



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:

OMAR ISMAEL PUENTES GÓMEZ

CARRERA:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

***REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL PROCESO DE ROLL FORMING EN LA EMPRESA GESTAMP
AGUASCALIENTES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA***

Gestamp Aguascalientes



Nombre del asesor externo
Luis Gaona Salas

Nombre del asesor Interno
José Guillermo Batista Ortiz

Agradecimientos.

Creo que una cuartilla no es suficiente para agradecer a mis profesores, compañeros y familiares que me apoyaron para llegar hasta este punto de mi vida. Hubo muchas altas y bajas durante la carrera, ahora estoy por terminar las prácticas profesionales, es una alegría y satisfacción enorme, el esfuerzo y dedicación han valido la pena.

Estoy por concluir la gran carrera de Ingeniería Industrial y en esta etapa de mi vida me siento feliz, ya que al estar haciendo mis residencias profesionales me he dado cuenta que los conocimientos adquiridos fueron de gran importancia, en primera porque al buscar las empresas para realizar mis prácticas en la entrevista de la empresa en la que quería estar 10 personas y solo necesitaban a 3, gracias a las materias de especialidad pude defenderme y logré ser uno de los aceptados.

En segunda porque el estar atento en las clases, enfocarse a las materias y tareas es de gran ayuda, hay muchas cosas que veo en la empresa y cuando se me pide realizar algún trabajo con facilidad lo comprendo y doy el 100, porque en las clases vi los temas y aprendí los puntos importantes.

Gracias a los profesores que tuve durante la carrera, Jaime Rodarte, Alejandro Puga, Maria Esmeralda, Laura Lorena, pero en particular al profesor José Guillermo Batista Ortíz, profesor que está para los alumnos en el momento que se necesita ayuda, en la pandemia hubieron materias que hubiese querido tomar presencialmente porque sus clases están llenas de conocimientos, al salir de cada una te quedabas con la idea de que vamos aprender mañana, tuve la oportunidad de tenerlo como mi asesor de residencias, sus conocimientos y consejos fueron de gran importancia, ya que me sirvieron tanto que he dejado gran impresión en los jefes y gerentes sobre mi en la empresa.

Conocí a grandes personas dentro de los 4 años y 6 meses y muchos de ellos son mis amigos, amigos que consideraré durante mi vida, porque si no fuera por ellos, el trabajo en equipo y la participación de todos en los proyectos de las diferentes materias no hubiese llegado hasta donde estoy, fueron muy buenos amigos y siempre que los

necesité ahí estaban, ahora nos toca partir en diferentes caminos por el trabajo, pero siempre serán recordados por su compañero Omar Ismael Puentes Gómez.

Resumen.

Roll Forming es una de las líneas con mayor productividad y que están en los tops de la empresa Gestamp Aguascalientes, anteriormente los cambios de modelo se realizaban entre 180 y 240 minutos, tiempo en el cual solo producción realiza las actividades. Eso impacta en la productividad, ya que al alargar el tiempo de cambio de modelo se perdían las horas para producir.

Actualmente en la empresa se han controlado los tiempos en los cambios de modelo, de tal manera que se ha llegado al punto de establecer los estándares de procesos para entrar dentro de la meta que es cambios de modelo a no más de 70 minutos, al momento de realizar un cambio el personal se dirige al tablero de comunicación para que el titular de la línea y el supervisor comanden el cambio. El promedio de los cambios de modelo implementando los estándares han sido de 60.26 minutos, en los cuales se identifican varias áreas de oportunidad en las cuales si se aplican mejoras continuas el tiempo en el que se estiman los cambios de modelo es de entre 40 y 50 minutos, dependiendo de la habilidad del personal para realizar las actividades.

Como mejoras aplicadas se han realizado:

1. Ayudas visuales para la colocación de rafts: La colocación de rafts por parte de logística tenían un tiempo de entre 40 y 50 minutos, tiempo en el cual el personal dependía de que terminara para continuar con algunas de las actividades. Se pintaron las referencias de un color para identificar los rafts que se encuentran en el almacén.
2. Anticipar los rafts en almacén temporal: Como acciones para controlar los tiempos y mejorar en el proceso de colocación de rafts, se anticipan los rafts enfrente de la línea para que al momento de realizar la colocación los tengan cerca.

Otro de los puntos que se están controlando es el cambio de bobina cuando se termina la que se está procesando y en este caso el tiempo que realizaban era de 20 a 40 minutos, pero ahora con el monitoreo de tiempos y actividades se ha entrado dentro del objetivo que es de 10 minutos máximo, ya que se tiene que unir por soldadura tic.

Índice

Tabla de contenido

<i>Agradecimientos</i>	2
<i>Lista de Tablas</i>	6
<i>Lista de Figuras</i>	6
I. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	8
I.1 Introducción.....	8
I.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	19
Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	19
III. DESARROLLO.....	30
III.2 Procedimiento y descripción de las actividades realizada.....	30
IV RESULTADOS.....	39
Resultados.....	39
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	54
VI.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....	54
VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	55
VIII. ANEXOS.....	59
Anexo I. Oficio presentación.....	59
Anexo II. Cronograma.....	60

Listas de Tablas

Tabla III.1 Cambio de modelo de referencias F5005 a F5008 (2023).....	34
Tabla III.2 Cambio de modelo 5006-5008 (2023).....	35
Tabla IV.1 Estándar de Actividades en los diferentes proyectos.....	50
Tabla IV.2 Estándar de Actividades.....	53

Listas de Figuras

Figura I.1 1er monitoreo de cambio de modelo.....	13
Figura I.2 2do monitoreo de cambio de modelo.....	14
Figura IV.1 Identificación de la HOE.....	49

Listas de gráficos

Gráfica I.1 Tiempos en cambio de modelo en proyecto Ford.....	13
Gráfico I.2 3er monitoreo de cambio de modelo.....	15
Gráfica I.3 Gráfico de tiempos en cambios de referencia.....	16
Gráfica I.4 Gráfico de tiempos en cambios de bobina.....	17
Gráfico III.1 Análisis de cambio de modelo.....	31
Gráfico III.2 Análisis de cambio de modelo.....	35
Gráfico III.3 Análisis de actividades en cambio de modelo.....	36
Gráfico III.4 Balance de actividades.....	37
Gráfico IV.1 Comportamiento de Scrap Mes de octubre 2023.....	40
Gráfico IV.2 Tiempos en cambios de modelo a diferente proyecto.....	41
Gráfico IV.2 Cambios de modelo F5007 a F5006.....	41
Gráfico IV.3 Primera aplicación del SMED en cambios de modelo F5007 a F5006.....	42
Gráfico IV.4 Tiempo de actividades en cambio de modelo F5007 a F5006.....	43
Gráfico IV.5 Tiempo de actividades en cambio de modelo MP1764 a F5005.....	44

Gráfico IV.6 Resumen de cambio de modelo MP1764 a F5005.....	45
Gráfico IV.7 Tiempo de referencia en cambio de modelo F5005 a MP1764.....	46
Gráfico IV.8 Resultados de cambios de bobina después del establecimiento de estándares.	48
Gráfico IV.9 Resultados de cambios de modelo entre mismo proyecto.....	54

I. GENERALIDADES DEL PROYECTO.

I.1 Introducción.

El presente documento es un reporte final de residencias profesionales, dicho reporte es para formalizar lo aplicado en las prácticas y que se tenga evidencia de lo que se trabajó a lo largo del periodo, esto para lograr la titulación de la carrera de Ingeniería industrial.

En todo reporte parte importante son los resultados y en este caso si los hay, en los cuales están enfocados en la aplicación de manufactura esbelta (Lean Manufacturing) con la metodología de Single Minute Exchange of Die (SMED). Uno de sus objetivos es de darle una solución y mejorar uno de los procesos en la empresa Gestamp Aguascalientes. A continuación, se resume el contenido del presente documento por capítulo.

En las generalidades del proyecto (Capítulo 1), se habla sobre la historia de esta gran empresa, la cual tiene 23 años en el país y que va teniendo un gran crecimiento con los proyectos que están tocando a la puerta. Se plantea el mantener por debajo del rango el porcentaje de Scrap actual de 0.29% (diario) en el proceso de Roll Forming del área de ensambles en un periodo de 4 meses, pero con enfoque a cambios de modelo en el cual el tiempo objetivo es de no más de 30 y 70 minutos, el cual es uno de los issues que se han tenido durante los últimos meses y que no se había podido controlar.

Capítulo 3 Marco teórico el cual trata de la información teórica a utilizar, en esta ocasión es sobre la metodología de SMED (cambios de modelo en menos de 1 minuto) donde se utiliza para minimizar los contratiempos que se generan en el cambio de un número de parte a otro en una máquina o serie de máquinas en el área de producción.

El sistema SMED fue concebido por Shingeo Shingo a lo largo de 19 años, y es el resultado de un estudio de aspectos teóricos y prácticos de la mejora de preparación de máquinas.

Para la aplicación de esta herramienta, se debe medir el tiempo empleado en el cambio de moldes o partes, entre la última pieza de producción y la primera pieza buena producida del siguiente número de partes, para tener una referencia y tenerlo como

medible a reducir. Según Shingeo Shingo (1997), cualquier set-up puede ser realizado en menos de 10 minutos.

El capítulo 4 habla sobre los resultados que se obtienen después de haber analizado el problema y haber detectado la causa raíz. Aplicando las mejoras y la metodología SMED los tiempos se lograron reducir hasta un 60% comparándolo con el tiempo máximo que se tiene registrado para un cambio de modelo. Una vez reduciendo el tiempo se identifican oportunidades de mejora en las cuales el tiempo de 258 minutos se redujo a 52 minutos.

En el capítulo 5 sobre el tema de desarrollo, el cual inicia por el análisis de la situación que se quiere conocer, mejorar y estandarizar. Posteriormente se tomarán tiempos para identificar las actividades que se aplazan o se realizan con un tiempo fuera de lo estandarizado, con esto determinar cuáles son las causas raíz del porque los cambios de modelo están siendo realizados en un tiempo fuera de objetivo.

Teniendo estos datos identificados se separan las actividades como externas e internas para lograr entender el proceso y en cuales puntos intervienen para reducir los tiempos de esas mismas e ir las acomodando para lograr hacer actividades simultáneamente.

Para lograr una reducción de tiempo se tiene que identificar el personal que interactúa, cuáles y cuántas actividades realizan para lograr un balanceo y repartir actividades a los diferentes involucrados.

Una vez identificados estos puntos se tiene que conformar un equipo multidisciplinario, para que se asignen las actividades dependiendo de las habilidades y responsabilidades de cada departamento.

En el capítulo 6 se muestran las competencias aplicadas durante el proceso de elaboración de residencias que fueron desarrolladas los 9 semestres de la carrera de ingeniería industrial. Estas competencias identifican a los egresados del Tecnológico de Pabellón de Arteaga con una competencia distinta a las de las demás universidades.

Dichas competencias fueron evaluadas por los asesores del proyecto, con el fin de que se implementara un resultado favorable hacía la mejora continua.

Capítulo 7 el cual está conformado por las referencias bibliográficas en las cuáles se basó para retomar la información de los temas y que nos ayudaron a darle base al proyecto en las dudas que surgieron sobre los pasos de la metodología SMED.

Además de que en el capítulo 8 se mostrarán las evidencias del cronograma de actividades del proyecto por parte de la empresa en la cual nos confirma que el proceso fue aceptado y firmado por el gerente de producción para elaborarlo en un periodo de 4 a 6 meses y también se encuentra la carta de presentación de la universidad en la cuál se da formalidad al presentar a sus alumnos que integrarán las residencias profesionales.

Capítulo 9 Anexos, referencias: Villaseñor, Alberto y Galindo, Edber. Autores reconocidos de algunas de las referencias de los libros citados para obtener la información de la metodología con los conceptos y reglas de Lean Manufacturing además de los manuales de guías básicas. En el apartado de anexos se encuentra la carta de aceptación y agradecimiento del proyecto firmada y sellada por la empresa Gestamp Aguascalientes.

I.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo.

Con presencia en más de 20 países, Gestamp se dedica al diseño, desarrollo y fabricación de componentes metálicos para el automóvil. Está especializado en la creación de productos con un diseño innovador para conseguir vehículos cada vez más seguros y ligeros, y por lo tanto mejores en relación al consumo de energía e impacto medioambiental.

