monografias.com/trabajos98/kaizen-mejora-continua-sistema-lean/kaizen-mejora-continua-sistema-lean2.shtml>

Célula de manufactura, <http://www.rtcollectors.com>

Poka Yoke, <http://www.gestiopolis.com/poka-yoke-tecnica-de-calidad-para-la-mejoracontinua/>

Diagrama causa- efecto, <https://www.6sigma.us/etc/what-is-ishikawa-fishbone-diagram/>

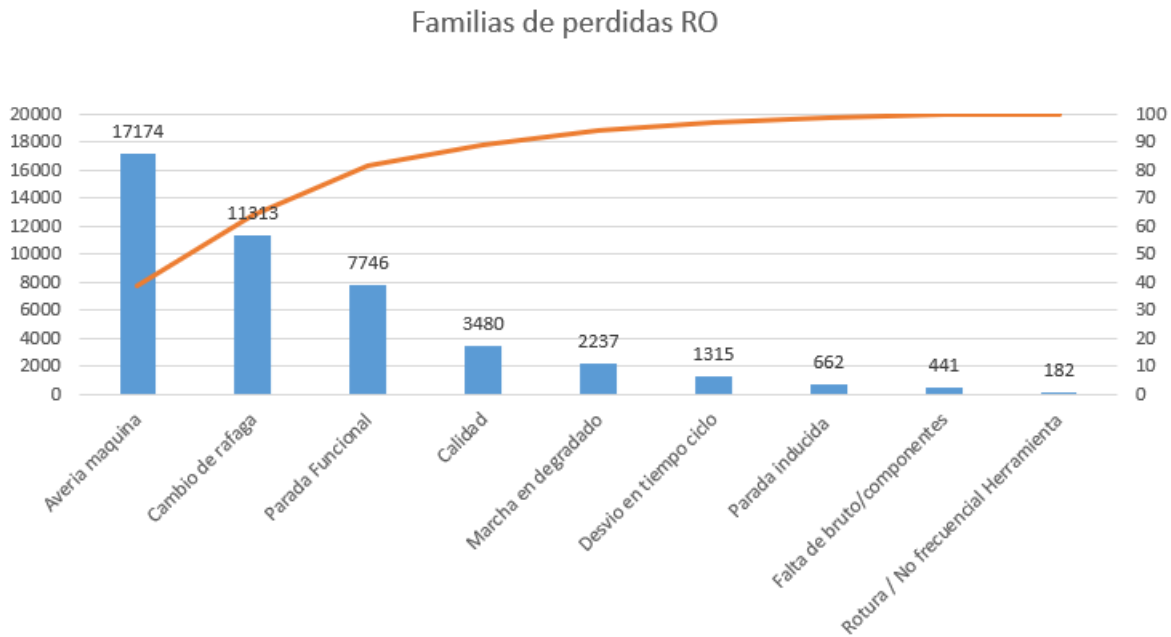
10 Anexos

1. Proceso completo piñón loco cuarta, se encuentra en verde la célula 1315 piñón loco cuarta “blando”:

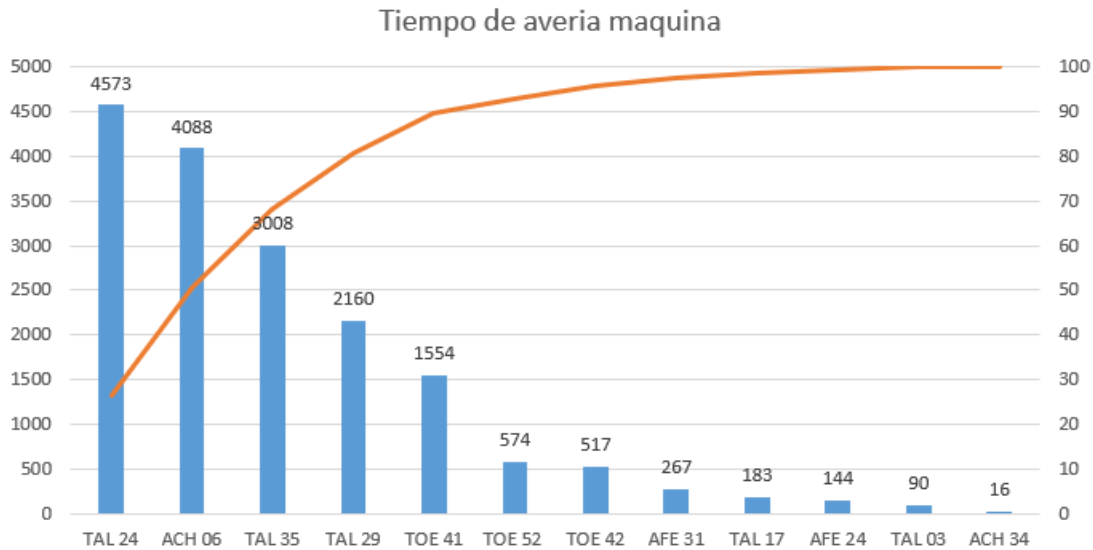
Proceso por realizar	Numero de operación	Serie Jxx	Serie Sxx
Torneado cara y terminación Ø exterior	110	X	X
Torneado cara y terminación Ø interior	120	X	X
Tallado de diente helicoidal	140	X	X
Tallado de crabot 24 dientes	150	X	
Fresado entrada 24 dientes	160	X	
Chaflanado dentado exterior	180	X	X
Afeitado de Dientes	190	X	X
Lavado	200		X
Prensado	210		X
Soldado	220		X
Lavado y Soplado	240	X	
TRATAMIENTO TERMICO			
Lavado y Soplado	280	X	X
Carbonitruración y temple	300	X	X
Lavado	320	X	X
Revenido	340		X
Lavado	360		X
Granallado de Limpieza	380	X	X
Control de TT	405	X	X
Fosfatizado	420	X	
Lapeado diámetro interior	450	X	X
Rectificado de cono	460	X	X
Lapeado de cono	470	X	X
Control Ultrasonido	475		X
Lavado	480	X	X
Control de Golpes		X	X

2. Gráficos de pérdida de RO generados sobre la plataforma RSF

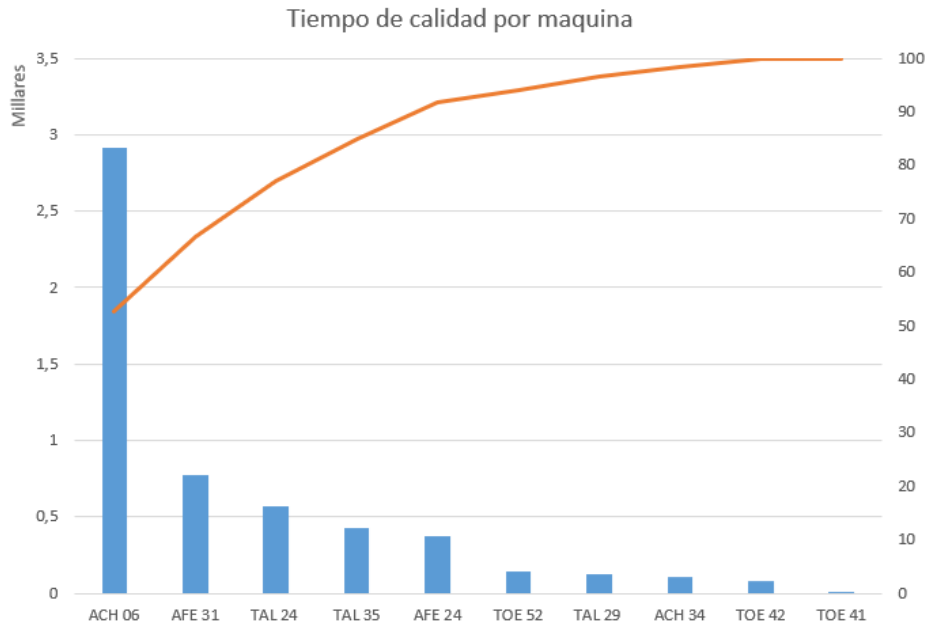
2.1 Perdas agrupadas por familia:



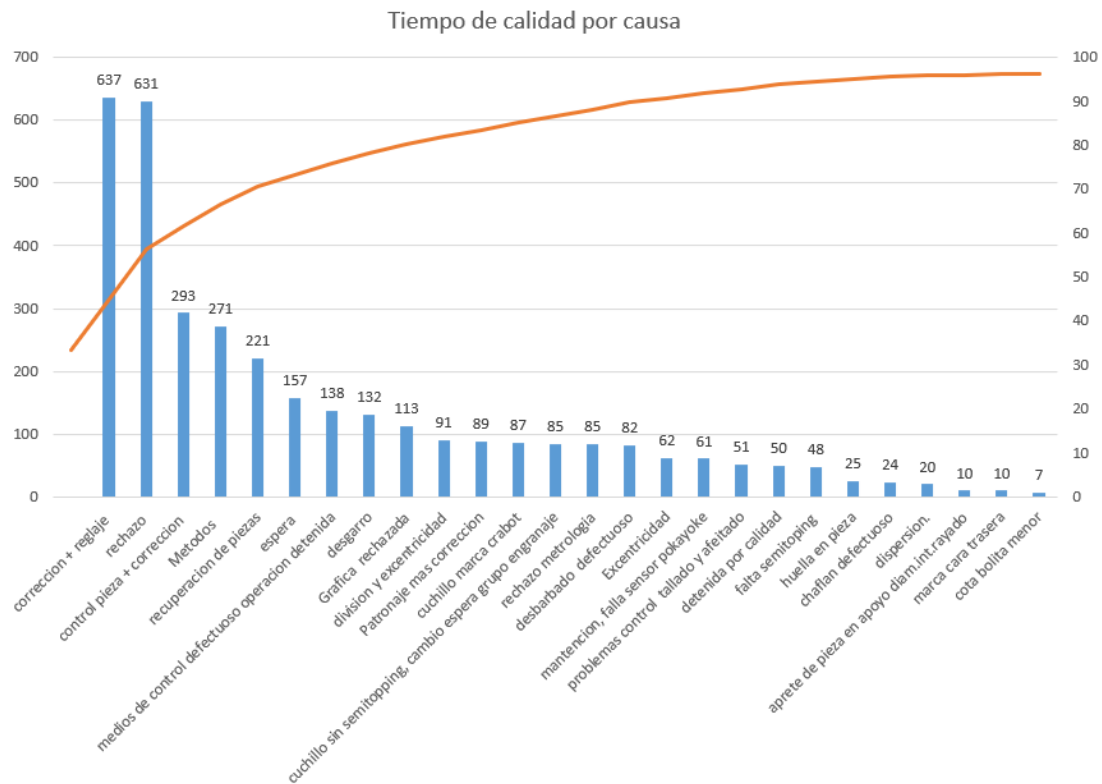
2.2 Avería máquina:



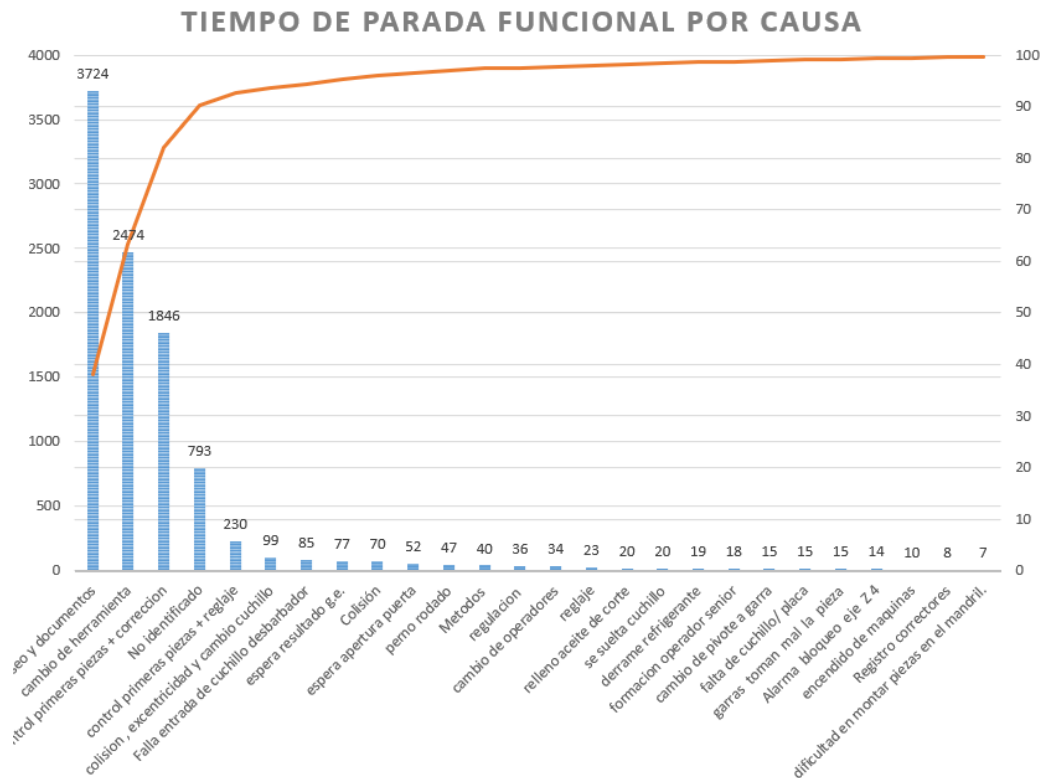
2.3 Calidad por máquina:



2.4 Calidad por causa:



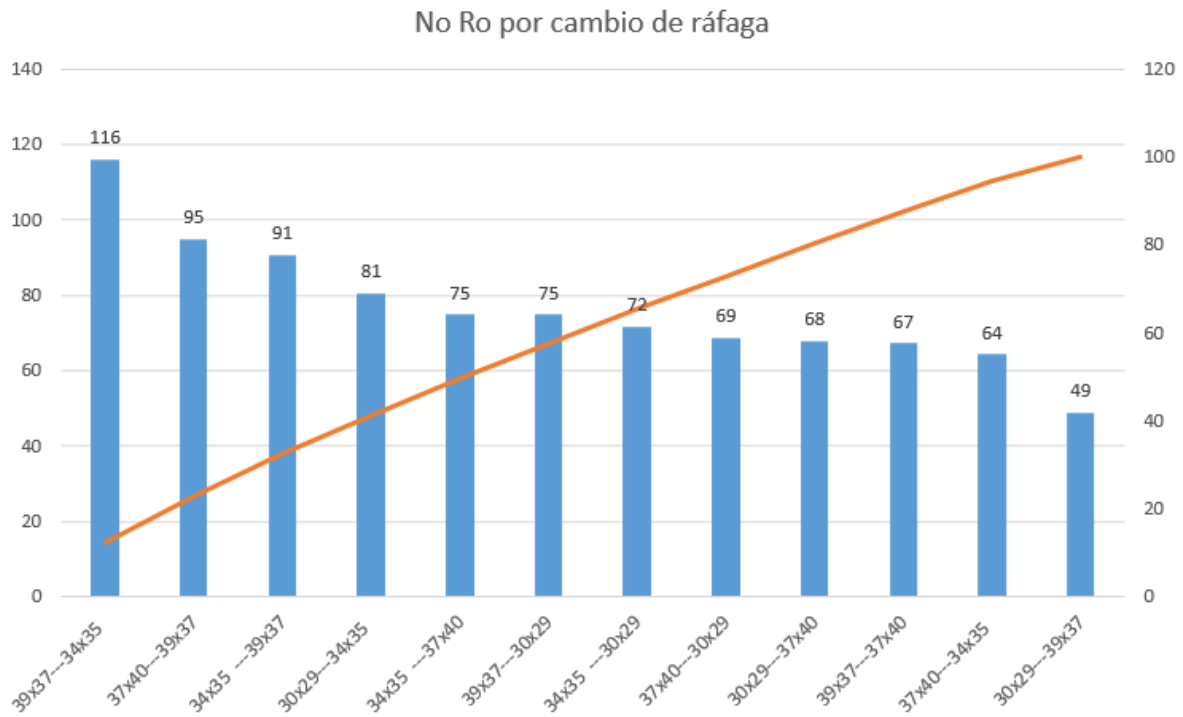
2.5 Parada funcional por causa:



2.6 No RO por semana



2.7 Cambio de ráfaga



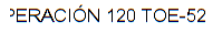
3. Encuesta realizada a operadores:

Nombre:	
Célula:	
Encuesta realizada por:	J. Araya – E. Cubillos
ENCUESTA PIÑON LOCO 4° BLANDO	
2 - Según usted, en relación con la célula piñón loco 4°,	
- ¿Cuáles son los 3 puntos fuertes? - ¿Por qué? - ¿Puede darme ejemplos?	
- ¿Cuáles son los 3 problemas más importantes? - ¿Por qué? - ¿Puede darme ejemplos?	
4 - En el futuro, queremos progresar. Teniendo en cuenta su experiencia,	
- ¿Qué espera del futuro del proceso estudiado? - ¿Puede usted ilustrar con ejemplos?	
5 - En el conjunto de sus respuestas a las preguntas anteriores,	
- ¿Cuáles son aquellas que le parecen más importantes? - ¿Por qué? - ¿Hay otras que usted no ha citado todavía?	
6 – En nuestra organización, para tener éxito en lo que usted propone	
- ¿Cuáles son los 3 frenos mayores? - ¿Por qué?	

4. SIPOC

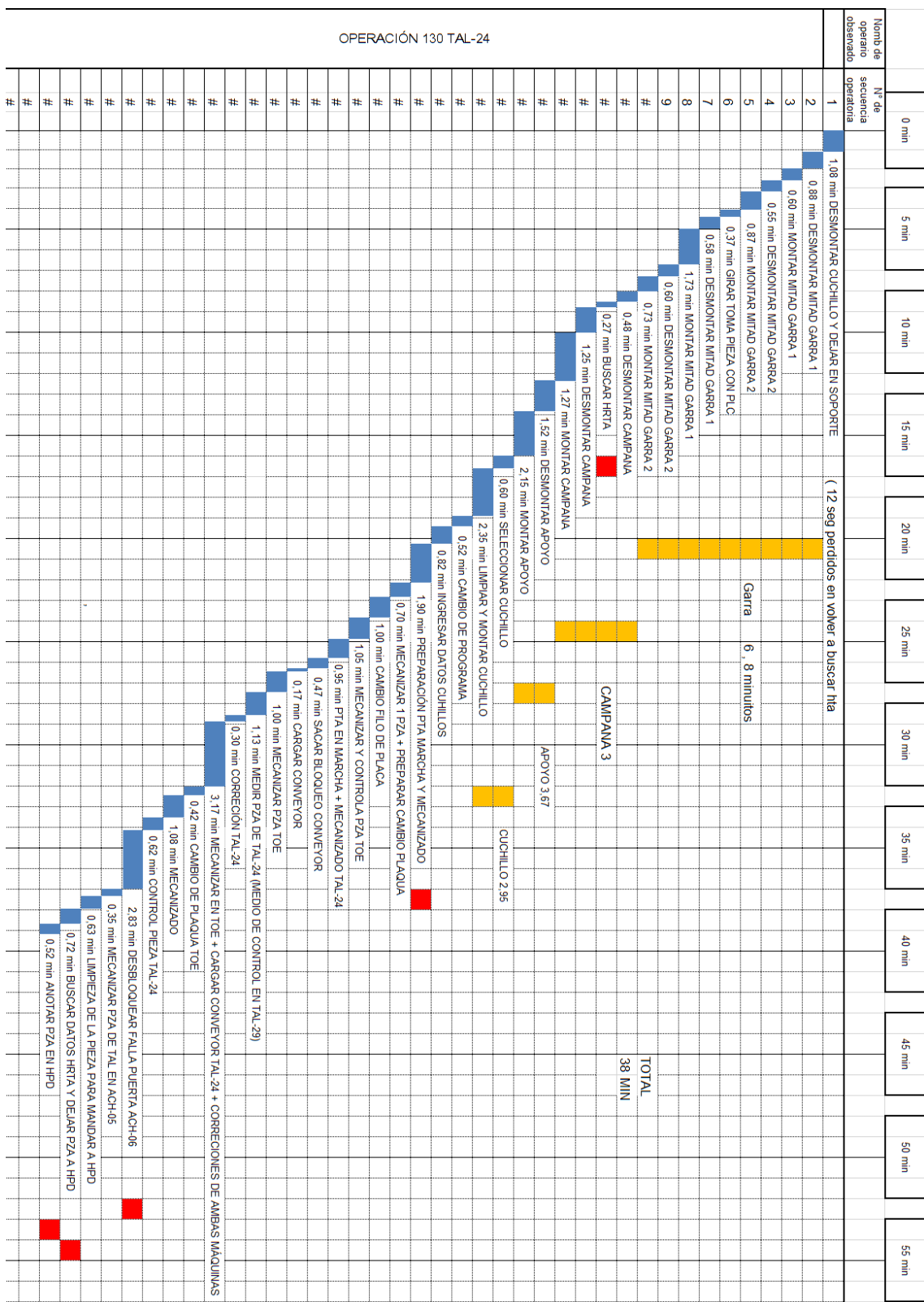
SIPOC piñon loco cuarta blando				
S	I	P	O	C
Departamento de logistica	Piezas a mecanizar	Torneado cara y terminación Ø interior	Piezas piñon loco cuarta blando mecanizadas	Tratamientos termicos
		Tallado de diente helicoidal		
		Tallado de crabot 24 dientes		
		Fresado entrada 24 dientes	Desperdicios de mecanizado	
		Chaflanado dentado exterior		
		Afeitado de Dientes		
Almacen	Insumos de limpieza	Limpieza de piso / rieles	Piso no resbaladizo	Operador
		Limpieza de rieles	Rieles que no atorran piezas	Operador
	Repuestos de maquinas	Cambio de repuestos en maquinas	Maquinas operativas	Celula de manufactura
	Herramientas de setup	Mantener las herramientas necesarias para el setup	Setup sin faltas de implementos	Celula de manufactura
Departamento afilado de herramientas	Cuchillos de mecanizado (tallado, afilado)	Afilado de cuchillos y entrega de los mismos en celula	Cuchillos afilados y en buenas condiciones de operación	Maquinas de tallado y afilado
Departamento de lubricantes	Lubricantes	Lubricacion general de maquinas	Maquinas operativas	Maquinas de la celula
	Refrigerantes	Refrigeracion de piezas en mecanizado		
Departamento de prevencion de la seguridad	Elementos de seguridad en operador	Elementos se colocan en operario	Operaciones cumpliendo estandares de seguridad	Operador
	Elementos de seguridad en maquinaria	Elementos de detencion en maquinas		
Mantencion central	Lineas de aire	Presion de aire para operación de maquinas y limpieza de piezas	Asegurar aire presurizado para operación	Maquinas de la celula
	Presion de aire			
	Lineas de electricidad	Energizar maquinaria	Operaciones que requieren electricidad	
	Generadores	Proporcionar como minimo 1 hora de energia electrica a maquinaria		
Departamento de ingenieria	Maquinaria	Mecanizado de piezas	Piezas piñon loco cuarta blando	Tratamientos termicos
	Documentacion tecnica del puesto	Guiar a los operadores en los procedimientos de mecanizado	Operadores cometen menos errores en operación	
Mediciones HPD	Insumos de medicion en celula	Medicion de piezas entre procesos	Piezas conformes entre procesos	
	Medicion de piezas en setup	Medicion de piezas entre setup	Piezas conformes entre setup	
Departamento de logistica	Carro de brutos	Transporte desde y hacia la celula de piezas	Piezas transportadas de forma segura y	Tratamientos termicos
	Carro piezas terminadas			