Gestamp se ha convertido en sus más de 20 años de historia en un proveedor global de perfil tecnológico que se caracteriza por la proximidad a sus clientes, la continua innovación y una destacada internacionalización. Desde su creación, Gestamp ha pasado de ser un pequeño proveedor local de estampación a una compañía de carácter global, con presencia en los principales centros neurálgicos de fabricación de automóviles. Con el reto de situarse a la vanguardia de la innovación, Gestamp dedica un gran esfuerzo a investigar y desarrollar tecnologías punteras. Así la innovación es la base sobre la que se establece su estrategia de futuro.

En Aguascalientes la empresa Gestamp es una empresa joven en el área de la industria, ya que tiene 26 años desde su llegada, cuenta con 2 áreas de producción, una de ellas que es estampado y la otra que es ensamble, actualmente en el área de ensamble el último equipo que se adquirió fue para el proceso de piezas mediante el Roll Forming esto hace 4 años, es la única empresa de México que cuenta con este equipo, por lo que han tenido problemas en cuanto a resultados, productividad, entre otras.

I.3 Problemática.

Tiempos fuera de objetivo en cambios de modelo. Los cambios de referencia en la línea tienen como objetivo realizarse en 70 minutos como máximo, pero actualmente se realizan entre los 180 y los 240 minutos respectivamente, por lo cual se da a la tarea de analizar lo que está pasando en los cambios de modelo y se percata que producción es único departamento que realiza los cambios, analizando esta situación tenemos como objetivo aplicar la metodología de SMED, para cambios de modelo.

Actualmente por definición de estándares en el proceso para realizar los ajustes cuando se hace cambio de bobina tiene como piezas a convertir en scrap 40 por lado de bobina.

Cuando no se tiene una continuidad en la forma y sigue teniendo fallas se voltea la bobina y se utiliza el lado que quedó por debajo, en este proceso también se dan como oportunidades 40 piezas más, aun cuando se volvió a repetir el proceso y no se tiene resultado se manda a almacén la bobina y no se utiliza, pero para el tercer ajuste ya solo se tiene 30 piezas como máximo a utilizar. Esto ocasiona que todas esas piezas desperdiciadas tengan un impacto como SCRAP al rebasar el objetivo establecido por la empresa de un máximo de SCRAP de 0.29 % diario.

I.4 Justificación.

Histórico de cambios de modelo.

Actualmente en la empresa Gestamp Aguascalientes existe una línea de producción llamada Roll Forming, la línea tiene 4 años desde su llegada, por lo que han estado produciendo proyectos de diferentes clientes, actualmente son 3:

1. F5005-F5006
2. F5007-F5008
3. MP1764-Mp1765

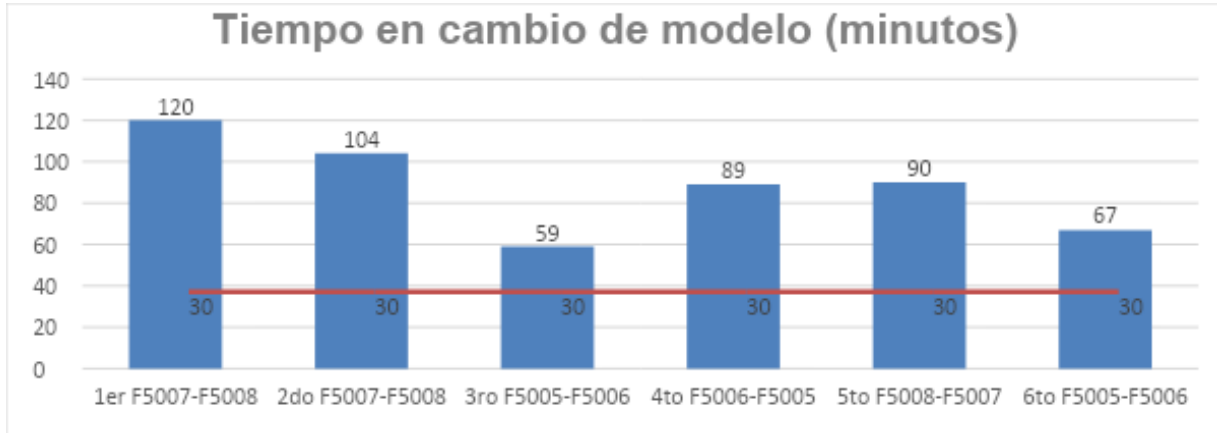
En cada uno existen cambios de modelo distintos, en el cual se categorizan como:

a. Mismo proyecto: Cambio en el cual se tiene la referencia que está corriendo y donde solo se invierte en punzonado y el juliano para marcar la referencia. En este tipo de cambio el tiempo establecido es de no máximo a 30 minutos, en lo cual interviene el departamento de matricería con ayuda de producción.

b. Diferente proyecto: Cambio en el cual se tiene que cambiar de un proyecto a otro, ya sea del proyecto 1 al 2, 2 al 3 o 3 al 1 y se tiene que cambiar con gran mayoría los procesos de la línea de producción.

c. Cambio de modelo entre mismo proyecto: En la gráfica I.1, se muestra el histórico de los cambios de modelo en donde el objetivo es realizar el cambio de modelo en menos de 30 minutos, pero por las diferentes situaciones el cambio se prolongaba de manera significativa. Este tiempo que se excede impacta sobre la productividad de la empresa ya que, al no realizar el cambio de manera efectiva, se pierde producción y no se cumple

la meta programada, ocasionando entregas tardías, inventarios, entre otros no menos importantes.



Gráfica I.1 Tiempos en cambio de modelo en proyecto Ford
Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la figura I.1 se muestra el desglose de los pasos y las actividades que se realizaron en el 1er cambio de modelo monitoreado, en donde sobrepasa el tiempo establecido como meta.

CAMBIO DE MODELO 5007-5008			
Hora	Actividad	Departamento	Comentarios
	Antes de empezar proceso matricero no sabe del cambio de modelo		
03:00	Comienzo de unión punta y cola	Producción	Realiza Auxiliar Daniel, se monta la bobina antes de empezar
03:03	Retiro de Scrap Op10	Producción	
03:05	Termina de retirar Scrap	Producción	FALTA DE VIBRADOR
03:05	Llega matricería	Matricería	
03:07	Comienza cambio de punzones	Matricería	Falta de herramental
03:11	Termina proceso de unión de bobina	Producción	Falta de adiestramiento al soldar
03:13	Se retira al taller por herramienta	Matricería	
03:16	Llega matricería con herramienta	Matricería	
03:34	Recorre Laines para cambio de juliano	Matricería	
03:49	Termina cambio de juliano	Matricería	
03:49	Comienza cambio de punzones	Matricería	
03:50	Recorre Laines para cambio de punzones	Matricería	Necesita ayuda
04:20	Termina cambio de Punzones	Matricería	Pide ayuda mediante radio a matricería *Falta de adiestramiento
04:20	Producción comienza vaciado de línea	Producción	
04:27	Termina vaciado de referencia anterior	Producción	
04:28	Escantillón sin preparar	Calidad	
04:30	Comienza inspección	Calidad	
04:32	Ajustes por mal avance	Matricería	
04:36	Inspección de pieza	Calidad	
04:36	Ajuste de matricería por pestañas cerradas	Matricería	
04:42	Termina ajuste	Matricería	
04:46	Inspección de pieza	Calidad	
04:48	Termina inspección	Calidad	Continúan ajustes por pestañas
04:55	Ajustes de Matricería		
05:00	Calidad Libera la pieza y comienza proceso		

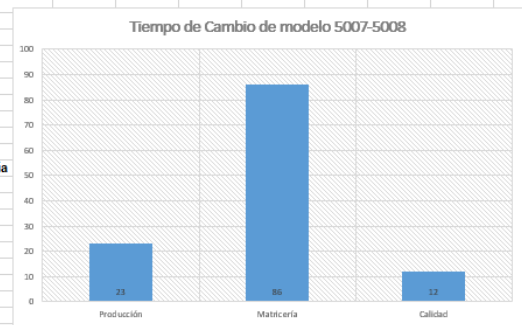


Figura I.1 1er monitoreo de cambio de modelo
Fuente: Elaboración propia, 2023

En la figura I.2 se muestra el segundo monitoreo de cambio de modelo en donde se redujo un poco el tiempo en el cambio de modelo, pero aun así cerrando fuera de objetivo.

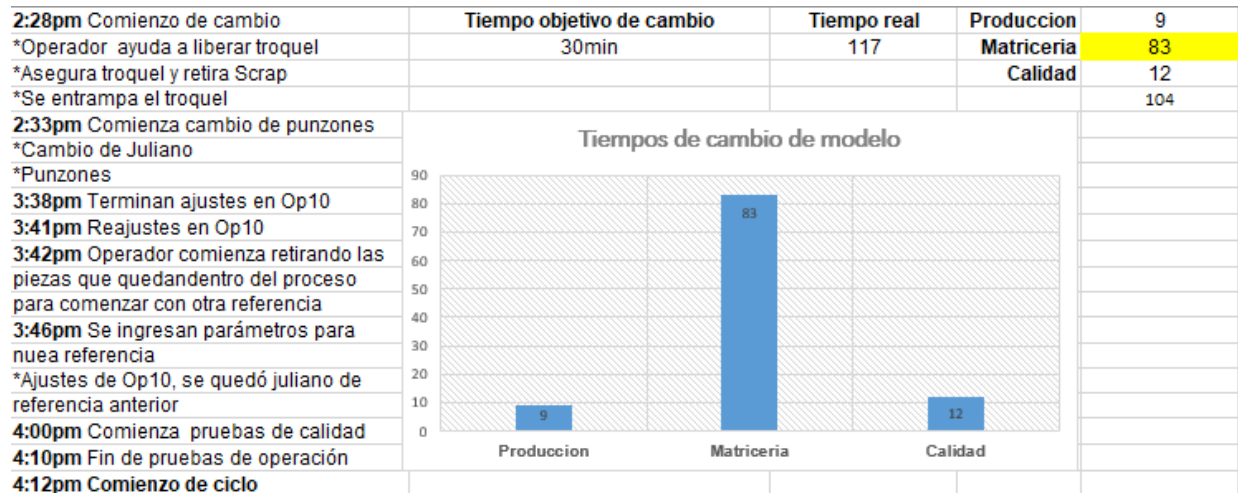


Figura I.2 2do monitoreo de cambio de modelo

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la gráfica I.2 se muestra el tercer monitoreo de cambio de modelo en donde se redujo a un 50% el tiempo en el cambio de modelo, pero aun así cerrando fuera de objetivo. Con áreas de oportunidad e identificando que no hay un orden en las actividades en los cambios de modelo, así como en el personal que interviene.

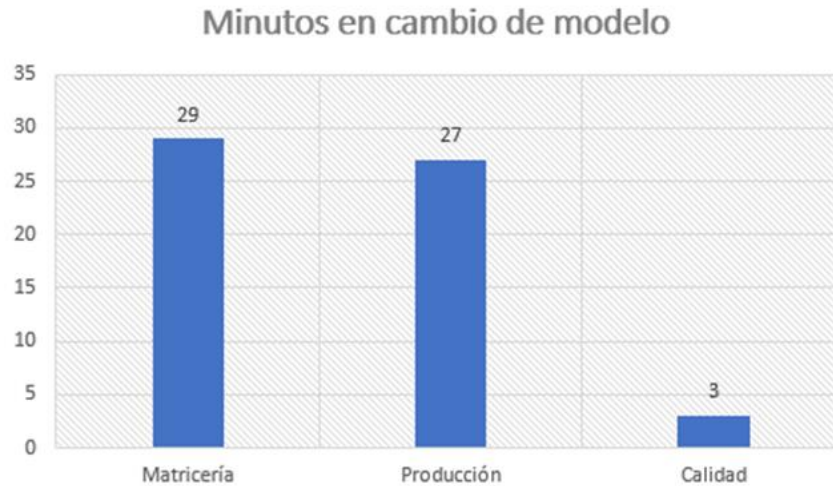


Gráfico 1.2 3er monitoreo de cambio de modelo

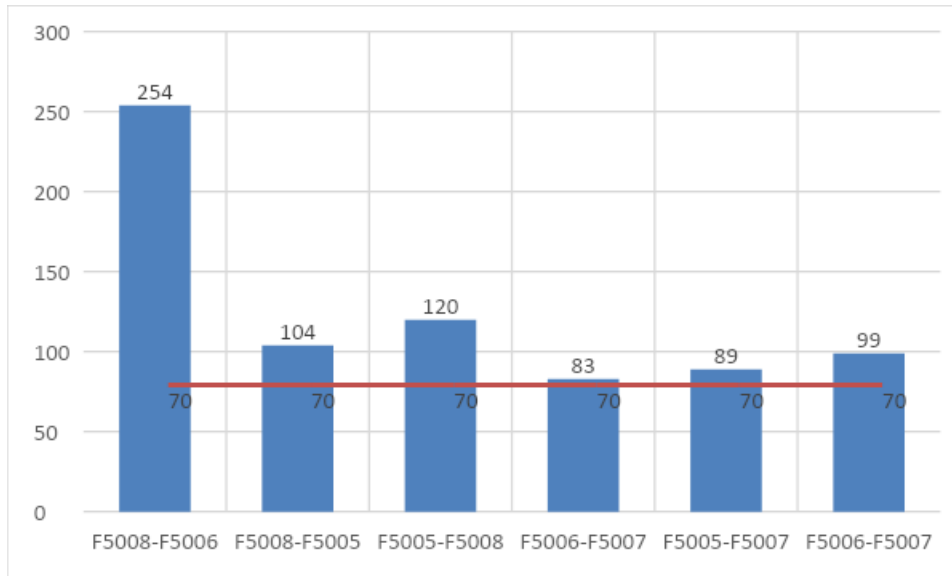
Fuente: Elaboración propia, 2023

En el cambio de modelo se realizó un tiempo de 59 minutos, donde se identifica que los tiempos se pueden reducir teniendo un orden en las actividades y una anticipada comunicación al realizar dicho cambio. Por parte del equipo de matricería el tiempo que realizaron en sus actividades fue de 29 minutos en el cual, cinco (5) minutos fueron tiempos muertos por falta de herramientas y movimientos innecesario, 7 minutos en los cuales necesitaba ayuda para invertir lanas de la prensa y poder realizar maniobras para el cambio de punzones.