4.1 TOE- 41 Y TOE -52 OPERADOR 1:



5.2 TAL- 24 OPERADOR 1:

OPERACIÓN 130 TAL-24



5.3 TAL-35 OPERADOR 1:

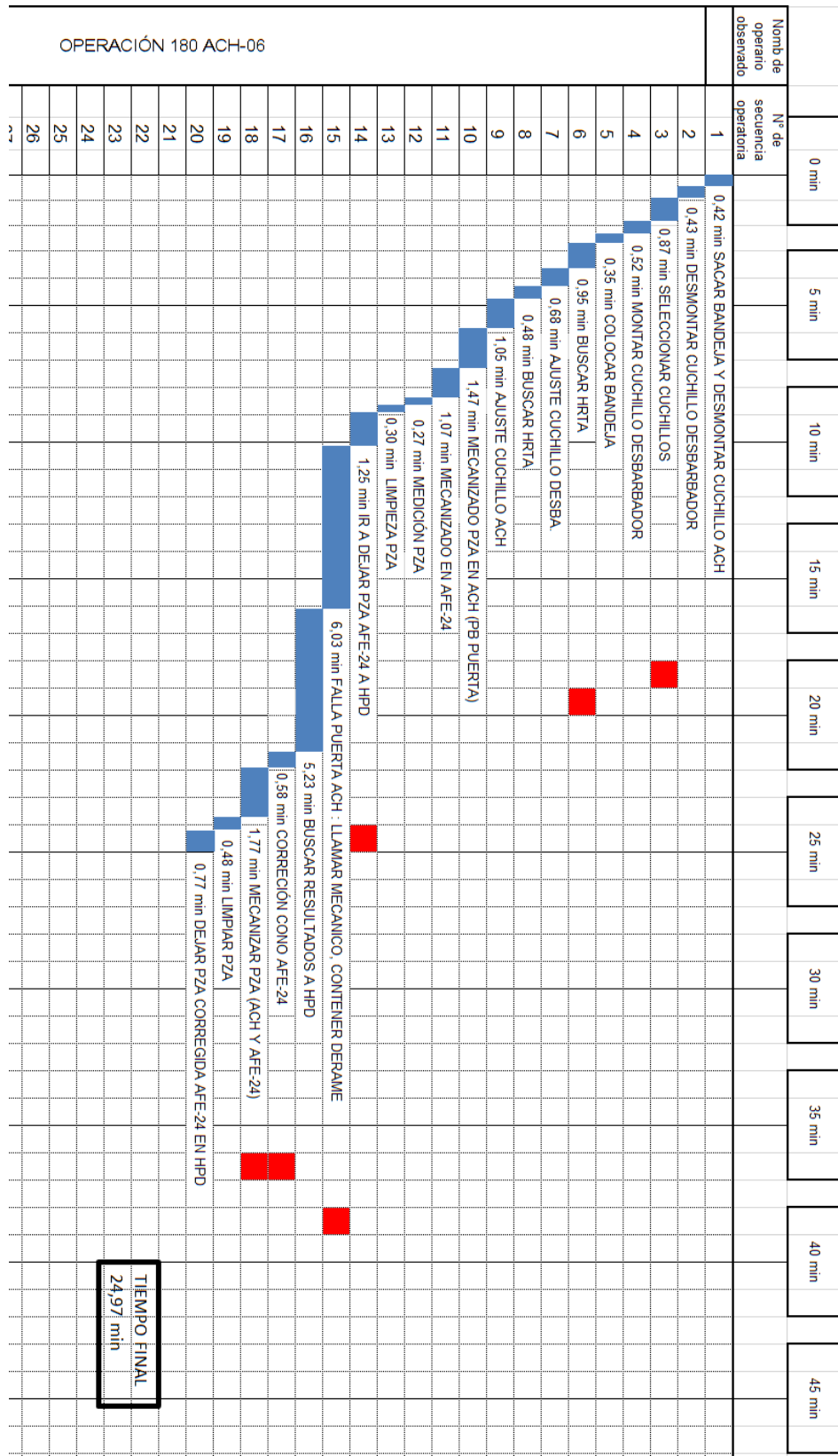
Nombre de operario observado	Nº de secuencia operativa	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min
	1	1.58 mm DESMONTAR CUCHILLO												
	2	0.75 mm DESMONTAR MITAD GARRA 1												
	3	2.58 mm DESMONTAR APOYO												
	4	3.25 mm MONTAR APOYO NUEVO												
	5	1.52 mm DESMONTAR CAMPANA (+ busqueda de tra en TAL-29)												
	6	5.52 mm MONTAR CAMPANA (+ angular campana mal puesta)												
	7	0.50 mm AJUSTE CUCHILLO DESBARBADOR												
	8	0.07 mm MONTAR MITAD GARRA 1												
	9	1.05 mm AJUSTE GARRA 1												
	10	2.33 mm MONTAR CUCHILLO												
	11	1.37 mm POSICIONAMIENTO GARRA 2												
	12	0.53 mm AJUSTE GARRA 2												
	13	0.92 mm CAMBIO SUMAGA + INGRESO DATOS NUEVO CUCHILLO												
	14	0.93 mm PREPARACION PUESTA EN MARCHA												
	15	0.27 mm MECANIZAR												
	16	1.87 mm APATRONAR MEDIOS DE CONTROL												
	17	1.15 mm MEDICION PRIMERA PIEZA												
	18	0.22 mm CORRECCIONES EN TAL-29												
	19	0.22 mm BUSQUEZA PIEZA A MECANIZAR												
	20	2.30 mm CONTROL PRIMERA PIEZA + CORRECCION												
	21	5.48 mm AJUSTE CUCHILLO DESBARBADOR (2 VECES BUSCAR HRTA AFUERA)												
	22	1 mm PTA EN MARCHA TAL-35												
	23	2.63 mm MECANIZADO Y MEDICION DE 3 PIEZAS												
	24													
	25													
	26													
	27													

TIEMPO FINAL
38.84 min

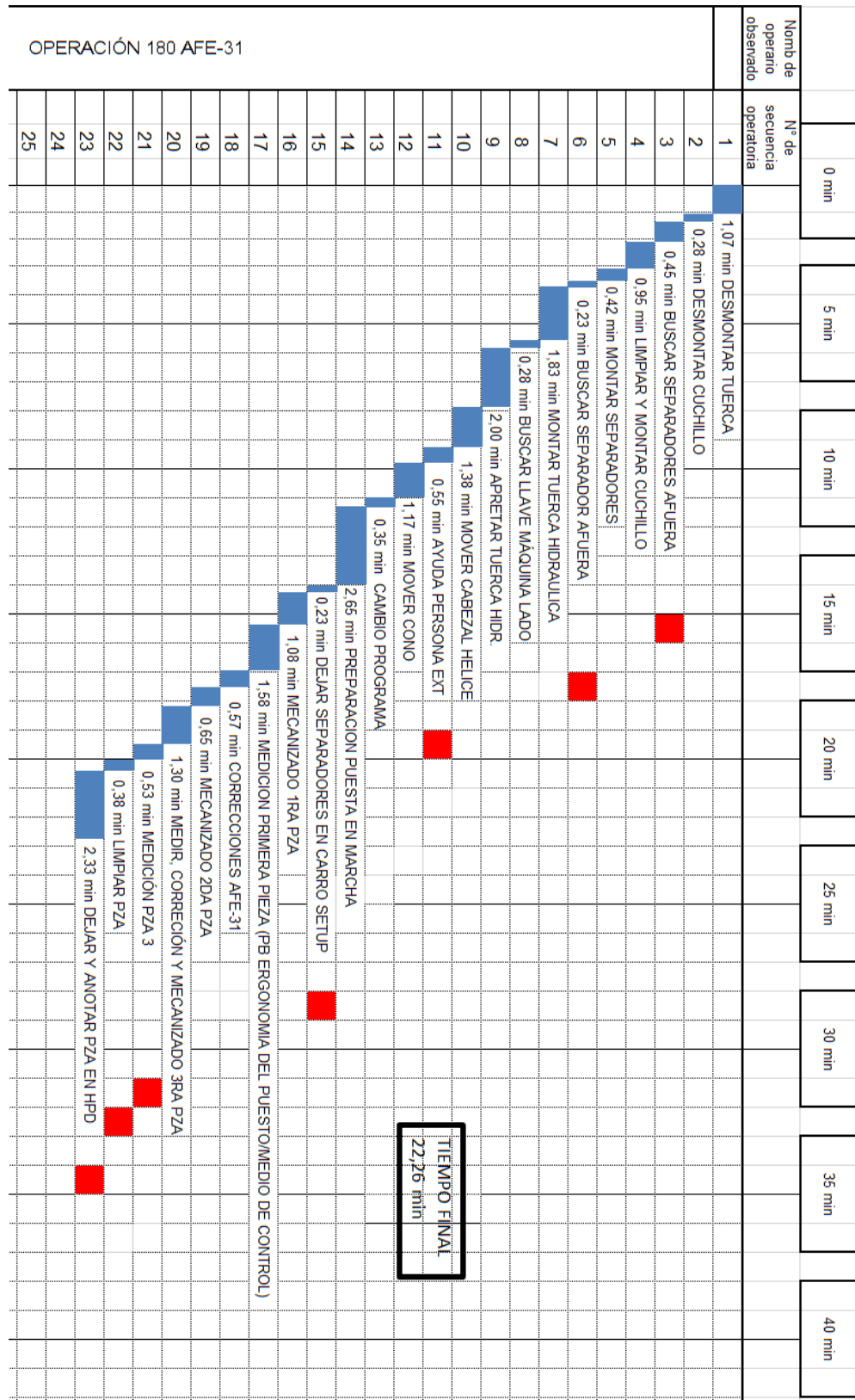
5.4 TAL-29 OPERADOR 2:

OPERACIÓN 130 TAL-29											
Nomb de operario observado	Nº de secuencia operativa	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min
	1	0.57 min BUSCAR HERRAMIENTA									
	2	0.48 min COMPROBAR TARJETA CUCHILLO									
	3	0.80 min DESMONTAR CUCHILLO									
	4	4.97 min DESMONTAR GARRA 1 Y DESMONTAR APOYO									
	5	2.45 min MONTAR NUEVO APOYO									
	6	1.03 min DESMONTAR CAMPANA MODELO ANTERIOR									
	7	1.48 min MONTAR NUEVA CAMPANA									
	8	1.53 min MONTAR GARRA 1									
	9	0.83 min MONTAR PALET									
	10	0.18 min BUSCAR PIEZA PARA REGULAR GARRA									
	11	1.25 min REGULAR CONVELLOR + CAMBIO DE SUMATORIA									
	12	0.08 min BUSQUEDA PINCEL PARA LIMPIEZA SOPORTE CUCHILLO									
	13	1.92 min MONTAR CUCHILLO									
	14	0.75 min INGRESO DATOS NUEVO CUCHILLO									
	15	0.30 min POSICIONAMIENTO GARRA 2									
	16	0.17 min REGULAR GARRA 2									
	17	1.42 min VERIFICACIÓN CENTRAJE GARRA 2									
	18	0.52 min PREPARACIÓN PTA MARCHA									
	19	0.28 min MECANIZADO PIEZA									
	20	0.47 min TRASLADO HERRAMIENTA									
TIEMPO FINAL 21,48 min											

5.5 ACH-06 OPERADOR 2:



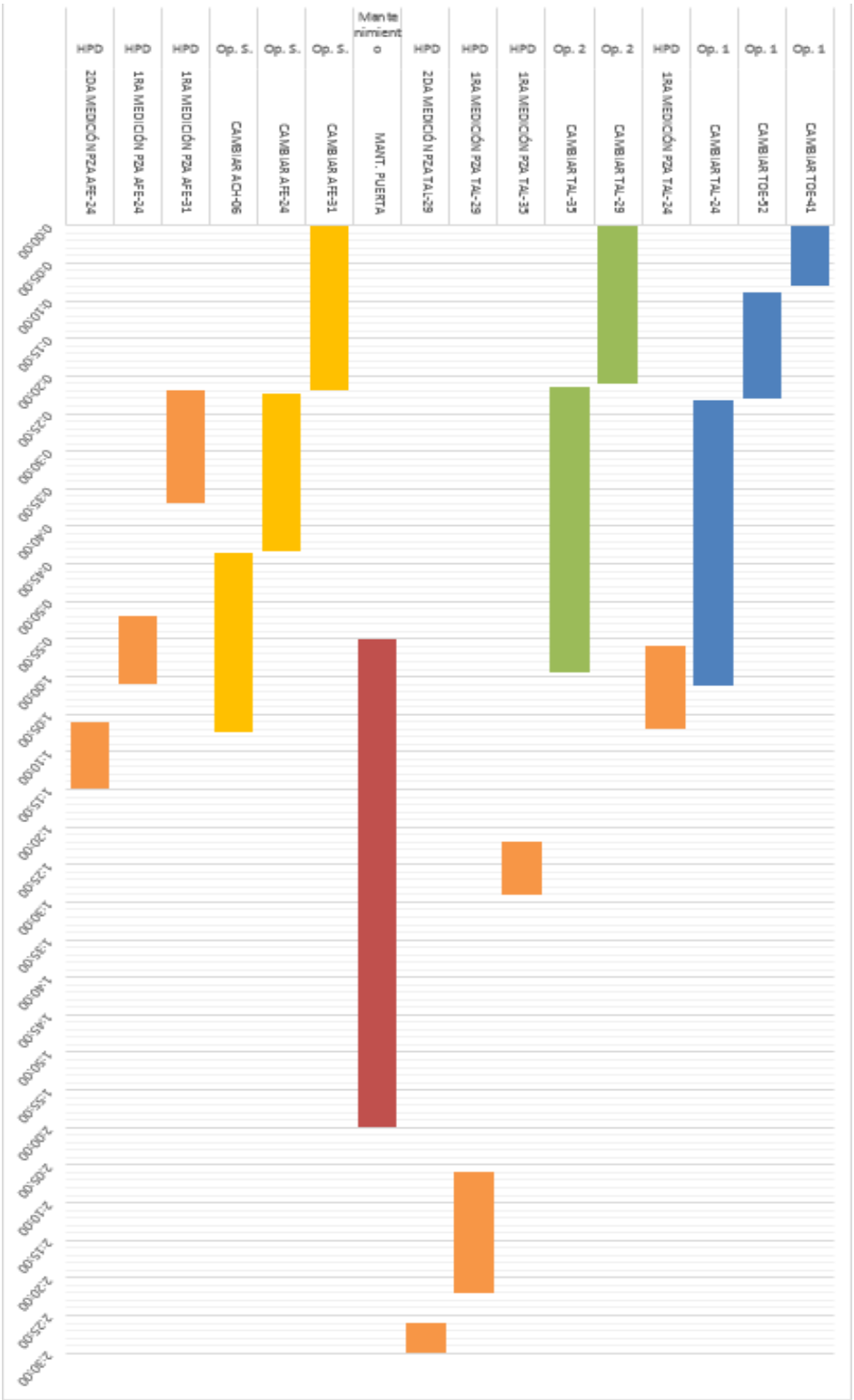
5.6 AFE-31 OPERADOR 2:



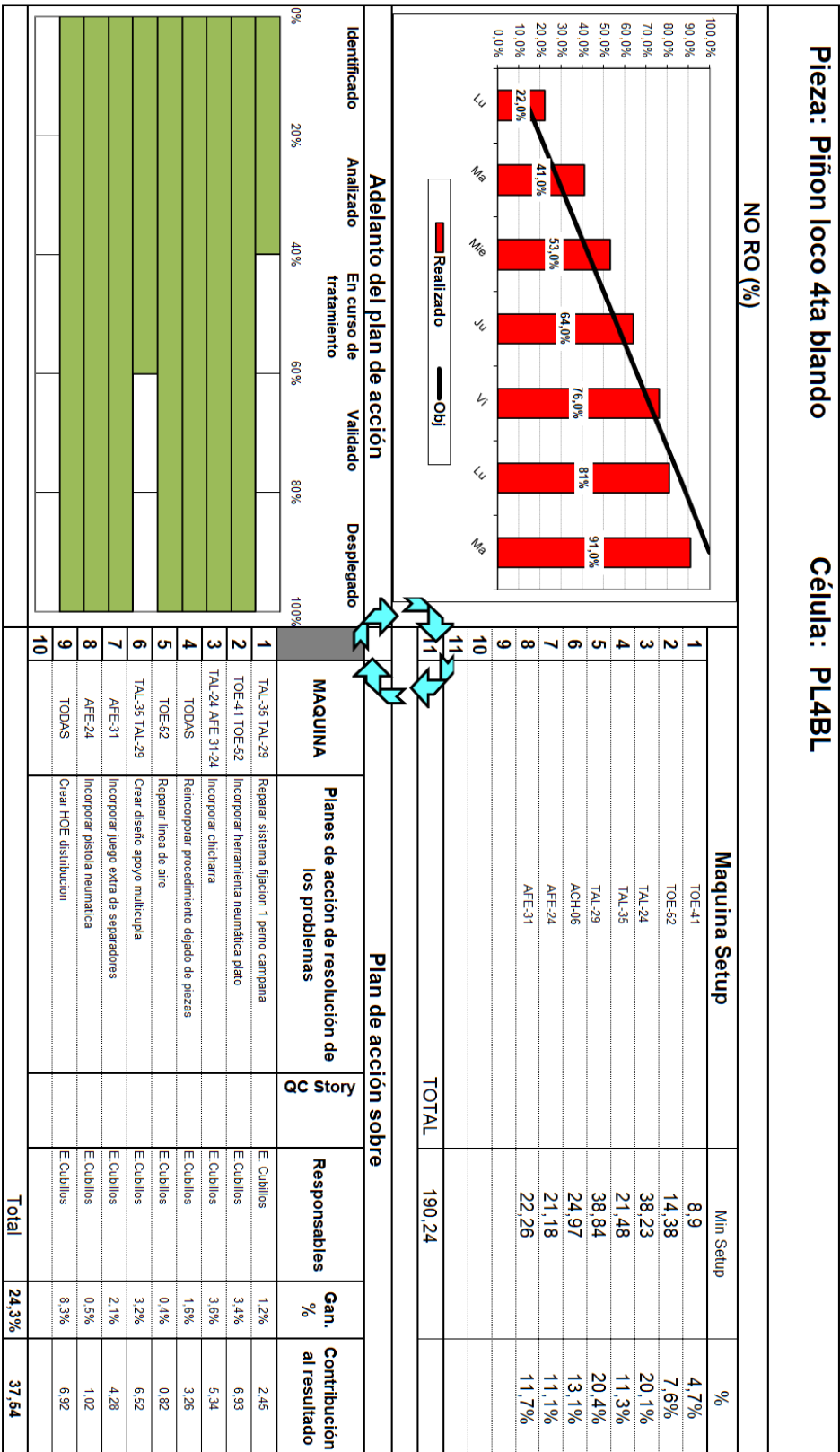
OPERACIÓN 180 AFE-24											
Nombre de operario observado	Nº de secuencia operativa	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min
	1	0.85 min DESMONTAR TUERCA									
	2	0.20 min BUSCAR HRTA									
	3	0.37 min DESMONTAR SEPARADORES Y CUCHILLO									
	4	0.40 min BUSCAR SEPARADORES AFUERA									
	5	3.23 min LIMPIAR Y MONTAR SEPARADORES INT Y CUCHILLO (PERDIA TIEMPO POR 1 SOLA PISTOLA AIRE LEJOS)									
	6	0.87 min BUSCAR SEPARADOR EN PL.3									
	7	0.22 min MONTAR SEPARADORES EXT									
	8	0.35 min MONTAR Y APRETAR TUERCA HIDR.									
	9	1.37 min CAMBIAR CABEZAL HELICE									
	10	0.53 min CAMBIAR CONO									
	11	0.58 min CAMBIAR PROGRAMA									
	12	1.42 min PTA MARCHA									
	13	1.12 min MECANIZADO 1RA PZA									
	14	0.52 min MEDICIÓN 1RA PZA									
	15	0.70 min CORRECCION AFE-24									
	16	1.30 min MECANIZADO 2DA PZA									
	17	0.60 min MEDICION 2DA PIEZA									
	18	0.35 min CORRECCIONES AFE-24									
	19	1.02 min DEJAR PZA EN SCRAP Y SEPARADORES AFUERA									
	20	2.53 min IR A BUSCAR RESULTADO AFE-31 EN HPD									
	21	0.77 min CORRECCION AFE-31									
	22	1.88 min DEJAR CARRO PZA TERMINADAS AFUERA + AYUDA PERSONA EXT									
	23										
	24										
	25										
	26										
	27										

TIEMPO FINAL
 21,18 min

5.8 Total de mediciones:



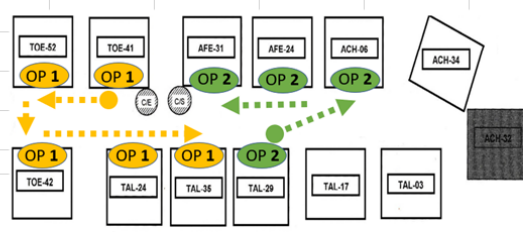
6. Ciclo PDCA usado en SMED:



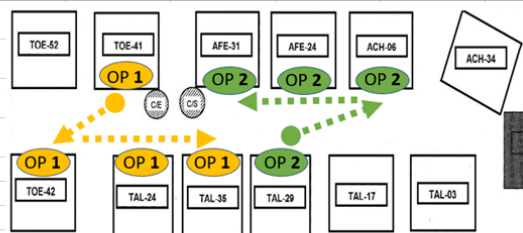
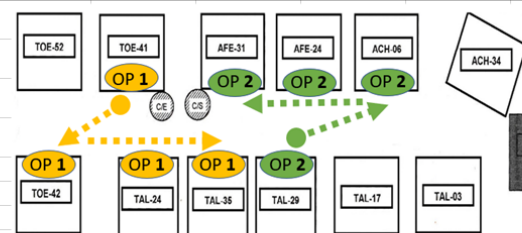
7. HOE de distribución:

  HOE DE DISTRIBUCIÓN SET-UP PIÑÓN LOCO BLANDO DE CUARTA	Fecha de Revisión		22-04-2019					
			TURNO A	TURNO B	TURNO C	TURNO A	TURNO B	TURNO C
	VERIFICADO POR	C. REINOSO						
		JUET						
		OP1						
		OP2						
	OP SENIOR							

EL TIEMPO DE SETUP COMIENZA DESDE QUE SE REALIZA CAMBIO EN LA PRIMERA MAQUINA, HASTA OBTENER LA PRIMERA PIEZA APROBADA EN HPD								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Jxx (34x35) (30x29) Jxx (30x29) (34x35)  TIEMPO ESTIMADO = 71 MIN 9 MAQUINAS	Sxx (37x40) (39x37) Jxx (34x35) (30x39)  TIEMPO ESTIMADO = 79 MIN 8 MAQUINAS
---	--

ANTE CUALQUIER SETUP EL OPERADOR 1 COMIENZA EL SETUP EN TANTO EL OPERADOR 2 REALIZA EL VACIADO DE PIEZAS. EL OPERADOR 1 DEBE LLAMAR AL OPERADOR SENIOR 30 MINUTOS ANTES DEL CAMBIO. EL OPERADOR SENIOR DEBE LLEVAR LAS PIEZAS A HPD.								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

Jxx (34x35) (30x39) Sxx (37x40) (39x37)  TIEMPO ESTIMADO = 85 MIN 8 MAQUINAS	Sxx (37x40) (39x37) Sxx (39x37) (37x40)  TIEMPO ESTIMADO = 76 MIN 8 MAQUINAS
--	---

Máquina			Mantenimiento Autónomo		
TOE-41					
P.LOCO BL.4°					
26-07-2018					
N°	Elementos	Método	Criterio	Herramientas	Periodo
1	MANOMETRO DE PRESION MORDAZAS	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO RANGO VERDE (15-25 BAR)	VISUAL	T D S
2	MANOMETRO UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (25-30 BAR)	VISUAL	X
3	UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	X
4	UNIDAD DE LUBRICACION	INSPECCION VISUAL	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	X
5	CIRCUITO REFRIGERANTE DE CORTE	INSPECCION VISUAL A LOS 2 RECIPIENTES???	NIVEL DE ACEITE DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	X
6	BOTONERA DOBLE ACCIONAMIENTO	PULSAR UN BOTON A LA VEZ	AL PULSAR NO DEBE INICIAR CICLO	VISUAL/MANUAL	X
7	PARADA DE EMERGENCIA EN EL PANEL	MOVER BOTON Y REALIZAR INSPECCION VISUAL	BOTON NO DEBE ESTAR SUELO NI DAÑADO. (FISURADO). EL BOTON NO DEBE TENER NINGUN TIPO DE OBJETO QUE DIFÍCILTE EL ACCESO. VISION Y FUNCIONAMIENTO LA PARADA DE EMERGENCIA DEBE TENER SU ARANDELA DE COLOR AMARILLO CON LETENIDA. PARADA DE EMERGENCIA	VISUAL/MANUAL	X
8	CIRCUITO RETORNO DE LUBRICACION A PERDIDA	INSPECCION VISUAL/MANUAL	DEPOSITO LIMPIO	VISUAL/MANUAL	X
9	PARADA DE EMERGENCIA EXTRACTOR	MOVER BOTON Y REALIZAR INSPECCION VISUAL	BOTON NO DEBE ESTAR SUELO NI DAÑADO. (FISURADO). EL BOTON NO DEBE TENER NINGUN TIPO DE OBJETO QUE DIFÍCILTE EL ACCESO. VISION Y FUNCIONAMIENTO LA PARADA DE EMERGENCIA DEBE TENER SU ARANDELA DE COLOR AMARILLO CON LETENIDA. PARADA DE EMERGENCIA	VISUAL/MANUAL	X
10	PRESION NEUMATICA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (6 A 8 BAR)	VISUAL	X
11	VASO UNIDAD FRL	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	VISUAL	X
12	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL/MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES. LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERNOS DE FIJACION	VISUAL/MANUAL	X