En el equipo de producción se realizó un tiempo de 27 minutos, mientras matricería realizaba el cambio de punzones se hubiera aprovechado el tiempo para realizar el montaje de bobina y el corte y unión para ingresarla a la línea.

Cambio de modelo de diferente proyecto

Por otra parte, en los cambios de modelo de diferente proyecto el tiempo establecido como meta es de 70 minutos, se realiza el monitoreo de cambio durante el mes y se identifica que el cambio no tiene un orden en las actividades y producción realiza el cambio sin apoyo de algún otro departamento.



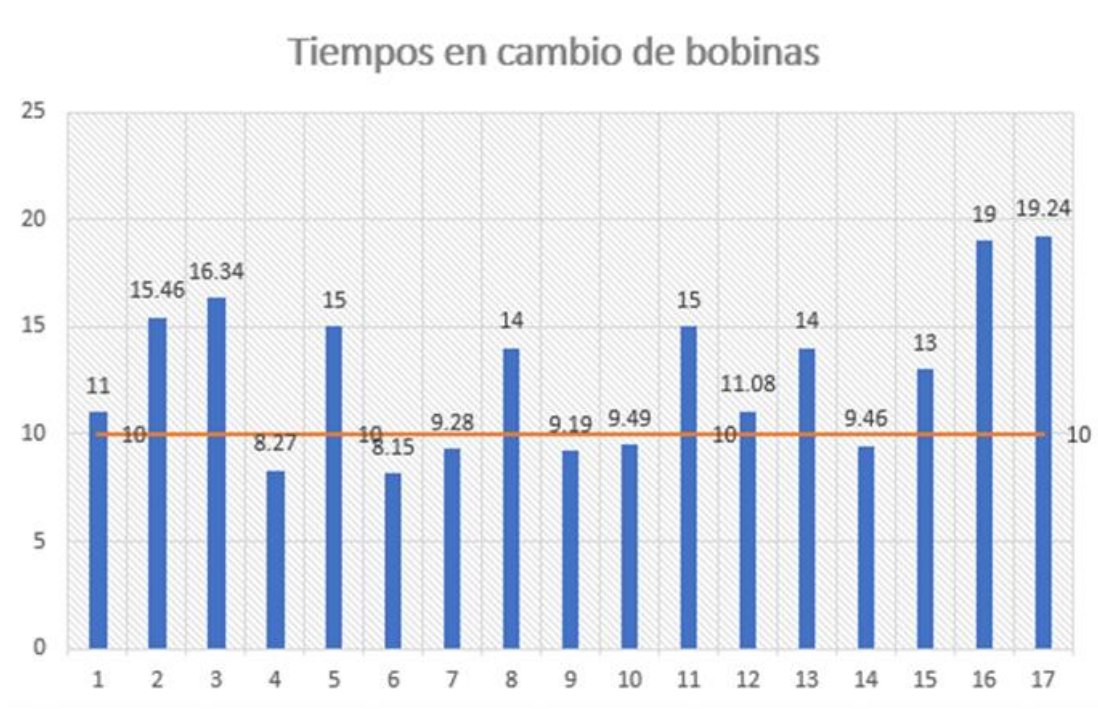
Gráfica I.3 Gráfico de tiempos en cambios de referencia.

Fuente: Elaboración propia, 2023

En la gráfica I.3 se muestra el histórico del mes de junio en los cambios de modelo, en el cual el tiempo se excede por encima del objetivo de la empresa, este monitoreo se realizaron en distintos turnos y con diferente personal, para determinar cuáles son los puntos que se tiene que controlar para reducir los tiempos. Después de haber realizado un análisis se identifica que producción en los cambios de modelo realiza las actividades solo con su personal, logística es el departamento que da soporte con el montacargas realiza el cambio de troqueles y de rafts pero ningún departamento apoya a producción para realizar el cambio por lo que el tiempo se excede de manera significativa.

Tiempos fuera de objetivo en los cambios de bobina. Uno de los principales impactos en la productividad es el cambio de bobina cuando está procesando la línea, ya que al terminar la referencia se tiene que unir la cola de la bobina que se terminó y la punta de la que va a entrar a proceso, en este aspecto el tiempo que se tiene establecido que desde que se termina la última pieza antes de que se termine la bobina y salga a producto terminado la primera de la nueva bobina es de 10min como objetivo, actualmente se pretende reducir los tiempos hasta menos de 5 minutos, ya que se ha identificado que el personal es capaz de realizarlo en dicho tiempo.

En la gráfica I.4 se muestra el comportamiento de los tiempos de cambios de bobina durante el mes.



Gráfica I.4 Gráfico de tiempos en cambios de bobina

Fuente: Elaboración propia, 2023

Una vez que se han identificado las áreas de oportunidad para la reducción de tiempos, se establece iniciar con la metodología de SMED (cambios de modelo en menos de un minuto).

I.5 Objetivos.

I.5.1 Objetivo General proceso de Roll Forming

Mantener por debajo del rango el porcentaje de SCRAP actual de 0.29% (diario) en el proceso de Roll forming del área de ensambles de Gestamp Aguascalientes en un periodo de 4 meses.

I.5.2 Objetivos Específicos:

1. Lograr reducir de un 10% a un 30 % el tiempo en el que se realizan los cambios de bobinas por las diferentes variaciones.
2. Reducir en un 10 % las variaciones que afectan los ajustes a los rodillos que generan arqueamiento en el material.
3. Minimizar en un 10 % el tiempo de montaje y unión de bobinas, el cual representa actualmente entre 20 y 40 min
4. Reducir de un 30% a un 60 % el tiempo actual (150 min a 70 min) de cambio de bobinas.
5. Determinar la frecuencia de falla funcional en las navajas en la operación Op20, que ayude a incrementar la productividad un 20 %.

II. MARCO TEÓRICO

Marco Teórico (fundamentos teóricos).

II.1 Lean Manufacturing.

De acuerdo con Villaseñor y Galindo (2008), Lean Manufacturing o manufactura esbelta tiene sus orígenes en la compañía Toyota quienes encontraron una forma de producir de manera que se lograra tener el mínimo posible de desperdicios dentro del proceso y a su vez lograr ser igualmente competitivos como las demás compañías automotrices, pero con el paso del tiempo, Toyota logra superar la productividad de estas compañías competencia, por lo que la manufactura esbelta se convierte en un modelo a seguir. Taiichi Ohno fue un ejecutivo de Toyota quien era el enemigo de los despilfarros e identificó los primeros 7 tipos de muda (toda aquella actividad humana que absorbe recursos pero que no crea valor, es decir el despilfarro): Sobreproducción, tiempos de espera, transporte, sobre procesamiento o procesamiento incorrecto, inventario, movimiento, productos defectuosos o retrabajos; pero gracias al pensamiento Lean se proporciona un método para especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, llevar a cabo estas actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas cada vez de forma más eficaz.¹⁸ Es decir, este pensamiento lean proporciona una estrategia de generar más con menos esfuerzo humano, equipamiento, tiempo y espacio, ofreciendo a su vez más de lo que los clientes exactamente quieren o desean.

El valor se define como lo que el cliente, interno o externo, espera de este proceso. En todo proceso de producción hay pasos para dar como resultado un producto, dichos pasos se pueden evidenciar; algunos agregan valor, otros no agregan valor, pero son necesarios, y finalmente están los que no son necesarios.

Estos últimos, conocidos como desperdicios, son los que se buscan eliminar por medio de las herramientas de Lean Manufacturing, las cuales según Rajadell y Sánchez (2019) son: 5S, Heijunka, Kanban, SMED, TPM y Jidoka.

“Para lograr esto dentro de las empresas, se tendrán que usar algunas herramientas y pasos o metodologías, pero, sobre todo, deberá enfocarse en el cambio de actitud, no

solo de la gente en piso, sino en los gerentes, supervisores, etc., que son el pilar de todo este cambio” (Villaseñor y Galindo, 2009).

Los principios y herramientas de lean management se aplican en empresas de distintos países, de mayor o menor tamaño, ligadas o no al automóvil e incluso del sector servicios (Emiliani, 2000; Swank, 2003). En cada caso donde se ha implantado se ha obtenido un resultado fruto de la mezcla entre los fundamentos de lean management, la cultura nacional y el entorno específico de la empresa (Sayer, 1986). Dado que el concepto Lean es relativamente reciente, la literatura que hace referencia al mismo no tiene la extensión de otros campos, pero en la literatura se encuentran casos de éxitos basados en la adopción correcta y completa de la filosofía Lean (Karlsson y Ahlstrom, 1996), así como fracasos debidos, sobre todo, a una mentalidad poco propicia a la mentalidad lean y a la simple implantación mimética de un conjunto de herramientas (Fortuny-Santos, 2008).

Es decir, la forma en que se implantan los principios de la filosofía Lean Manufacturing, depende de la situación actual de la empresa, del contexto en que esta se encuentre, es una dinámica de mejora continua, se tiene una guía, unas herramientas y unos principios, pero esto no significa tener un modelo a seguir, no se maneja un único patrón de implantación, es saber aplicarlo dependiendo de las características de la organización, de las necesidades que está presente y de otros factores importantes, como lo es el liderazgo y el compromiso de las personas que laboran en la empresa.

En el contexto competitivo actual, el mercado cada vez exige precios y tiempos de entrega más bajos, sin que haya una disminución en la calidad del producto. Las organizaciones deben ahora buscar una mayor ganancia, no debida al aumento del precio de venta, sino a la reducción de costos, evitando un impacto en el cliente externo, pero sí generando unas utilidades más altas. Y en base a esto, el principio fundamental de la filosofía Lean, es la eliminación o reducción de procesos de producción que no agreguen valor al producto, y que no sean necesarios para asegurar la calidad del mismo.

Según Villaseñor y Galindo (2009) en Toyota es la gente la que lleva el sistema de producción a su propia vida, por medio del trabajo, la comunicación y la resolución de problemas en conjunto. La manera como Toyota realiza sus procesos exige el involucramiento de sus empleados, brindándoles las herramientas para que mejoren

continuamente su trabajo. Por lo tanto, conciben el Lean Manufacturing como una cultura, más que un conjunto de técnicas de eficiencia y de mejora

II.2 SMED (Single Minute Exchange of Die).

Se utiliza para minimizar los contratiempos que se generan en el cambio de un número de parte a otro en una máquina o serie de máquinas en el área de producción.

El sistema SMED fue concebido por Shingeo Shingo a lo largo de 19 años, y es el resultado de un estudio de aspectos teóricos y prácticos de la mejora de preparación de máquinas.

Para la aplicación de esta herramienta, se debe medir el tiempo empleado en el cambio de moldes o partes, entre la última pieza de producción y la primera pieza buena producida del siguiente número de partes, para tener una referencia y tenerlo como medible a reducir. Según Shingeo Shingo (1997), cualquier set-up puede ser realizado en menos de 10 minutos.

La metodología SMED, al igual que otras metodologías empresariales como la TOGAF, se compone de varios pasos clave, diseñados para reducir drásticamente el tiempo requerido para cambiar de una producción a otra en un entorno industrial.