8. PMA

7.1 Ejemplo PMA antiguo TOE-41

160

[illegible]

161

OPERADOR 1

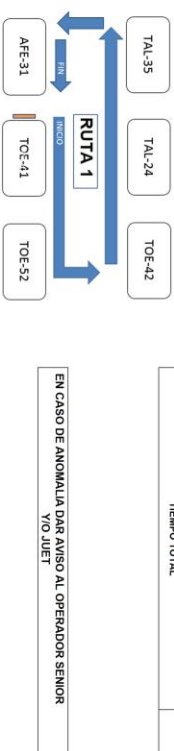
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO SEMANAL

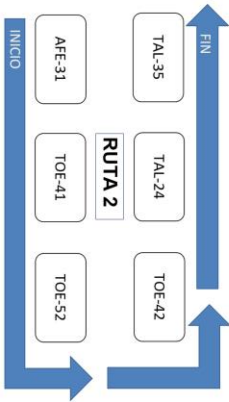
RENULT
Passion for life

RUTA 1



No	Elementos	Método	Criterio	Frecuencia
				T O S
1	Panel de Emergencia en el Panel	Botón Botón / Relación Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
2	Botón de Acomodo	Flasheo de Botón L.A. V2	Al Flasheo no debe indicar ciclo	X
3	Unión de Limpieza	Inspección Visual	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
4	Unión Hidráulica	Inspección Visual, Amplitud	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
5	Manómetro de Presión Motorizada	Inspección Visual, Manómetro	Presión dentro Rancho Verde (15-25 bar)	X
6	Panel de Emergencia en el Panel	Botón Botón / Relación Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
7	Botón de Acomodo	Flasheo de Botón L.A. V2	Al Flasheo no debe indicar ciclo	X
8	Unión de Limpieza	Inspección Visual	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
9	Unión Hidráulica	Inspección Visual, Amplitud	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
10	Manómetro de Presión Motorizada	Inspección Visual, Manómetro	Nivel de Presión dentro de Rancho Verde (15-25 bar)	X
11	Panel de Emergencia en el Panel	Botón Botón / Relación Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
12	Botón de Acomodo	Flasheo de Botón L.A. V2	Al Flasheo no debe indicar ciclo	X
13	Unión de Limpieza	Inspección Visual	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
14	Unión Hidráulica	Inspección Visual, Amplitud	Nivel de Acetate dentro de Rancho Verde	X
15	Manómetro de Presión Motorizada	Inspección Visual, Manómetro	Nivel de Presión dentro de Rancho Verde (15-25 bar)	X
16	Botón de Acomodo	Inspección Visual, Amplitud	Observación Estándar y Funcionamiento, Al Presionar un Solo Botón no debe indicar ciclo	X
17	Panel de Emergencia en el Panel	Botón Botón / Relación Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
18	Botón de Acomodo	Flasheo de Botón L.A. V2	Nivel dentro de Rancho Verde	X
19	Unión de Limpieza	Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
20	Unión Hidráulica	Inspección Visual, Amplitud	Al Señal Flujo de Agua y Funcionamiento, Al Manómetro no debe indicar ciclo	X
21	Manómetro de Presión Motorizada	Inspección Visual, Manómetro	Observación Estándar y Funcionamiento, Al Presionar un Solo Botón no debe indicar ciclo	X
22	Botón de Acomodo	Inspección Visual, Amplitud	Nivel dentro de Rancho Verde	X
23	Panel de Emergencia en el Panel	Botón Botón / Relación Inspección Visual	Botón Solo sin Cables con Múltiple y sin Observaciones	X
Tiempo Total				X

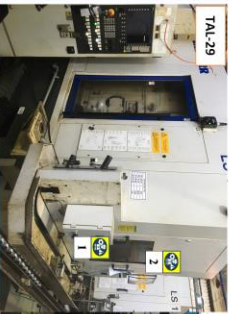
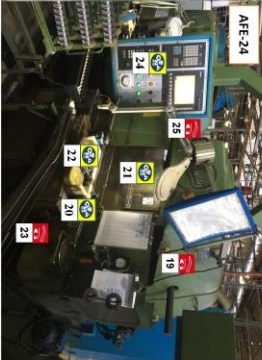
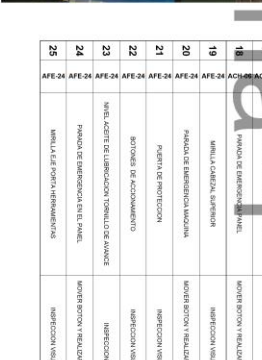
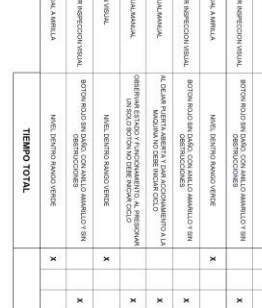




No	ELEMENTOS	MÉTODO	CONTENIDO	Frecuencia		
				T	D	S
1	15-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL.	INTEL. DENTRO DEL MANO VERDE.	X		
2	3-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	INTEL. DENTRO DEL MANO VERDE.	X		
3	2-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
4	4-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
5	5-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
6	6-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
7	7-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
8	8-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
9	9-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
10	10-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
11	11-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
12	12-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
13	13-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
14	14-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
15	15-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
16	16-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
17	17-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
18	18-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
19	19-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
20	20-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
21	21-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
22	22-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
23	23-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
24	24-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
25	25-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
26	26-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
27	27-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
28	28-AFE-31	INSPECCIÓN VISUAL, AMBILLO.	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CAMBIOS Y			X
TIEMPO TOTAL						

EN CASO DE ANOMALIA DAR AVISO AL OPERADOR SENIOR V/O
JUEF

8.5 Operador 2 ruta 1

Código: AUTOMAT P.L. BL 03-04-2013		OPERADOR 2		MANTENIMIENTO AUTÓNOMO SEMANAL		RENULT RUTA 1	
							
							
							

8.6 Operador 2 ruta 2

CIMA
PLA BL 03-06-2019

OPERADOR 2

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO SEMANAL

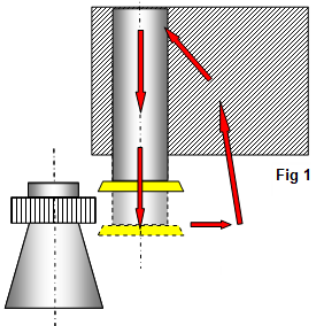
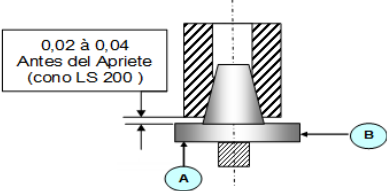
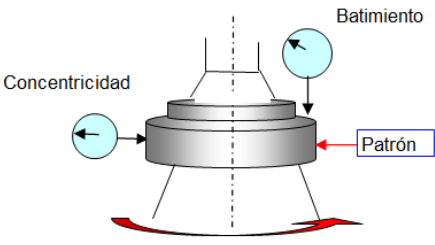
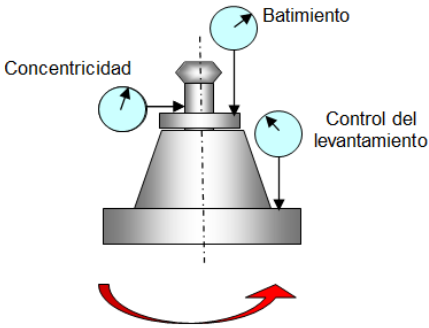
RUTA 2

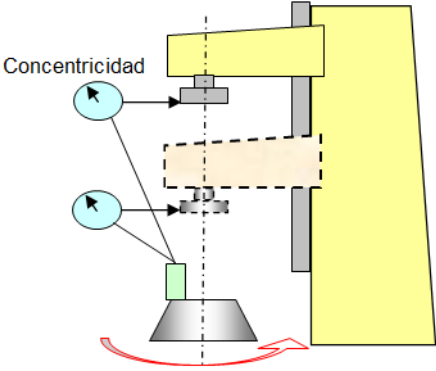
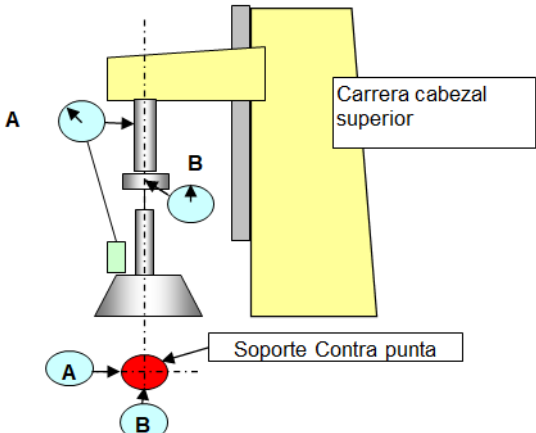
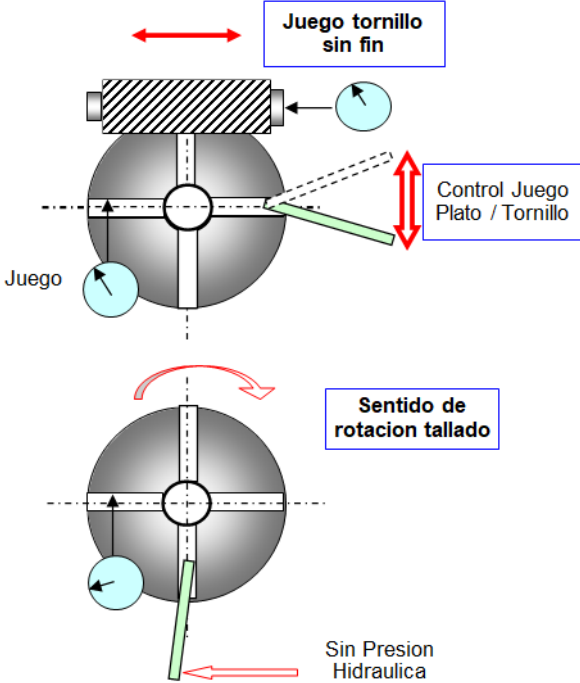
RENTAL

No	ELEMENTOS	MÉTODO	CRITERIO	Frecuencia		
				D	S	
1	UNIDAD HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
2	NIVEL ACEITE DE LUBRICACION	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
3	UNIDAD DE ENFRIAMIENTO ACEITE HIDRAULICO	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO MAX MIN			X
4	UNIDAD DE LUBRICACION	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
5	UNIDAD ACEITE DE CORTE	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO DE RANGO MAX MIN	X		
6	ARMARIO ELECTRICO	TRATAR DE ABIR PUERTAS	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
7	PANADA DE EMERGENCIA EN EL PANEL	MOVER BOTON Y REALIZAR INSPECCION VISUAL	BOTON ROJO SIN DARLO CON ANILLO AMARILLO Y SIN OBTURACIONES			X
8	SWITCH DE SEGURIDAD EN PUERTA	INSPECCION VISUAL	DEBEN ESTAR EN BUEN ESTADO Y FUNCIONANDO			X
9	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
10	ARMARIO ELECTRICO	TRATAR DE ABIR PUERTAS	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
11	ACEITE HIDRAULICO	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
12	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
13	ARMARIO ELECTRICO	TRATAR DE ABIR PUERTA	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
14	NIVEL ACEITE HIDRAULICO	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
15	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
16	NIVEL DE CAJA REDUCTORA	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DE RANGO VERDE	X		
17	ARMARIO ELECTRICO	TRATAR DE ABIR PUERTAS	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
18	MANOMETRO DE PRESION DE PINZAS	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (2 Y 4 BAR)	X		
19	NIVEL DE ACEITE LUBRICACION CENTRAL	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO DEL RANGO VERDE	X		
20	NIVEL DE ACEITE TORNEADO	INSPECCION VISUAL	NIVEL DENTRO DEL RANGO VERDE	X		
21	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
22	ESTANQUE DE REFRIGERANTE	INSPECCION VISUAL	NIVEL DE REFRIGERANTE DEBE SOBREPASAR LA MITAD DEL ESTANQUE	X		
23	ARMARIO ELECTRICO	INSPECCION VISUAL MANUAL	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
24	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
25	MANOMETRO DE CONTRAPUERTA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (30-35 BAR)	X		
26	MANOMETRO PRESION HIDRAULICA	INSPECCION VISUAL A MANOMETRO	PRESION DENTRO DE RANGO VERDE (300-400 PSI)	X		
27	NIVEL ACEITE HIDRAULICO	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO RANGO VERDE	X		
28	ARMARIO ELECTRICO	TRATAR DE ABIR PUERTAS	VERIFICAR QUE SE ENCUENTREN CERRADOS Y BLOQUEADOS			X
29	DEPOSITO DE ACEITE DE CORTE	INSPECCION VISUAL	NIVEL DEBE SOBREPASAR LA MITAD DEL ESTANQUE	X		
30	MIRILLA DE PORTA HERRAMIENTAS	INSPECCION VISUAL A MIRILLA	NIVEL DENTRO RANGO VERDE	X		
31	REVISION VISUAL DE PROTECCIONES DE LA MAQUINA	INSPECCION VISUAL MANUAL	DEBEN ESTAR FIJAS CORRECTAMENTE Y EN BUENAS CONDICIONES LAS PROTECCIONES DEBEN TENER TODOS SUS PERROS DE FIJACION			X
TIEMPO TOTAL						

EN CASO DE ANOMALIA DAR AVISO AL OPERADOR SENIOR YJO JUEZ

9. 12 básicos de calidad usado en talladoras

ESQUEMAS	DEFECTO	TOLERANCIA
 Fig 1	CICLO TRABAJO del CABEZAL DE TALLADO NO CONFORME : produce sobre material en SALIDA ó ENTRADA del dentado	Verificar que el ciclo se cumpla tal como lo indica la figura
 0,02 à 0,04 Antes del Apriete (cono LS 200) A B	SOPORTE C. MORTAJADOR Concentricidad Lado Exterior "A" Concentric. Lado Inferior "B"	0,01 0,01
 Batimiento Concentricidad Patrón	Concentricidad Batimiento	0,01 0,01
 Batimiento Concentricidad Control del levantamiento	Concentricidad Batimiento Control del levantamiento en el momento del embrizado desembrizado	0,01 0,01 0,00

ESQUEMAS	DEFECTO
	Concentricidad (Colinealidad)
	Paralelismo del eje deslizaderas c/r eje del plato Alineamiento : A Alineamiento : B
	Maquina sin atrapamiento de juego * Medir el juego del tornillo sin-fin Situar el comparador en el Ø de la rueda , efectuar un control de juego, repetir esta operación cada 45 ° de rotación del plato

	PRESION : Control de la presión de apriete Fcia. : 1 vez x Sem.	Pieza se gira Error de Helice y Perfil	Según Catalogo
	ARROSAGE : (LIQ.CORTE) Controlar la cant. de liquido de corte que se está aplicando Fcia. : 1 vez x Sem.	La hta. sufre desgaste excesivo y se producen desgarros en los flancos de los dientes	Según Catalogo
	ARROSAGE : (LIQ.CORTE) Controlar la posicion del liquido de corte Fcia. : 1 vez x Sem.	La hta. sufre desgaste excesivo y se producen desgarros en los flancos de los dientes	Debe estar apuntado hacia la posicion de corte de la hta.
	APOYO PIEZA : Verificar que no exista magnetismo en: APOYO y CENTRAJE de las piezas	Se acumulan virutas en los apoyos o centrajes de las piezas lo que produce error de Excentricidad y División	Cero Magnetismo

10. Actividad 5s

9.1 Formación a operadores



10.2 Eliminación y orden de elementos en la célula



10.3 Limpieza de máquinas e instalación de elementos auxiliares

9.3.1 Instalación de elemento auxiliar para garras en tornos

ANTES



DESPUES



9.3.3 Limpieza en pallets de transporte talladoras

ANTES

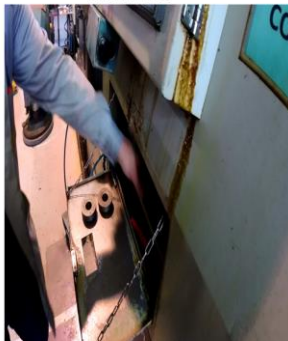


DESPUES



9.3.4 Limpieza de todas las máquinas

ANTES



DESPUES



9.3.5 Instalación de luminaria

ANTES



DESPUES



9.3.6 Indicación visual para saturación en rieles



10.4 Evaluación 74KR

9.4.1 Evaluación 74 KR previa a actividad 5s

		PL 4TA B				
REGLA OBLIGATORIA		Requisitos claves para dar soporte aos Mandamentos da Segurança		RESULTADO	A/NA	COMENTARIOS
1		1.1	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.	0	1	RIESGO DE CAIDA EN TOE41, PISO CON FUGA DE ACEITE
		1.2	Los riesgos de caídas, tropiezos y deslizamientos están bajo control.	0	1	
		1.3	Todas las superficies están limpias y no tienen restos de residuos.	0	1	
		1.4	Los pasillos, las entradas y salidas, las escaleras, los equipos de seguridad y protección de incendios, los armarios eléctricos, etc. no están obstaculizados.	0	1	
		TOTAL DO MANDAMENTO		0	4	
				0%		
2a		2a.1	Cada máquina/proceso debe tener un procedimiento LOTO (Lock Out Tag Out), visual, detallado y específico. Antes de cada procedimiento LOTO, los servicios de mantenimiento deben realizar una evaluación de riesgos específica.	1	1	FALTA SISTEMA LOTO EN MAQUINAS
		2a.2	Todas las fuentes de energía deben estar claramente identificadas en la máquina/proceso y referenciadas directamente en el procedimiento LOTO.	1	1	
		2a.3	Los dispositivos de corte de cada fuente de energía deben ser candables (por ejemplo, seccionador eléctrico, válvula neumática, etc.). En caso necesario, el dispositivo debe permitir eliminar las energías residuales.	1	1	
		2a.4	El valor de cada energía debe verificarse antes y después del corte (se debe comprobar el voltímetro integrado para cada fase eléctrica, el manómetro, etc.); los equipos de medida (voltímetros, manómetros, etc.) deben estar en buenas condiciones y funcionar perfectamente.	1	1	
2b		2b.1	Se debe colocar el candado siempre en un multilock y nunca directamente en el dispositivo de corte (esto permite que se puedan colocar múltiples candados y que cada persona pueda tener pleno control de su candado personal).			
		2b.2	Todas las personas que intervienen deben llevar una identificación personal con su foto y nombre, bien en una tarjeta o en el candado directamente. La identificación debe estar en buenas condiciones y la información requerida debe verse con claridad.			
		2b.3	Todas las personas que participan en la intervención deben poner su candado personal en el multilock, bloquearlo y guardar la llave consigo. La llave es única y personal; no deje nunca la llave en la cerradura ni le dé la llave a otra persona.			
2c		2c.1	En caso de ISEPA, antes de cada procedimiento LOTO, los servicios de mantenimiento deben realizar una evaluación de riesgos adecuada y suficiente que debe ser firmada por el responsable de mantenimiento.			
		2c.2	En caso de ISEPA, los resultados de la evaluación de riesgos (riesgos y medidas preventivas) deben comunicarse a TODAS las personas afectadas por la intervención; solo las personas que muestren tener las competencias suficientes pueden participar en las actividades de LOTO relacionadas con esa evaluación de riesgo.			
		2c.3	Cuando (como último recurso) la energía deba estar presente (p.e., aprendizaje trayectorias en robot), se debe poner en marcha un sistema seguro específico de trabajo, que detalle las medidas de control precisas. Las competencias deben comprobarse antes de que comience la actividad.			
		2c.4	El responsable de mantenimiento, su equipo y el responsable HSE verifican mensualmente la lista de los ISEPA, mediante el método PDCA, con el objetivo de eliminación de cada ISEPA.			
		2c.5	Si después de 3 meses el ISEPA no se ha eliminado, el responsable de mantenimiento debe solicitar una derogación a la División HSE utilizando el formato establecido para esto. (Reglas y material de apoyo creado por la División HSE).			
TOTAL DO MANDAMENTO		4	4			
				33%		
3a		3a.1	Deben existir protecciones diseñadas para impedir el acceso a las zonas peligrosas de la máquina (es decir, las dimensiones, el tamaño y la distancia son compatibles con los riesgos, la posible proyección de material y sustancias, etc.).	1	1	PROTECCIONES QUE NO IMPIDEN ACCESO A PARTES EN MOVIMIENTO EN TALLADORAS Y ACH
		3a.2	Las protecciones son robustas, están íntegras y en buenas condiciones, todas las fijaciones están presentes y están bien apretadas.	1	1	ACRILICOS ROTOS Y TRISADOS
		3a.3	Los armarios eléctricos y los paneles de control están cerrados, bloqueados y no están obstaculizados. Todos los armarios eléctricos y todos los paneles de control disponen de una señalización de aviso de riesgo eléctrico.	1	1	TABLERO SE PUEDE ABRIR
		3a.4	Los dispositivos de bloqueo eléctrico y los enclavamientos deben estar protegidos con tornillos inviolables. Todos los tornillos están en su posición (no faltan tornillos inviolables ni tuercas de seguridad).	1	1	SENSORES ANTIGUOS Y LES FALTA TORNILLOS INVIOABLES
		3a.5	Existe un plano 3D de la máquina/proceso que muestra todas las funciones de seguridad con la categoría real frente a la categoría requerida y el nivel de rendimiento alcanzado frente a la categoría requerida.	0	1	NO EXISTE PLANOS 3D
		3a.6	El informe Sistema está totalmente adaptado al dibujo en 3D del punto 3a.5 (todas las referencias de las funciones de seguridad del dibujo en 3D corresponden con las del sistema). NOTA: las referencias deben ser descriptivas (es decir, parada de emergencia 1, 2, 3, etc., son correctas, las referencias alfanuméricas, como A1 o ABC123, no están permitidas).	0	1	
		3a.7	La planta proporciona evidencias de que las características del riesgo en la máquina en cuestión son acordes a las categorías y niveles de rendimiento alcanzados. (La dirección HSE podrá consultar a terceros para su validación).	0	1	
		3a.8	El dispositivo de seguridad elegido para la función de seguridad respectiva es apropiado para el riesgo. Es decir, el interruptor de seguridad sin contacto completamente codificado es adecuado. La configuración del interruptor de lengüeta puede no ser la adecuada. (La dirección HSE puede consultar a terceros para su validación).	0	1	
3b		3b.1	CONTROL FÍSICO REALIZADO SOLAMENTE POR EL PERSONAL CUALIFICADO DE MANTENIMIENTO (nivel 2, 3 o 4) Existe un esquema que muestra la ubicación exacta de cada dispositivo de seguridad en la máquina/instalación. Existe un check list de control de cada dispositivo de seguridad de acuerdo al esquema. Todos los controles están integrados en el TPM (mantenimiento total productivo) y se realizan cada 6 meses como mínimo. Cada control va acompañado de un nombre, una firma y una fecha.	2	1	
		3b.2	CONTROL VISUAL REALIZADO POR EL OPERARIO FORMADO El operario realiza un control visual rápido para comprobar que los protectores están en buenas condiciones, en su posición y cerrados de forma segura. El operario realiza un control visual rápido para comprobar que las paradas de emergencia están en buenas condiciones y son fácilmente accesibles. NOTA: la frecuencia tiene que incluir todos los turnos y todos los operarios deben participar periódicamente en los controles. Cada control se registra con un nombre, una firma y una fecha.	2	1	
3c		3c	En caso de fallo de un dispositivo de seguridad, o ausencia, daño o huecos, orificios, de una protección, se debe parar inmediatamente y avisar al J.U.	2	1	
TOTAL DO MANDAMENTO		10	11			
				90%		