Cada uno de estos pasos es esencial para lograr una mejora significativa en la eficiencia de la producción y la flexibilidad.

Identificación de actividades internas y externas: El primer paso implica una cuidadosa observación y análisis del proceso de cambio de producción. Se distinguen dos tipos de actividades; internas, que solo se pueden realizar con la máquina detenida; y externas, que pueden llevarse a cabo mientras la máquina sigue en funcionamiento. Este paso es fundamental para comprender cómo se está utilizando el tiempo durante el cambio de producción.

Conversión de actividades internas en externas: El objetivo principal aquí es minimizar las actividades internas, que son las que prolongan el tiempo de inactividad. Esto se logra buscando formas de realizar algunas tareas mientras la máquina sigue funcionando. Por ejemplo, preparar las herramientas y los materiales con anticipación puede reducir drásticamente el tiempo de cambio.

Estandarización de procedimientos: Una vez que se han identificado y convertido las actividades internas en externas, es importante establecer procedimientos estandarizados para realizar estas tareas de manera consistente y eficiente. Esto garantiza que todos los miembros del equipo estén en la misma página y sigan las mejores prácticas.

Uso de elementos de sujeción: En este paso, se utilizan métodos como pernos de sujeción rápida y dispositivos que facilitan la fijación de herramientas y utillajes. Esto reduce el tiempo necesario para asegurar y ajustar las piezas durante el cambio.

Mejora continua y entrenamiento: La implementación exitosa del SMED no termina con la reducción del tiempo de cambio inicial. La mejora continua es clave, y eso incluye el seguimiento constante del proceso para identificar oportunidades adicionales para acelerar los cambios de producción. Además, se brinda capacitación a los trabajadores para que puedan realizar los cambios de manera efectiva y segura.

Integración de todos los departamentos: En última instancia, el SMED requiere la colaboración y la comunicación entre todos los departamentos involucrados en el proceso de producción. La integración efectiva garantiza que todos estén alineados en la búsqueda de la eficiencia y la reducción de tiempos de cambio.

La metodología SMED se basa en la identificación de actividades, la conversión de internas en externas, la estandarización de procedimientos, el uso de elementos de sujeción, la mejora continua y la colaboración entre departamentos. Al seguir estos pasos, las empresas pueden lograr cambios de producción más rápidos y eficientes, lo que se traduce en ahorro de tiempo y recursos, mayor flexibilidad y una ventaja competitiva en la industria.

Objetivo del método SMED en la gestión industrial.

El objetivo central del método SMED (Single Minute Exchange of Die) en la gestión industrial es la reducción drástica del tiempo necesario para realizar cambios de producción. En esencia, busca minimizar el tiempo de inactividad entre la producción de lotes diferentes de productos. Este enfoque es esencial para mejorar la eficiencia y la flexibilidad en el entorno de fabricación.

Al implementar el SMED de manera efectiva, las organizaciones buscan varios resultados clave. En primer lugar, se busca reducir costos al disminuir el tiempo de inactividad, lo que permite un uso más eficiente de los recursos y una producción más rentable. Además, al acortar los tiempos de cambio, se aumenta la productividad, ya que más tiempo se destina a la producción efectiva.

La mejora en la calidad es otro objetivo importante. Al estandarizar los procedimientos de cambio, se minimizan las posibilidades de errores, lo que a su vez reduce los desperdicios y los productos defectuosos. Además, al poder adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes del mercado potencial, las empresas pueden satisfacer mejor las necesidades de los clientes y mantenerse competitivas.

El SMED tiene como objetivo principal.

La optimización de la gestión de cambios de producción para hacer que el proceso sea más rápido, económico y adaptable. Esto se traduce en una mejora significativa en la eficiencia y la rentabilidad en la gestión industrial, lo que beneficia tanto a las empresas como a sus clientes.

Aumentar la producción.

La implementación exitosa del SMED en la gestión industrial tiene un impacto significativo en la capacidad de aumentar la producción. Este método se centra en reducir drásticamente el tiempo necesario para cambiar de una producción a otra, lo que se traduce directamente en una mayor eficiencia en la utilización de los recursos y en la optimización de la producción.

Al reducir el tiempo de inactividad durante los cambios de producción, las empresas pueden aprovechar al máximo el tiempo de operación de sus máquinas y equipos. Esto significa que se pueden fabricar más productos en un período de tiempo dado, lo que aumenta la producción total. Además, al requerir menos tiempo para cambiar entre productos, las interrupciones en la línea de producción son menos frecuentes y más cortas, lo que contribuye aún más a la mejora de la productividad.

Ahorrar tiempo.

El ahorro de tiempo es uno de los beneficios clave que ofrece el método SMED en el ámbito industrial. Este enfoque se centra en reducir drásticamente el tiempo requerido para cambiar de una producción a otra, lo que se traduce en una serie de ventajas relacionadas con la eficiencia y la rentabilidad.

En primer lugar, al acortar el tiempo de cambio de producción, se maximiza el tiempo de operación efectiva de las máquinas y equipos. Esto significa que la producción puede continuar de manera constante, sin largos períodos de inactividad, lo que resulta en una utilización más eficiente de los recursos y una mayor productividad.

División del Trabajo.

La división del trabajo hace referencia al número de tareas distintas en que se distribuye el trabajo necesario para la producción de un bien o servicio, tareas que han de ser realizadas por distintos trabajadores especializados en cada una de ellas.

La división del trabajo tiene varias características que permiten aumentar la producción de la en general, al aprovechar todas las capacidades del trabajador y los recursos disponibles:

- Diferencia de capacidades: Cada persona posee características propias que le permiten ser mejor en algunas actividades que en otras. La división del trabajo permite que las personas se ocupen de aquella actividad en la cual son buenos y no pierdan tiempo y esfuerzo realizando también otras actividades que otras personas podrían hacer mejor.
- Aprendizaje por medio de la experiencia: En caso de existir dos personas con las mismas capacidades, el dedicar a una persona a realizar una actividad hace que ésta se vuelva especialista en llevarla a cabo, pues al ocuparse en una sola tarea le permite desarrollar destrezas y descubrir mejores técnicas que simplifiquen el trabajo, lo que no ocurre si la persona se ocupa también de otras actividades.
- Ahorro de tiempo: Cuando el trabajador está dedicado permanentemente a una sola tarea evita la pérdida de tiempo por el paso de un trabajo a otro. La división del trabajo se hace cada vez más indispensable dado que las economías modernas se enfocan cada vez más en el aumento de la producción a través de la eficiencia y para lograr esto, se debe lograr la especialización de las actividades.

Sin embargo, llevar una división del trabajo al exceso también puede resultar perjudicial, ya que el hecho de que una persona realice una sola tarea en su trabajo puede hacer que éste se convierta en algo monótono y aburrido y pierda sentido, además la especialización excesiva no permite el desarrollo de la persona. Debido a esta situación actualmente muchas empresas están promoviendo programas de rotación periódica de labores, mayor flexibilidad y participación de los trabajadores en sus actividades.

- La interdependencia es otro de los factores que se deben analizar, ya que el hecho de especializar un trabajador en una actividad específica hace que para lograr el resultado final completo, se deba contar con el trabajo de otros trabajadores para que estos hagan la parte que les corresponde, si por alguna razón fallan o no completan su tarea, el trabajo de los demás también se ve perjudicado, por lo tanto, ninguno de ellos tendría un verdadero control sobre su actividad.

II.3 OEE (Overall Equipment Efficiency o Eficiencia General de los Equipos)

Es una razón porcentual que permite medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. La ventaja de este métrico respecto a otras razones es que logra medir, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible conocer si lo que resta para alcanzar el 100% se debe a falta de disponibilidad (las máquinas estuvieron paradas cierto tiempo), eficiencia (las máquinas estuvieron funcionando a menos de su capacidad total o nominal) o calidad (se produjeron unidades defectuosas).

El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. El indicador OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones. Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual. Finalmente, esta métrica es necesaria para complementar los

requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000.

El OEE considera 6 grandes pérdidas:

1. Paradas/Averías.
2. Configuración y Ajustes.
3. Pequeñas Paradas.
4. Reducción de velocidad.
5. Rechazos por Puesta en Marcha.
6. Rechazos de Producción.

Las dos primeras, Paradas/Averías y Ajustes, afectan a la Disponibilidad. Las dos siguientes, Pequeñas Paradas y Reducción de velocidad, afectan al Rendimiento y las dos últimas, Rechazos por puesta en marcha y Rechazos de producción afectan a la Calidad.

Cálculo del OEE.

El OEE resulta de multiplicar tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la Calidad.

$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$

Disponibilidad Es un valor entre 0 y 1 que suele ser expresado porcentualmente. Incluye:

- Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas.

Es el resultado de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo o **Tiempo de Operación**: TO por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo o **Tiempo Planificado de Producción**: TPO es el tiempo de producción total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por paradas planificadas, es decir, mantenimientos programados, espacios para las comidas, días festivos, entre otras.

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

TPO= Tiempo Total de trabajo - Tiempo de Paradas Planificadas

$$\text{TO} = \text{TPO} - \text{Paradas y/o Averías}$$

II.4 Rendimiento.

Esta razón porcentual incluye:

- Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas.
- Pérdidas de velocidad por reducción de velocidad. El Rendimiento es el resultado de dividir la cantidad de piezas realmente producidas entre la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina. Siendo:

Capacidad Nominal (Machine Capacity, Nameplate Capacity, Ideal Run Rate, Theoretical Rate): Es la capacidad de la máquina o línea declarada en la especificación (DIN 8743). Se denomina también Velocidad Máxima u Óptima equivalente a Rendimiento Ideal (Máximo / Óptimo) de la máquina o línea. Se mide en Número de Unidades / Hora, en lugar de utilizar la Capacidad Nominal se puede utilizar el Tiempo de Ciclo Ideal.

Tiempo de Ciclo Ideal (Ideal Cycle Time, Theoretical Cycle Time): Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

$$\text{Tiempo de Ciclo Ideal} = 1 / \text{Capacidad Nominal}$$

La Capacidad Nominal o tiempo de Ciclo Ideal, es lo primero que debe ser establecido y generalmente es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las condiciones en que se opera la máquina o línea. La capacidad nominal debe ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación).

Esta razón tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad (breakdowns). Se mide en tanto por uno o tanto por ciento del ciclo real o capacidad real con respecto a la ideal.

Rendimiento = Tiempo de Ciclo Ideal / (Tiempo de Operación / N° Total Unidades)

ó

Rendimiento = N° Total Unidades / (Tiempo de Operación x Velocidad Máxima)

El Rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

II.5 Calidad.

Esta razón incluye:

- Pérdidas por Calidad.

Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos debe ser estimado y sumado al tiempo de Paradas (Downtime), ya que durante ese tiempo no se fabrican productos conformes.

Por tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas de Calidad = Número de unidades mal fabricadas.
- Pérdidas de Tiempo Productivo = Tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Y adicionalmente, en función de si las unidades son o no válidas para ser reprocesadas, incluyen:

- Tiempo de reprocesado.
- Coste de tirar, reciclar, etc. las unidades defectuosas. Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de unidades Conformes Calidad (Q)} = \text{N}^{\circ} \text{ de unidades Conformes} / \text{N}^{\circ} \text{ unidades Totales}$$

En ocasiones, las unidades fabricadas No Conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades Conformes. La OEE sólo considera como Buenas las que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por tanto, las unidades que posteriormente son reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas.

Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas retrabajadas o desechadas.

La Calidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.²⁷

III. DESARROLLO.

III.1 Método de intervención del proyecto.

El desarrollo metodológico del problema de investigación se dará con base a la unidad de análisis, los tiempos no productivos.

Para identificar los tiempos no productivos presentados en el cambio de bobina en la rebobinadora de papel higiénico en la planta papelera se iniciará con el método de observación, ya que este permite percibir deliberadamente los rasgos que caracterizan el proceso que se desea estudiar y de esta manera diagnosticar las actividades que generan tiempos no productivos que pueden ser eliminadas o disminuidas, además contando con la ayuda del personal vinculado al sistema de producción para conocer los problemas presentados y participando en el mismo.

El método de análisis se utilizará en el momento de proponer alternativas de solución para eliminar o minimizar las actividades que generan tiempos no productivos como también para evaluar económicamente dichas opciones, este método permite a partir de la identificación de cada una de las actividades en el proceso de cambio de bobina, establecer una relación de causa-efecto entre los elementos que lo componen, lo que permite identificar la causa del problema y visualizar las alternativas de mejora, a continuación se describe el procedimiento y la descripción de las actividades desarrolladas:

III.2 Procedimiento y descripción de las actividades realizada.