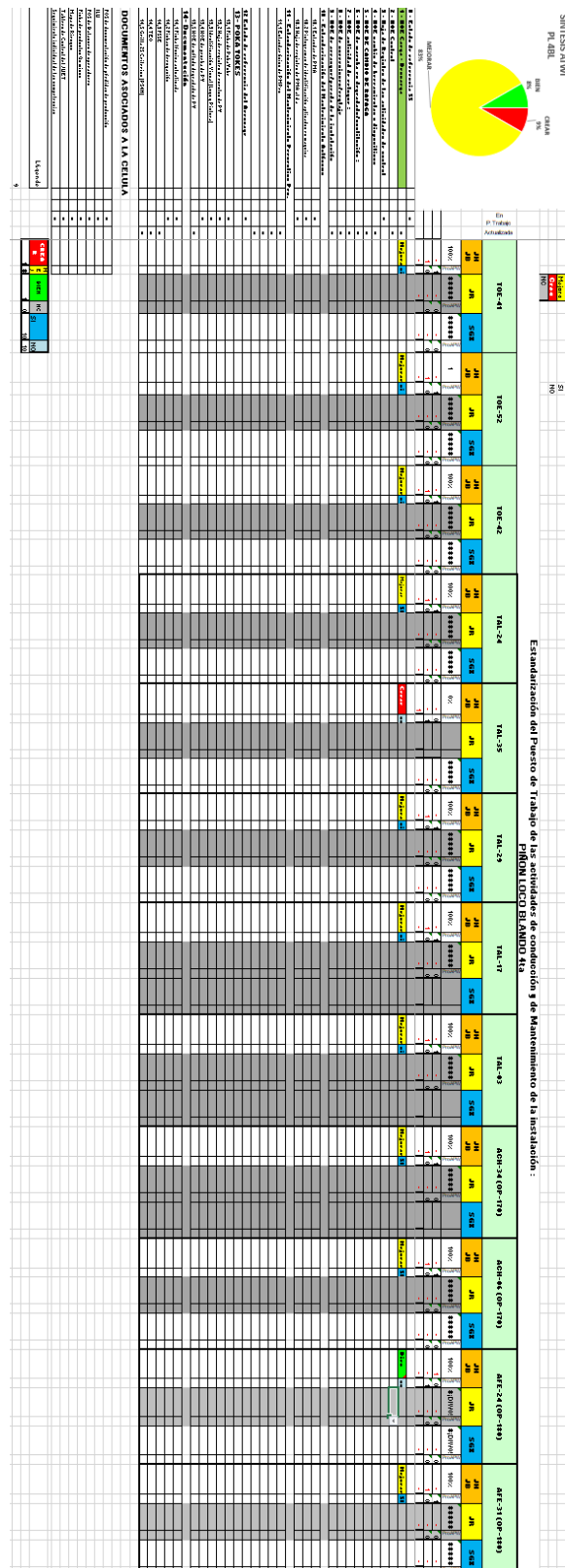
6		6.1	Si la planta requiere la introducción de un nuevo producto químico, debe cumplirse estrictamente con el procedimiento GE75-033R. NOTA: para introducir productos químicos clasificados como CMR, cancerígenos, mutagénicos y/o tóxicos para la reproducción, se deben presentar pruebas que respalden el anexo 4 del procedimiento.	0	1	PRODUCTOS QUÍMICOS SIN ETIQUETA O ROTULO	
		6.2	La etiqueta del envase, la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Ficha de Producto Químico, deben contener la misma información. Los productos químicos deben estar almacenados en sus recipiente originales, con la etiqueta claramente visible (por ejemplo, el nombre del producto químico y los pictogramas de riesgo, etc.). Los recipientes secundarios deben estar etiquetados con claridad de acuerdo con la etiqueta del recipiente original.	1	1		
		6.3	Los usuarios de los productos químicos y/o los operarios de almacén de productos químicos, deben recibir una formación* conforme a la Ficha de Producto Químico*. NOTA*: la información contenida en la Ficha de Producto Químico refleja con exactitud la FDS oficial y la información del envase. NOTA*: la formación debe incluir el transporte del producto químico.	1	1		
		6.4	Las cantidades de productos químicos almacenadas en el puesto de trabajo, deben estar limitadas al mínimo. Deben aportarse pruebas del uso diario y, como máximo se podrá almacenar la cantidad correspondiente a una semana de consumo.	1	1		
		6.5	Los productos químicos líquidos están almacenados con un sistema de retención adecuado (por ejemplo, estanco, limpio y vacío, con capacidad adecuada). Los productos químicos se almacenan según el sistema del código de color de compatibilidad de Renault.				
		6.6	Los armarios utilizados para los productos inflamables están conectados a masa y disponen de huecos de ventilación no obstruidos arriba y abajo.				
		6.7	Las duchas de emergencia y los lavaojos están en buenas condiciones, limpios y son fácilmente accesibles.				
		TOTAL DO MANDAMENTO			3		4
			25%				
7a		7a	Identificar y separar físicamente (segregar) las actividades peligrosas no habituales, (por ejemplo, trabajos en caliente, uso de todo tipo de equipos de elevación, excavación, construcción y obras, apertura de arquetas, carry-over de máquinas, modificación de líneas de producción, etc.). En el caso de los trabajos en caliente no habituales, se cumplen todos los requisitos del permiso diario de fuego (autorizaciones, formación, evaluación de riesgos,método de trabajo específico, control de equipos, actuación ante emergencias, supervisión del servicio de incendios, etc.).				
7b		7b.1	La zona de los trabajos en caliente está limpia y ordenada. Todos los materiales combustibles están protegidos de las fuentes de ignición.				
		7b.2	Los equipos de extinción de incendios están preparados y todos los intervinientes están entrenados para el uso seguro de dichos equipos.				
7c		7c.1	Las escalas y las escaleras portátiles deben guardarse en un lugar seguro cuando no se estén utilizando.				
		7c.2	Las escalas con protección y las escaleras que dan acceso a las zonas de los techos y tejados, a la parte superior de las máquinas, a las plataformas sin protección periferica y/o a los elementos peligrosos de la máquina deben disponer de un control de acceso (por ejemplo, se deben prever métodos que permitan que todos los tipos de trampillas de acceso, puertas y compuertas se puedan bloquear en la posición cerrada y en la posición abierta).				
		7c.3	Todas las personas que trabajen en una plataforma de elevación móvil deben utilizar su casco con barboquejo y arnés de seguridad (con cintas de autorescate), deben estar bien atados con una cuerda de seguridad fija, doble, al punto o puntos de anclaje dentro de la cesta.				
		7c.4	Las plataformas de elevación móviles están en buen estado y en condiciones seguras (las inspecciones periódicas reglamentarias están actualizadas y son válidas, el manual del usuario adecuado está protegido en un compartimento específico, la llave no está en el contacto cuando no se está utilizando).				
7d		7d.1	En el caso de que haya varias actividades simultáneas, se nombra a un coordinador competente para controlar las interferencias entre ellos.				
		7d.2	Todos los contratistas y subcontratistas han demostrado sus competencias antes de que se les permita realizar las actividades laborales en las instalaciones de Renault.				
TOTAL DO MANDAMENTO			0	0			
8		8.1	En todas las puertas de acceso a los talleres, están señalizados, de acuerdo a la norma de señalización, los EPI obligatorios (equipos de protección individual).	2	1	FALTA MAPA DE RIESGOS	
		8.2	Hay tapones para los oídos disponibles en las zonas donde la protección contra el ruido es obligatoria.				
		8.3	En cada puesto de trabajo hay un documento que muestra los EPI necesarios (foto y características).	0	1		
TOTAL DO MANDAMENTO			2	2			
			33%				
9		9.1	Para los puestos rojos, existe un plan de acción con un plazo de realización firmado por el director de planta para pasar el puesto de trabajo de la categoría roja a verde. Se debe poder demostrar para cada puesto rojo (NOTA: la rotación de los puestos de trabajo es una medida de control inmediata, y solo es válida durante el plazo de cumplimiento del plan de acción firmado por el director de planta).	2	1		
		9.2	Cuando se transporta una carga mediante un carro, se debe prever una manipulación segura (asidero específico) NOTA: Siempre que sea posible, se preconiza empujar en lugar de tirar. Los carros deben ser diseñados para facilitar el movimiento manual, deben ser estables y que no conlleven un riesgo de vuelco.	2	1		
TOTAL DO MANDAMENTO			4	2			
			67%				
10		10.1	La lista (nombre y foto) de las personas formadas en primeros auxilios, está panelizada, como mínimo, en cada UET.	3	1	DIFUSION DE FLASH DE SEGURIDAD NO AL DÍA	
		10.2	Está indicado y a la vista de todos el plan de evacuación actual con las salidas de emergencia, los recorridos y la ubicación de los equipos de extinción de incendios.	3	1		
		10.3	Los accidentes, los incidentes potencialmente peligrosos y los casi accidentes, así como las medidas correctivas llevadas a cabo, se notifican al manager (hay un documento oficial para que los empleados notifiquen los incidentes, los casi accidentes y las condiciones peligrosas). Los managers proporcionan pruebas que confirman las medidas llevadas a cabo y las respuestas dadas a los empleados.	0	1		
		10.4	La planta tiene un sistema visual que muestra las alertas ROJAS de los últimos 12 meses, las evaluaciones pertinentes realizadas y las medidas llevadas a cabo con la prueba de las medidas de control efectivas aplicadas.	0	1		SEGURIDAD PLUS NO AL DÍA
		10.5	Solo está permitido fumar en los lugares señalizados.	3	1		
TOTAL DO MANDAMENTO			9	5			
			60%				
TOTAL DOS 10 MANDAMENTOS			32	32			
			33%				
			Excelente A		90% ou mais		
			Bom B		75% à 89%		
			Satisfeito C		58% à 74%		
			Insatisfeito D		34% à 57%		
			Totalmente Inaceitável E		33% ou menos		