En base a la metodología de SMED el primer paso es:

Identificación de actividades internas y externas: El primer paso implica una cuidadosa observación y análisis del proceso de cambio de producción. Se distinguen dos tipos de actividades; internas, que solo se pueden realizar con la máquina detenida; y externas, que pueden llevarse a cabo mientras la máquina sigue en funcionamiento. Este paso es fundamental para comprender cómo se está utilizando el tiempo durante el cambio de producción.

En el cual identificamos cuales son las actividades que realiza cada departamento y quién es el personal que interviene en los cambios

CAMBIOS DE MODELO DE DIFERENTE PROYECTO CON TIEMPO OBJETIVO DE 70 MINUTOS COMO MÁXIMO

Cambio de modelo referencias F5006 a F5007

	Actividad	Minutos	¿Por qué?
Producción	Vaciado de proceso	23	Se atora bobina en un rollo
	Retirar Scrap	15	Había demasiado y caía a la prensa
	Montaje y colocación de bobina	16	Falta de adiestramiento
	Avance de bobina en proceso	12	
	Almuerzo	40	
	Volteo de bobina	15	Voltear bobina
			121
Mantenimiento	Ajustes	23	
	Ajustes de sensor	3	
		26	
Lógica	Retirar y colocar Rafts	85	Abastecía otras líneas *Cambio de troquel *Colocar Raft
	Colocar placa en strainer	5	
		90	
Calidad	Inspecciones de piezas	10	
Matrickería	Cambio de cuchillas	34	Después de cambio de Op20
	Ajustes de rafts por holgura	25	No había personal
	Ajuste de laines en encoder	9	Se daña cople de hidráulica
		59	
	Movimientos innecesarios	7	Falta de herramienta
	Tiempo de cambio de modelo	254	

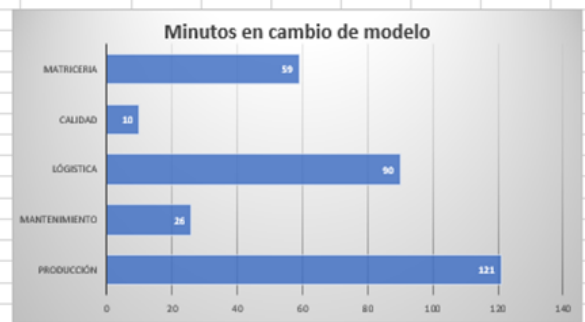


Gráfico III.1 Análisis de cambio de modelo
Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se realiza un análisis de un cambio de modelo donde se obtiene un tiempo muy elevado y por fuera de objetivo, donde hubo un escenario no satisfactorio y con varias áreas de oportunidad.

Como histórico de los cambios de modelo se identifica que los departamentos de producción y logística interactúan en el cambio, producción realiza la mayor parte de operaciones en estos cambios de modelo, por lo que los tiempos son prolongados, ya que solo son 2 personas las que están en las actividades, además de que no hay un orden y estándar para poder realizarlo.

Al no tener un orden de las actividades y los tiempos en los que se tiene que realizar dichas actividades, la personas por inercia las realizan en conjunto de logística para poder estar al par del proceso. Esto perjudica en los tiempos porque no se están realizando actividades simultáneas y con un orden específicamente.

Factores que impactaron durante el cambio son:

1. No se anticipan actividades que se podían hacer antes de realizar el cambio para así al momento de intervenir tuvieran todo al alcance.
2. Montacargas abastece líneas de producción mientras se realiza el cambio
3. Orden en la colocación de rafts
4. Orden en actividades de producción
5. No se monta bobina en mandrilo para procesar
6. Logística se retira mientras que el troquel de Op10 está desamarrado y listo para ser cambiado
7. El almacén de la referencia a cambiar se encuentra a una distancia lejana
8. Había algunos rafts que se encontraban en el almacén de matricería donde se les estaba dando mantenimiento y otros aún no estaban preparados
9. El vaciado de la línea se prolongó porque se atoró una pieza en los rafts
10. Falta de adiestramiento en personal

Por parte de matricería los puntos de mejora y cosas que impactaron en los tiempos:

1. Llegar tarde al cambio de modelo
2. Falta de herramienta al momento del cambio
3. Movimientos innecesarios para ir por herramienta

En cuestión al cambio los aspectos de mejora en el departamento de logística son:

1. Orden en las operaciones
2. Tener abastecidas las líneas de producción antes del cambio

3. Colocar los rakts de producto terminado en almacén

Atacando estos puntos los cambios futuros podrían reducirse en un considerable tiempo.

Tabla III.1 Cambio de modelo de referencias F5005 a F5008 (2023)

Departamento	Actividad	Tiempo (minutos)
Producción	Vaciado de linea	4
DANIEL	Retirar Scrap	6
VICTOR NAJERA	Destrampar troquel	3
	Montaje de bobina	2
	Ingreso de bobina a proceso	6
	Fibra óptica	4
	25	
Lógica	Colocación de rafts	54
	Colocación de placa	3
	57	
Matrickería	Cambio de cuchillas	19
VICTOR DELGADO	op20	
	Cambio de juliano	5
	24	106

Como segundo escenario obtenemos un tiempo de mejora reduciendo el anterior de diferencia de 254 minutos a 106 minutos, pero aun cerrando fuera del objetivo planeado

En esta ocasión el tiempo que impactó en el cambio de modelo fue el que realizó logística con un tiempo de 57 minutos para las actividades: retirar y colocar troquel Op10, colocación de rafts.

Esto debido a que el almacén se encuentra a una distancia lejana y tenían que estar haciendo movimientos largos para colocar y retirar los rafts.

De parte de matrickería se realiza la actividad de manera efectiva, pero se llega tarde (20 minutos después de empezar el cambio de modelo)

En el departamento de producción el tiempo en el que se realizan las actividades es de 25 minutos, con áreas de mejora.

En esta ocasión se realizan actividades simultáneas, aprovechando el personal que se tiene.

Tabla III.2 *Cambio de modelo 5006-5008 (2023)*

Departamento	Actividad	Tiempo(min)	¿Por qué?
Producción	Desentrampar troquel	5	
	Ajustes en rafts	2	
	Prepara Strainer	4	
	Coloca Strainer	8	Es complicado el proceso se tiene que hacer con seguridad
		19	
Lógica	Retirar y colocar troquel Op10	5	
	Colocar Rafts	19	
	Coloca Strainer	8	Es complicado el proceso se tiene que hacer con seguridad
		32	
Matricería	Cambio de navajas Op20	32	Cambio de turno lo realiza otro matricero
	Total	83	

Una vez impactando sobre las áreas de mejora que se identificaron en los anteriores cambios de modelo se reduce el tiempo y se acerca más al objetivo planeado, por lo que en esta ocasión las observaciones fueron las siguientes:

1. Colocar guías de agarre para uñas de montacargas en Strainer
2. Orden en colocación de los rafts
3. Anticipar operaciones antes del cambio (montaje de bobina)
4. Estar puntuales durante el cambio de modelo

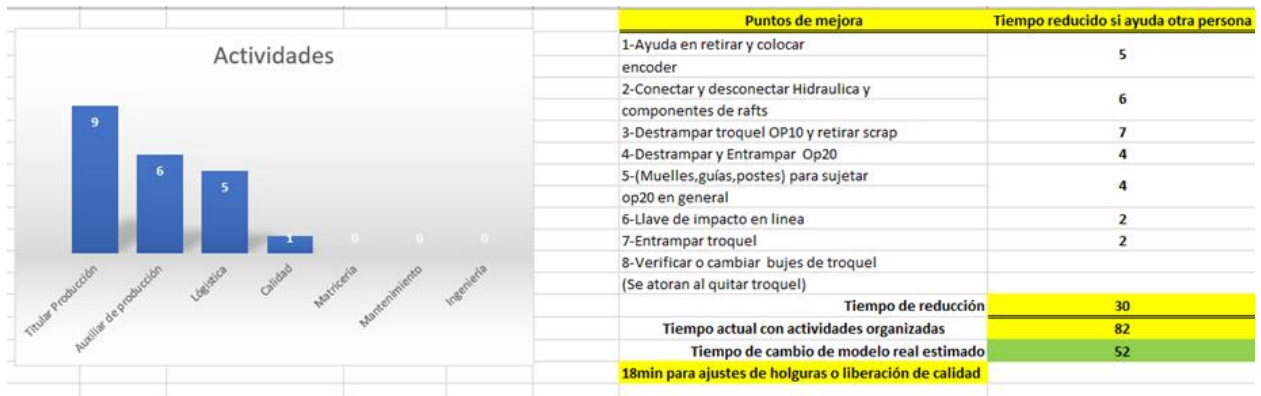


Gráfico III.2 *Análisis de cambio de modelo*

Fuente: *Elaboración propia, (2023)*

En base a los tiempos y las actividades que se realizan se detecta que se necesita ayuda para realizar las actividades que se plantean en la Gráfico III.2. Atacando esas actividades podríamos reducir el cambio de modelo hasta 52 minutos donde obtendremos un margen de 18 minutos para realizar la liberación de la pieza y los ajustes que se requieran por parte de matrickería.

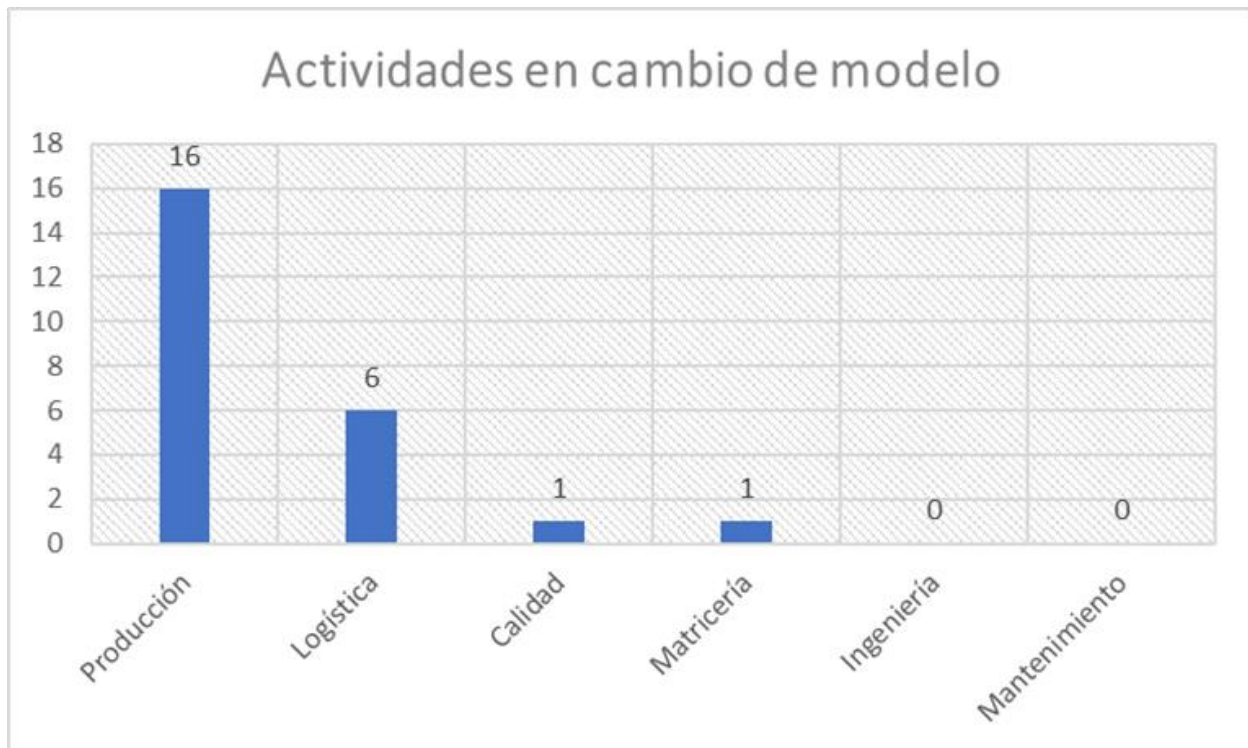


Gráfico III.3 *Análisis de actividades en cambio de modelo*

Fuente: *Elaboración propia, (2023)*

Después de haber analizado 3 cambio de modelo distintos confirmamos que el equipo de producción es el que realiza la mayoría de las actividades y con el personal que se tiene no se dan abasto para realizar un cambio de manera efectiva y en menor tiempo.