9.4.2 Evaluación 74 KR después de actividad 5s

			PL 4TA B			
REGLA OBLIGATORIA			Requisitos claves para dar soporte aos Mandamentos da Segurança	RESULTADO	A/NA	COMENTARIOS
1		1.1	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.	2	1	RIESGO DE CAIDA EN TAL-29, RIEL CON FUGA
		1.2	Los riesgos de caídas, tropiezos y deslizamientos están bajo control.	1	1	
		1.3	Todas las superficies están limpias y no tienen restos de residuos.	1	1	
		1.4	Los pasillos, las entradas y salidas, las escaleras, los equipos de seguridad y protección de incendios, los armarios eléctricos, etc. no están obstaculizados.	3	1	
		TOTAL DO MANDAMENTO			7	
			58%			
2a		2a.1	Cada máquina/proceso debe tener un procedimiento LOTO (Lock Out Tag Out), visual, detallado y específico. Antes de cada procedimiento LOTO, los servicios de mantenimiento deben realizar una evaluación de riesgos específica.	1	1	FALTA SISTEMA LOTO EN MAQUINAS
		2a.2	Todas las fuentes de energía deben estar claramente identificadas en la máquina/proceso y referenciadas directamente en el procedimiento LOTO.	1	1	
		2a.3	Los dispositivos de corte de cada fuente de energía deben ser candables (por ejemplo, seccionador eléctrico, válvula neumática, etc.). En caso necesario, el dispositivo debe permitir eliminar las energías residuales.	1	1	
		2a.4	El valor de cada energía debe verificarse antes y después del corte (se debe comprobar el voltímetro integrado para cada fase eléctrica, el manómetro, etc.); los equipos de medida (voltímetros, manómetros, etc.) deben estar en buenas condiciones y funcionar perfectamente.	1	1	
2b		2b.1	Se debe colocar el candado siempre en un multilock y nunca directamente en el dispositivo de corte (esto permite que se puedan colocar múltiples candados y que cada persona pueda tener pleno control de su candado personal).			
		2b.2	Todas las personas que intervienen deben llevar una identificación personal con su foto y nombre, bien en una tarjeta o en el candado directamente. La identificación debe estar en buenas condiciones y la información requerida debe verse con claridad.			
		2b.3	Todas las personas que participan en la intervención deben poner su candado personal en el multilock, bloquearlo y guardar la llave consigo. La llave es única y personal; no deje nunca la llave en la cerradura ni le dé la llave a otra persona.			
2c		2c.1	En caso de ISEPA, antes de cada procedimiento LOTO, los servicios de mantenimiento deben realizar una evaluación de riesgos adecuada y suficiente que debe ser firmada por el responsable de mantenimiento.			
		2c.2	En caso de ISEPA, los resultados de la evaluación de riesgos (riesgos y medidas preventivas) deben comunicarse a TODAS las personas afectadas por la intervención; solo las personas que muestren tener las competencias suficientes pueden participar en las actividades de LOTO relacionadas con esa evaluación de riesgo.			
		2c.3	Cuando (como último recurso) la energía deba estar presente (p.e., aprendizaje trayectorias en robot), se debe poner en marcha un sistema seguro específico de trabajo, que detalle las medidas de control precisas. Las competencias deben comprobarse antes de que comience la actividad.			
		2c.4	El responsable de mantenimiento, su equipo y el responsable HSE verifican mensualmente la lista de los ISEPA, mediante el método PDCA, con el objetivo de eliminación de cada ISEPA.			
		2c.5	Si después de 3 meses el ISEPA no se ha eliminado, el responsable de mantenimiento debe solicitar una derogación a la División HSE utilizando el formato establecido para esto. <i>(Reglas y material de apoyo creado por la División HSE).</i>			
TOTAL DO MANDAMENTO			4	4		
			33%			
3a		3a.1	Deben existir protecciones diseñadas para impedir el acceso a las zonas peligrosas de la máquina (es decir, las dimensiones, el tamaño y la distancia son compatibles con los riesgos, la posible proyección de material y sustancias, etc.).	1	1	SENSORES RECIENTE INSTALADOS LES FALTA TORNILLOS INVOLABLES
		3a.2	Las protecciones son robustas, están íntegras y en buenas condiciones, todas las fijaciones están presentes y están bien apretadas.	1	1	
		3a.3	Los armarios eléctricos y los paneles de control están cerrados, bloqueados y no están obstaculizados. Todos los armarios eléctricos y todos los paneles de control disponen de una señalización de aviso de riesgo eléctrico.	3	1	
		3a.4	Los dispositivos de bloqueo eléctrico y los enclavamientos deben estar protegidos con tornillos inviolables. Todos los tornillos están en su posición (no faltan tornillos inviolables ni tuercas de seguridad).	0	1	
		3a.5	Existe un plano 3D de la máquina/proceso que muestra todas las funciones de seguridad con la categoría real frente a la categoría requerida y el nivel de rendimiento alcanzado frente a la categoría requerida.	0	1	
		3a.6	El informe Sistema está totalmente adaptado al dibujo en 3D del punto 3a.5 (todas las referencias de las funciones de seguridad del dibujo en 3D corresponden con las del sistema). NOTA: las referencias deben ser descriptivas (es decir, parada de emergencia 1, 2, 3, etc., son correctas, las referencias alfanuméricas, como A1 o ABC123, no están permitidas).	0	1	
		3a.7	La planta proporciona evidencias de que las características del riesgo en la máquina en cuestión son acordes a las categorías y niveles de rendimiento alcanzados. (La dirección HSE podrá consultar a terceros para su validación).	0	1	
		3a.8	El dispositivo de seguridad elegido para la función de seguridad respectiva es apropiado para el riesgo. Es decir, el interruptor de seguridad sin contacto completamente codificado es adecuado. La configuración del interruptor de lengüeta puede no ser la adecuada. (La dirección HSE puede consultar a terceros para su validación).	0	1	
3b		3b.1	CONTROL FÍSICO REALIZADO SOLAMENTE POR EL PERSONAL CUALIFICADO DE MANTENIMIENTO (nivel 2, 3 o 4) Existe un esquema que muestra la ubicación exacta de cada dispositivo de seguridad en la máquina/instalación. Existe un check list de control de cada dispositivo de seguridad de acuerdo al esquema. Todos los controles están integrados en el TPM (mantenimiento total productivo) y se realizan cada 6 meses como mínimo. Cada control va acompañado de un nombre, una firma y una fecha.	2	1	NO EXISTE PLANOS 3D
		3b.2	CONTROL VISUAL REALIZADO POR EL OPERARIO FORMADO El operario realiza un control visual rápido para comprobar que los protectores están en buenas condiciones, en su posición y cerrados de forma segura. El operario realiza un control visual rápido para comprobar que las paradas de emergencia están en buenas condiciones y son fácilmente accesibles. NOTA: la frecuencia tiene que incluir todos los turnos y todos los operarios deben participar periódicamente en los controles. Cada control se registra con un nombre, una firma y una fecha.	3	1	
3c		3c	En caso de fallo de un dispositivo de seguridad, o ausencia, daño o huecos, orificios, de una protección, se debe parar inmediatamente y avisar al JU.	2	1	
TOTAL DO MANDAMENTO			12	11		
			36%			

6		6.1	Si la planta requiere la introducción de un nuevo producto químico, debe cumplirse estrictamente con el procedimiento GE75-033R. NOTA: para introducir productos químicos clasificados como CMR, cancerígenos, mutagénicos y/o tóxicos para la reproducción, se deben presentar pruebas que respalden el anexo 4 del procedimiento.	0	1	FALTA FORMACION A OPERARIOS
		6.2	La etiqueta del envase, la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Ficha de Producto Químico, deben contener la misma información. Los productos químicos deben estar almacenados en sus recipiente originales, con la etiqueta claramente visible (por ejemplo, el nombre del producto químico y los pictogramas de riesgo, etc.). Los recipientes secundarios deben estar etiquetados con claridad de acuerdo con la etiqueta del recipiente original.	1	1	
		6.3	Los usuarios de los productos químicos y/o los operarios de almacén de productos químicos, deben recibir una formación* conforme a la Ficha de Producto Químico*. NOTA*: la información contenida en la Ficha de Producto Químico refleja con exactitud la FDS oficial y la información del envase. NOTA*: la formación debe incluir el transporte del producto químico.	1	1	
		6.4	Las cantidades de productos químicos almacenadas en el puesto de trabajo, deben estar limitadas al mínimo. Deben aportarse pruebas del uso diario y, como máximo se podrá almacenar la cantidad correspondiente a una semana de consumo.	3	1	
		6.5	Los productos químicos líquidos están almacenados con un sistema de retención adecuado (por ejemplo, estanco, limpio y vacío, con capacidad adecuada). Los productos químicos se almacenan según el sistema del código de color de compatibilidad de Renault.			
		6.6	Los armarios utilizados para los productos inflamables están conectados a masa y disponen de huecos de ventilación no obstruidos arriba y abajo.			
		6.7	Las duchas de emergencia y los lavaojos están en buenas condiciones, limpios y son fácilmente accesibles.			
TOTAL DO MANDAMENTO				5	4	
				42%		
7a		7a	Identificar y separar físicamente (segregar) las actividades peligrosas no habituales, (por ejemplo, trabajos en caliente, uso de todo tipo de equipos de elevación, excavación, construcción y obras, apertura de arquetas, carry-over de máquinas, modificación de líneas de producción, etc.).			
7b		7b.1	En el caso de los trabajos en caliente no habituales, se cumplen todos los requisitos del permiso diario de fuego (autorizaciones, formación, evaluación de riesgos, método de trabajo específico, control de equipos, actuación ante emergencias, supervisión del servicio de incendios, etc.).			
		7b.2	La zona de los trabajos en caliente está limpia y ordenada. Todos los materiales combustibles están protegidos de las fuentes de ignición. Los equipos de extinción de incendios están preparados y todos los intervinientes están entrenados para el uso seguro de dichos equipos.			
7c		7c.1	Las escalas y las escaleras portátiles deben guardarse en un lugar seguro cuando no se estén utilizando.			
		7c.2	Las escalas con protección y las escaleras que dan acceso a las zonas de los techos y tejados, a la parte superior de las máquinas, a las plataformas sin protección periférica y/o a los elementos peligrosos de la máquina deben disponer de un control de acceso (por ejemplo, se deben prever métodos que permitan que todos los tipos de trampillas de acceso, puertas y compuertas se puedan bloquear en la posición cerrada y en la posición abierta).			
		7c.3	Todas las personas que trabajen en una plataforma de elevación móvil deben utilizar su casco con barboquejo y arnés de seguridad (con cintas de autorescate), deben estar bien atados con una cuerda de seguridad fija, doble, al punto o puntos de anclaje dentro de la cesta.			
		7c.4	Las plataformas de elevación móviles están en buen estado y en condiciones seguras (las inspecciones periódicas reglamentarias están actualizadas y son válidas, el manual del usuario adecuado está protegido en un compartimento específico, la llave no está en el contacto cuando no se está utilizando).			
7d		7d.1	En el caso de que haya varias actividades simultáneas, se nombra a un coordinador competente para controlar las interferencias entre ellos.			
		7d.2	Todos los contratistas y subcontratistas han demostrado sus competencias antes de que se les permita realizar las actividades laborales en las instalaciones de Renault.			
TOTAL DO MANDAMENTO				0	0	
8		8.1	En todas las puertas de acceso a los talleres, están señalizados, de acuerdo a la norma de señalización, los EPI obligatorios (equipos de protección individual).	3	1	
		8.2	Hay tapones para los oídos disponibles en las zonas donde la protección contra el ruido es obligatoria.			
		8.3	En cada puesto de trabajo hay un documento que muestra los EPI necesarios (foto y características).	3	1	FALTA MAPA DE RIESGOS
TOTAL DO MANDAMENTO				6	2	
				100%		
9		9.1	Para los puestos rojos, existe un plan de acción con un plazo de realización firmado por el director de planta para pasar el puesto de trabajo de la categoría roja a verde. Se debe poder demostrar para cada puesto rojo (NOTA: la rotación de los puestos de trabajo es una medida de control inmediata, y solo es válida durante el plazo de cumplimiento del plan de acción específico).	2	1	
		9.2	Cuando se transporta una carga mediante un carro, se debe prever una manipulación segura (asidero específico). NOTA: Siempre que sea posible, se preconiza empujar en lugar de tirar. Los carros deben ser diseñados para facilitar el movimiento manual, deben ser estables y que no conlleven un riesgo de vuelco.	2	1	
TOTAL DO MANDAMENTO				4	2	
				67%		
10		10.1	La lista (nombre y foto) de las personas formadas en primeros auxilios, está panelizada, como mínimo, en cada UET.	3	1	
		10.2	Está indicado y a la vista de todos el plan de evacuación actual con las salidas de emergencia, los recorridos y la ubicación de los equipos de extinción de incendios.	3	1	
		10.3	Los accidentes, los incidentes potencialmente peligrosos y los casi accidentes, así como las medidas correctivas llevadas a cabo, se notifican al manager (hay un documento oficial para que los empleados notifiquen los incidentes, los casi accidentes y las condiciones peligrosas). Los managers proporcionan pruebas que confirman las medidas llevadas a cabo y las respuestas dadas a los empleados.	0	1	DIFUCION DE FLASH DE SEGURIDAD NO AL DÍA
		10.4	La planta tiene un sistema visual que muestra las alertas ROIAS de los últimos 12 meses, las evaluaciones pertinentes realizadas y las medidas llevadas a cabo con la prueba de las medidas de control efectivas aplicadas.	0	1	SEGURIDAD PLUS NO AL DÍA
		10.5	Solo está permitido fumar en los lugares señalizados.	3	1	
TOTAL DO MANDAMENTO				9	5	
				60%		
TOTAL DOS 10 MANDAMENTOS				47	32	
				49%		
				Excelente	A	90% ou mais
				Bom	B	75% à 89%
				Satisfeito	C	58% à 74%
				Insatisfeito	D	34% à 57%
				Totalmente Inaceitável	E	33% ou menos

9.1 Antiguo sistema ATW



176