Una vez que se tienen identificadas las causas raíces y los tops que se tienen en un cambio de modelo se aplica Lean Manufacturing con la teoría de SMED (cambio de herramental) como proyecto de intervención y área de mejora

1. **Orden y balanceo de actividades:** Como primer paso se identifica que no hay un para los cambios de modelo, como se puede identificar en la gráfica 2.0 donde producción realiza la mayor parte de las actividades y solo siendo 2 personas (Titular y Auxiliar) en el proceso no se dan abasto.
2. **Preparar herramental:** Los departamentos que interactúan en los cambios no anticipan sus responsabilidades y no se tiene preparado el herramental.

3. **Mala Organización:** Al no tener un orden en las actividades no se pueden establecer pasos para los cambios de modelo y producción tiene que esperar a que los demás departamentos le proveen.
4. **Puntualidad:** No hay puntualidad en los cambios, hasta el momento en que se termina el programa se da aviso que terminó la producción y se tiene que realizar el cambio, por lo que los demás departamentos están realizando actividades en otros procesos y tienden a terminarlas para después o en cuanto pueden lleguen atender.

Para realizar un cambio de modelo efectivo tenemos que:

1. Identificar las actividades para separar las internas de las externas
2. Convertir actividades externas a internas
3. Organizar las actividades externas
4. Reducir los tiempos de las actividades

Actualmente en el paso en el que se encuentra el proyecto es en la fase 3, donde se están organizando las actividades externas y anticipando las que se puedan realizar antes del cambio.

Además de organizar actividades internas dando un orden para que tanto el titular como el auxiliar de producción estén interactuando en el cambio en diferentes operaciones y determinar qué actividades están incrementando los tiempos y cuales ocupan de apoyo.

Se realiza propuesta de balance de actividades correspondientes al cambio de modelo para que se tenga un mejor tiempo.

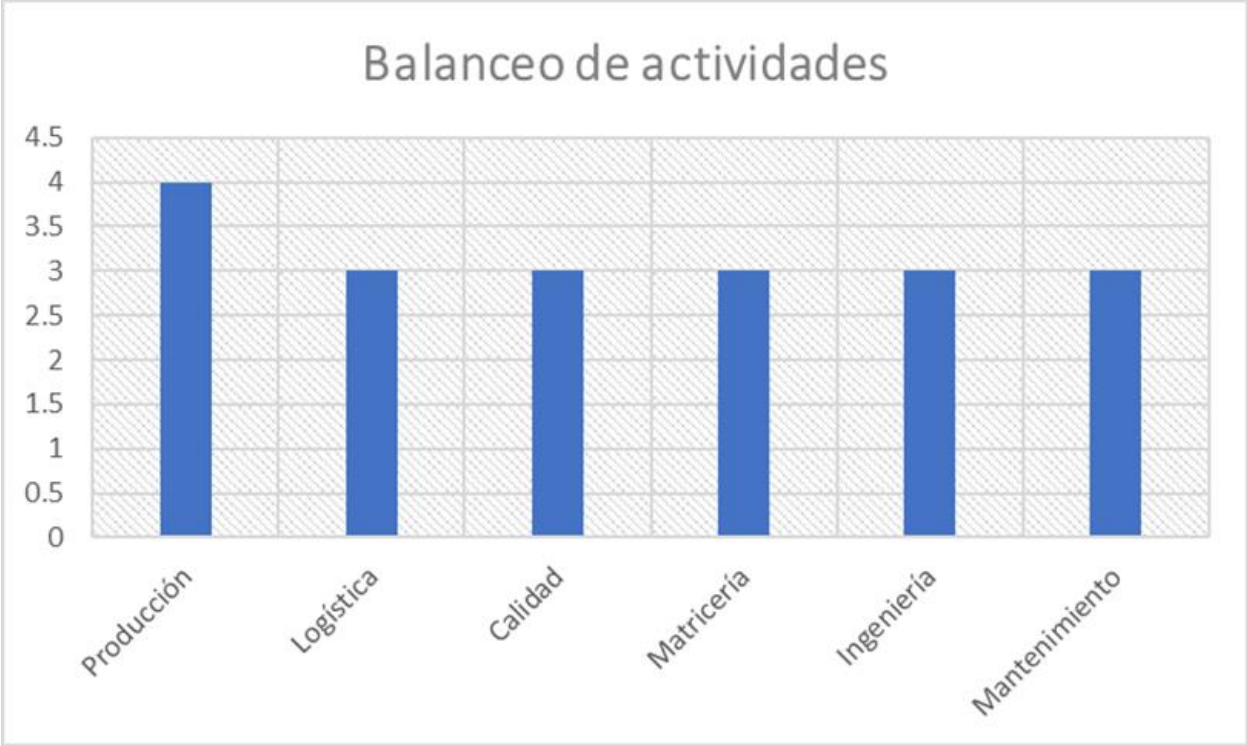


Gráfico III.4 **Balance de actividades**

Fuente: Elaboración propia, (2023)

IV RESULTADOS.

Resultados

Tomando en cuenta el Objetivo General empresa Gestamp Aguascalientes en el proceso de Roll Forming, el último mes se han obtenido los siguientes resultados:

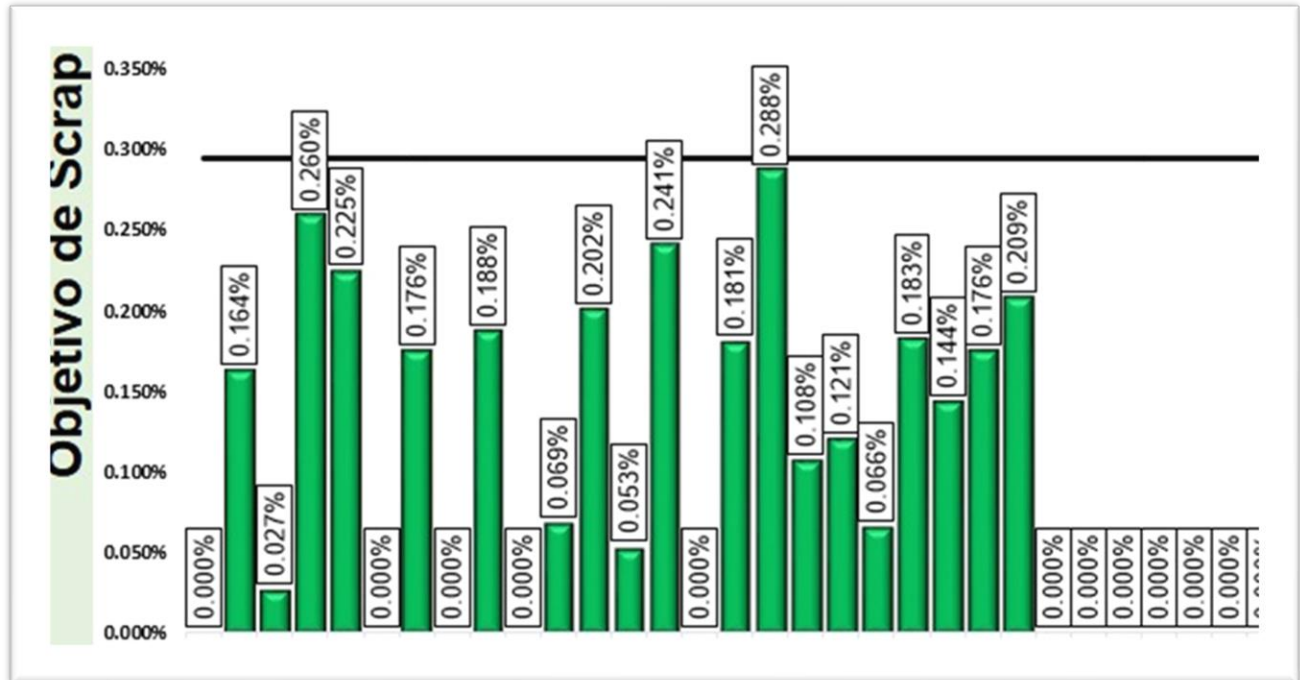


Gráfico IV.1 *Comportamiento de Scrap Mes de octubre 2023*

Fuente: *Elaboración propia, (2023)*

Uno de los objetivos que tiene la línea de Gestamp Aguascalientes es mantener el porcentaje de scrap por debajo de 0.29% sobre las ventas, por lo que aplicando SMED y metodologías de lean manufacturing se ha estado manteniendo sobre ese rango al realizar cambios de modelo más rápidos, garantizando la materia prima, teniendo un análisis de la variación y estabilidad del proceso, reducir el porcentaje correspondiente a la meta buscada.

Uno de los objetivos específicos que es:

Reducir de un 30% a un 60 % el tiempo actual (150 min a 70 min) de cambio de bobinas.

RESULTADOS DE APLICACIONES DE SMED

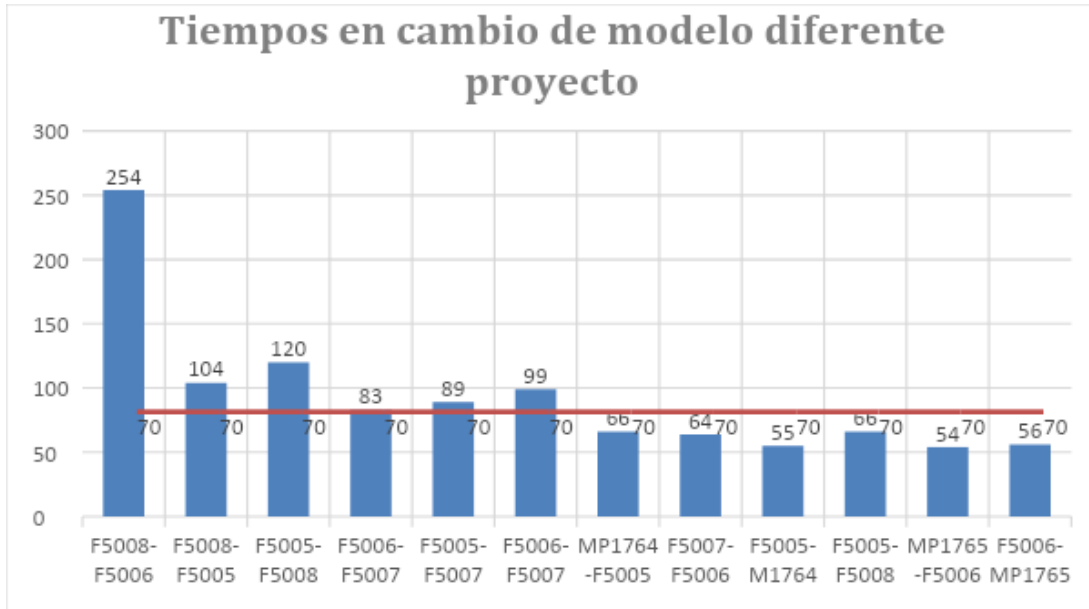


Gráfico IV.2 *Tiempos en cambios de modelo a diferente proyecto*

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Una vez aplicada la metodología SMED, balanceando actividades, asignando roles y actividades a cada departamento se tiene un gran cambio respecto a los tiempos

Cambio de modelo F5007 a F5006

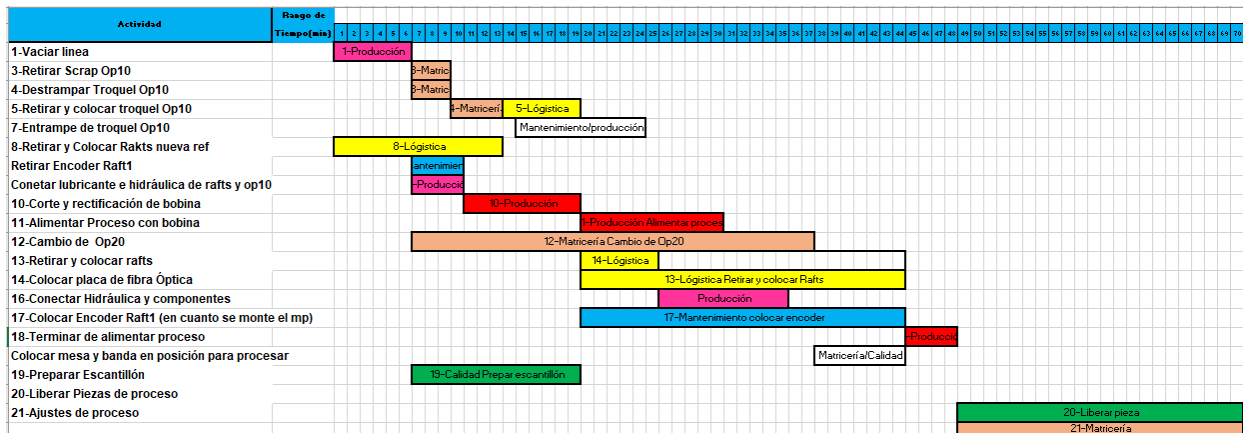


Gráfico IV.2 *Cambios de modelo F5007 a F5006*

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Una vez realizado el balance de actividades se realiza un diagrama de Gantt donde se distribuyen las actividades de manera que sean simultáneas y las personas que

interactúan en los cambios puedan realizar sus actividades en un lapso que se pueda aprovechar.

Con esta propuesta se pretende obtener un tiempo de operaciones de 52 minutos, donde se tenga como rango 18 minutos para realizar la liberaciones o ajustes de la primera pieza que se realice.

Primera aplicación de SMED en cambio F5007 a F5006

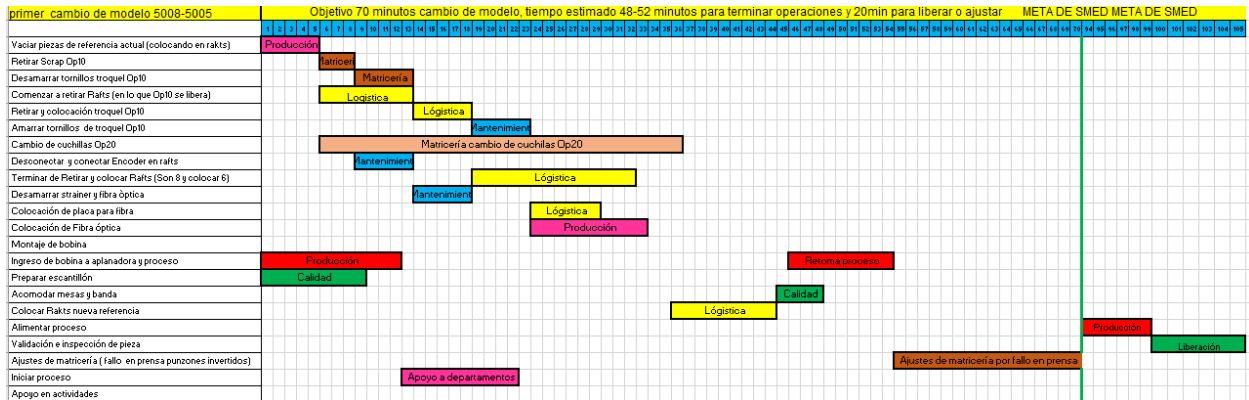


Gráfico IV.3 Primera aplicación del SMED en cambios de modelo F5007 a F5006

Fuente: Elaboración propia, (2023)

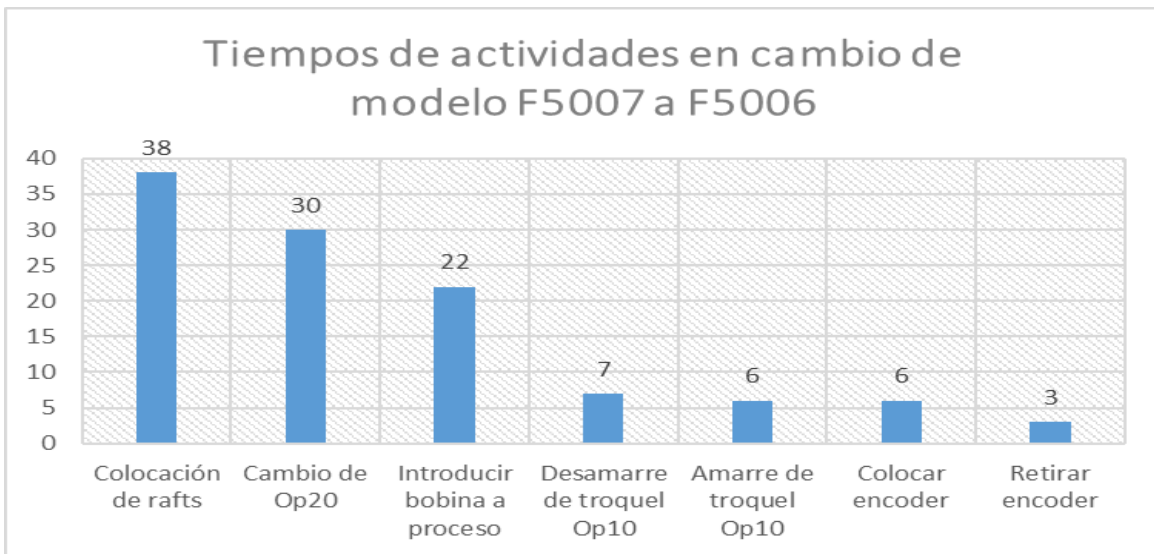


Gráfico IV.4 Tiempo de actividades en cambio de modelo F5007 a F5006

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Actividades que se anticiparon antes de cambio de modelo fueron:

1. Acercar Rafts a la línea de producción para al momento del cambio se encuentren a una distancia cercana y se pueda manipular fácilmente
2. Montaje de bobina a mandrilo

En la primera aplicación de SMED con la propuesta realizada obtenemos un tiempo de operaciones de 54 minutos, entrando dentro de objetivo, pero excediendo 2 minutos sobre la propuesta planteada, con puntos de mejora los cuales son:

1. Ajustes de tornillería para agilizar el desamarre
2. Entrampar los pines de la base de los rafts
3. Herramental para el equipo
4. Barra para ingresar la bobina a la prensa (se requiere para mover la bobina)
5. Reparar las guías de la prensa para evitar atoramiento de tornillos

Realizando los ajustes en estas actividades el tiempo en el que se realiza el cambio se pudo reducir, por lo que se da a conocer los Issues a los departamentos correspondientes para que realicen sus actividades de mejora.

El tiempo se excedió hasta 105 minutos, ya que el troquel de la Op10 se encontraba con los punzones invertidos y al momento de realizar el punzonado solo se dobla la bobina, por lo que interfiere la matricería para realizar las modificaciones pertinentes.

Cambio de modelo MP1764 a F5005

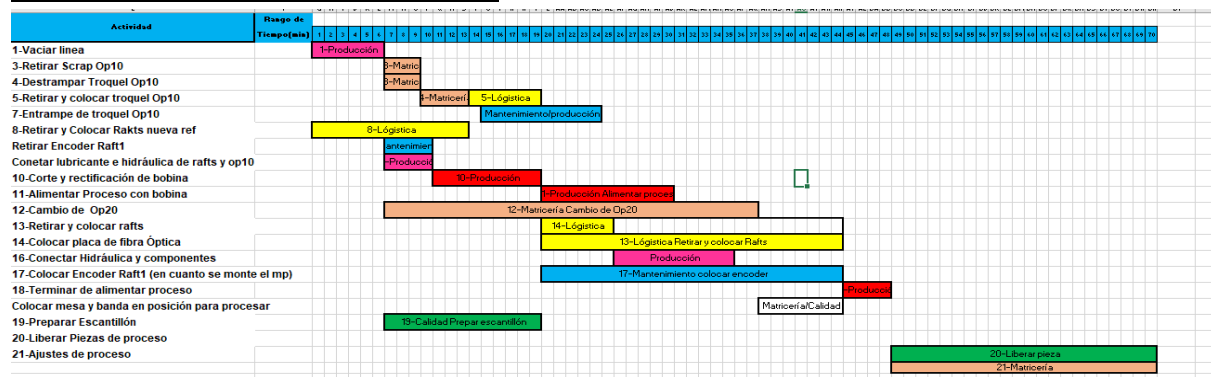


Gráfico IV.5 *Tiempo de actividades en cambio de modelo MP1764 a F5005*

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Se planea que el cambio de modelo se realice en un tiempo de 48 minutos, teniendo como rango para ajustar, liberar y procesar la primera pieza de la línea de producción.

Resumen de cambio de modelo MP1764 a F5005

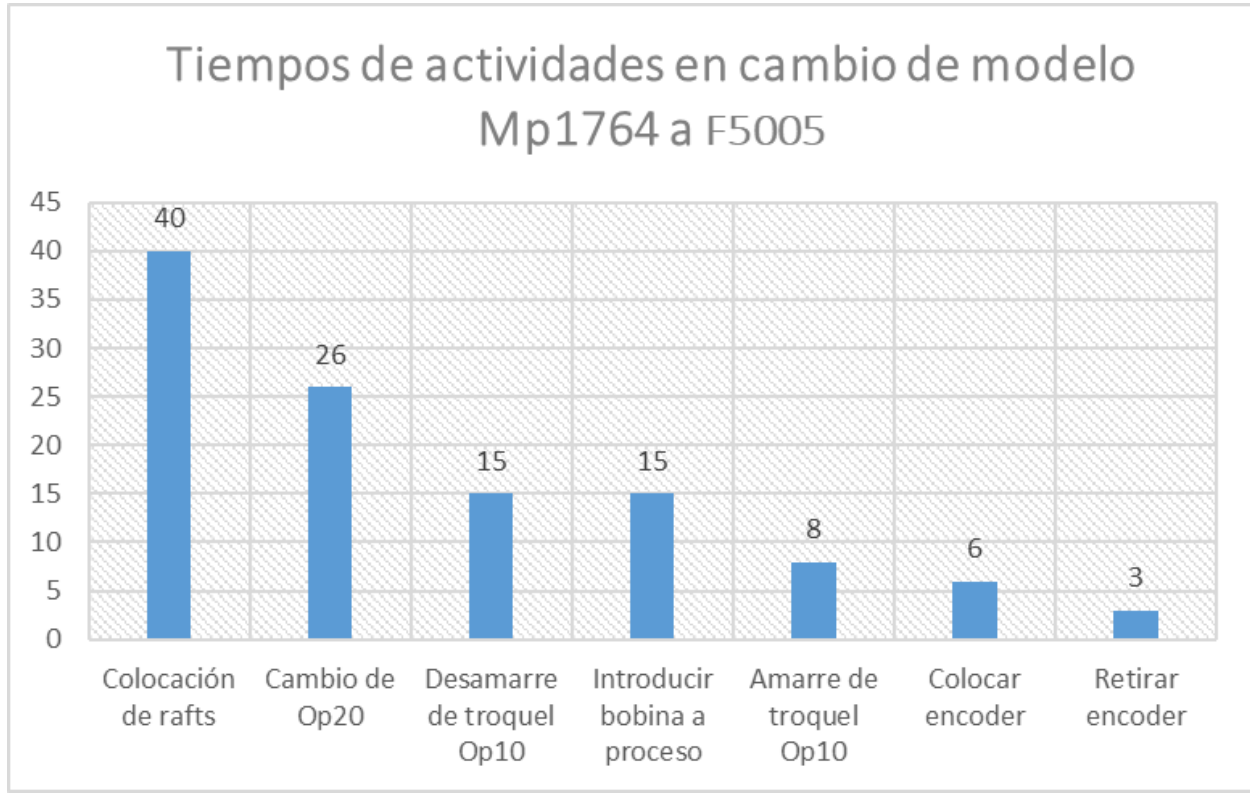


Gráfico IV.6 *Resumen de cambio de modelo MP1764 a F5005*

Fuente: Elaboración propia, (2023)

Actividades que se anticiparon antes de cambio de modelo fueron:

1. Acercar Rafts a la línea de producción para al momento del cambio se encuentren a una distancia cercana y se pueda manipular fácilmente
2. Montaje de bobina a mandrilo

Aplicando el SMED sobre los cambios de modelo como segundo escenario se tiene un tiempo de finalización de actividades de 46 minutos, donde en base a la planeación se cumple dentro de objetivo, teniendo 24 minutos para procesar la primera pieza, liberarla por parte de calidad y realizar ajustes por parte de matricería si es necesario.

El cambio de modelo se realizó cerrando dentro de objetivo con un tiempo 42 minutos en las actividades realizadas, teniendo como rango 28 minutos para procesar la primera pieza liberarla y realizar los ajustes pertinentes.

Por parte del departamento de producción hubo demoras en las actividades que se les asignaron por lo que se prolongaron 13 minutos más al no tener preparado el escantillón y las herramientas necesarias para liberar la pieza. Aun así, el tiempo en el que se realiza el cambio es de 55 minutos cerrando por primera vez dentro de objetivo y teniendo 15 minutos como sobra.

Cambio Referencia F5005-Mp1764 Actividades anticipadas:

1. -Montaje de bobina a mandrilo para referencia que va a correr -Espacio temporal para el almacenaje de rafts y de troquel de Op10
2. Cierre de pasillo durante el cambio para evitar que otros montacargas transiten e interfieran en los movimientos.

Hubo buena participación y colaboración por parte de los departamentos involucrados realizando de manera correcta y en un buen tiempo las actividades que les corresponden. Se realizan las siguientes observaciones:

1. Cadena para grúa de Op20--- Se necesita una cadena para tener mayor seguridad al momento de bajar la Cuchilla de corte (Op20), ya que su peso radica entre los 500kg. Actualmente el montacargas de la línea se encarga de darle apoyo al equipo para bajar la Operación y que puedan realizar sus actividades, pero con esto generamos tiempos muertos porque logística tiene sus actividades.
2. Atoramiento en mesa de foso #2-- Se necesita darle mantenimiento a la mesa de foso #2, al momento de querer bajar la mesa para ingresar la bobina al foso de entrapa y se tiene que ingresar al área para destramparla.
3. Calidad no preparó ni estuvo al momento del cambio de modelo-

Con un buen tiempo realizado en las operaciones para el cambio de modelo con 42 minutos estamos cerrando de manera efectiva. En esta ocasión no estaba en el proceso de cambio de modelo, y se prolongó 10 minutos para llegar a la línea y 7min más en los cuales regresó por su herramienta para liberar.

RESULTADOS DE CAMBIOS DE BOBINA DESPUÉS DE ESTABLECER ESTÁNDARES

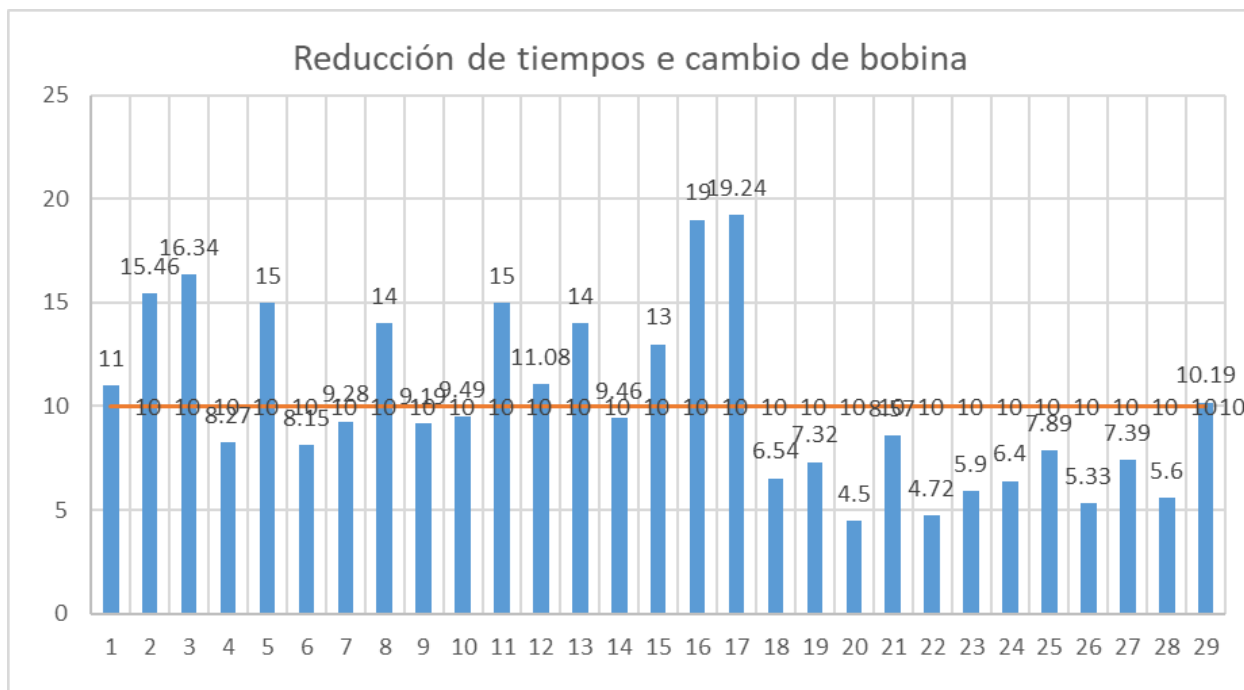


Gráfico IV.8 *Resultados de cambios de bobina después del establecimiento de estándares.*

Fuente: Elaboración propia, (2023)

En la gráfica IV.8 se muestra el comportamiento de los últimos cambios de bobina, los cuales se encuentran por debajo del tiempo máximo y está dentro de la meta como cambios. Había variables que impactan en el proceso y esto generaba un aumento en los tiempos de cambio, los cuales son:

1. Falta de guías para la zona de corte
2. Falta de Mototool para desbastar la soldadura
3. Pinzas de corte para el faltante de corte de bobina
4. Capacitación al personal
5. Anticipación de montaje de bobina

Una vez que se resolvieron las áreas de oportunidad en los cambios de bobina fueron reduciendo tiempos.

Falta de guías en cortadora: La cortadora al no tener guías para rectificación del corte provocaba que fuera uniforme y al realizar la unión por soldadura hic hubiera espacio entre la punta y la cola de la soldadura.

En esta área de oportunidad el departamento de ingeniería alineó la cortadora e implementó topes de referencia para que al momento de realizarlo se lograra con una mayor uniformidad. Esto redujo un tiempo de 2 a 3:30 minutos el tiempo en el cambio de bobina

El herramental es importante para los procesos y el tener lo que se necesita para el proceso es fundamental, en este aspecto faltaba un mototool para realizar el desbaste de soldadura y que al ingresar a la línea no se atore en la prensa o en los rafts, por lo que con esta acción se redujo un tiempo de 1 minuto.

La anticipación de montaje de bobina: Es una actividad externa al proceso y que se puede realizar sin parar el equipo era uno de los factores que impactaban el tiempo. Por lo que se establece que una vez que se hace el cambio de bobina, se aproveche la oportunidad para montar un repuesto y en el siguiente cambio no se pierda tiempo en ese aspecto. Con estas acciones el tiempo reducido en un cambio de bobina se redujo entre 2 y 4 minutos respectivamente.

Se establecieron estándares para realizar el cambio de la manera más efectiva (se actualiza HOE de cambio de bobinas)

0000 TL40 PR000

Estado de puesto

Puesto: GMXROL1 Roll Forming
Modo Especial: SMPP1200 CAMBIO DE BOBINA
Estado: PL09 PL09 - Cambio de bobina - PARO
Descrip. estado: PL09 - Cambio de bobina - PARO
Inicio: 07/10/2023 20:44:10
Fin: 07/10/2023 20:54:29
Duración: 00:10:19
Turno: B50 TURNO VESPERTINO

Estado de puesto

Puesto: GMXROL1 Roll Forming
Modo Especial: SMPP1200 CAMBIO DE BOBINA
Estado: PL09 PL09 - Cambio de bobina - PARO
Descrip. estado: PL09 - Cambio de bobina - PARO
Inicio: 09/10/2023 10:50:21
Fin: 09/10/2023 10:58:38
Duración: 00:08:17
Turno: A50 TURNO MATUTINO LABORABLE
Desc. Turno: TURNO MATUTINO LABORABLE
Golpes marcaje: 0
Golpes turno: 1083
Nota:
Subconjunto:

Figura IV.1 *Identificación de la HOE*
Fuente: Gestamp, (2023)

Se adjuntan evidencias del programa controlador de tiempos de la empresa (Captor) donde se confirman los tiempos en los cambios de modelo.

ESTANDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES EN DIFERENTES PROYECTOS

Tabla IV.1 *Estándar de Actividades en los diferentes proyectos*


Cambio de modelo referencia F5005/6 a F5007/8 en línea de Roll Forming					
Gestamp		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de referencias F5005/6 a F5007/8					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo (min)	Comentarios	
Producción	-	Vaciar Referencia Actual (vaciar línea)	8		
Producción	-	Montaje de bobina a mandrilo	4	Anticipar los montajes antes de cada cambio	
Producción	-	Corte y unión de bobina a procesar	5	Realizar el corte uniforme para unir de mejor manera	
Producción	Todas las operaciones en el cambio se finalicen	Alimentación de línea con bobina	8	Verificar que el proceso	
Producción	Colocación de troquel Op10 por parte de logística	Amarrar troquel Op10	7	Verificar que los tornillos estén en buen estado	
Producción	Rafts preparados para referencia a correr	Conectar lubricante en rafts y Op10	1	Colocar mangueras de lubricante en Op10 y rafts	
Producción	Vaciado de línea	Retirar bandas de rollos	3	Retirar las mesas para colocarlos rafts de nueva referencia	
Producción	Alimentación de bobina a prensa	Colocar Gondola de Scrap	3		

Cambio de modelo referencia F5005/6 a F5007/8 en línea de Roll Forming					
Gestamp		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de referencias F5005/6 a F5007/8					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Logística	Vaciado de línea	Retirar Rafts	25	Retirar Rafts en los cuales no esté el encoder	
Logística	Desamarrar tornillos de troquel Op10	Retirar troquel Op10	4	Verificar que no se golpee con la prensa al retirarlo	
Logística	Retirar troquel Op10	Colocar troquel Op10	4	Detener troquel al ingresarlo a prensa para que se amarre	
Logística	----	Preparar bobinas de referencia	4	Anticipar las bobinas antes de cada cambio	
Logística	----	Colocar Strainer	2	Sujetarlo con guías amarillas establecidas	
Logística	Strainer esté retirado	Retirar placa de fibra óptica	3	Dezirlarlo con ayuda de producción	
Logística	Etiquetado de rakts	Retirar y colocar rakts nueva referencia	4	Verificar que la etiqueta sea la correcta	

Cambio de modelo referencia F5005/6 a F5007/8 en línea de Roll Forming					
Gestamp		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de referencias F5005/6 a F5007/8					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Matrickeria	Vaciado de referencia anterior	Retirar Scrap de Op10	3	Retirar gondola de scrap y limpiar prensa de Op10	
Matrickeria	Vaciado de referencia anterior limpieza de OP10	Desamarrar tornillos de Op10	7	Retirarlos de la prensa para que logística retire troquel	
Matrickeria	Vaciado de referencia anterior	Cambio de cuchillas de Op20	25	Ayuda por parte del auxiliar esperando a que termine de desamarrar tornillos Op10	

Cambio de modelo referencia F5005/6 a F5007/8 en línea de Roll Forming					
Gestamp		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de referencias F5005/6 a F5007/8					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Mantenimiento	Esperar el vaciado de línea	Retirar encoder de raft 3	3	Guardar tornillos de encoder y levantar mangueras de lubricantes	
Mantenimiento	Esperar a que el raft nueva referencia esté montado	Colocar encoder en raft 1	3	El encoder cambian de posición en la placa con los barrenos dependiendo de la ref	
Mantenimiento	Esperar a que se vacié la línea	Desamarrar tornillos de fibra óptica	3	Guardar tornillos de fibra óptica	
Mantenimiento	Esperar a que se vacié la línea	Desamarrar tornillos de Strainer	3	Guardar tornillos	
Mantenimiento	Esperar a que logística coloque el troquel y lo alinee	Amarrar tornillos de Troquel Op10	7	Ayudar a producción con amarre de tornillos	
Mantenimiento	Esperar a que logística lo coloque y lo alinee	Amarrar tornillos de Strainer	5	Ayudar a producción con amarre de tornillos	

Cambio de modelo referencia F5005/6 a F5007/8 en línea de Roll Forming


	Tarjetas SMED Cambios de modelo	Fecha	28 de septiembre de 2023	
		Versión	1	
		Código	XXXX	
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de referencias F5005/6 a F5007/8				
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Comentarios	
Calidad	Vaciado de línea	Preparar escantillón	5	
Calidad	Sacar primera pieza de nueva referencia	Liberar piezas de proceso	5	Permanecer durante el cambio de proceso
Calidad	Cambio de cuchillas de Op20	Acomodar mesas y bandas de Op20	5	Permanecer durante el cambio de proceso


Como parte de los resultados, en los cambios a diferentes proyectos se establece un estándar de actividades en los que se tienen que intervenir los departamentos: Producción, calidad, matricería, mantenimiento, logística, como soporte para las actividades del proceso. Dichas actividades se balancearon en pasos anteriores y se establecen los tiempos en base a promedios del personal de los 3 turnos, los cuales tenían variaciones en dichos tiempos. Con estas tarjetas de cambios se pretende que el personal de la línea de producción (titular y supervisor) coordine los cambios y realice una junta previa de 5 minutos para dar a conocer el tipo de cambio, las actividades y los momentos en los que se pueden realizar. Además de que den soporte en sus actividades y cualquier inconveniente que salga en el momento el supervisor lo pueda contrarrestar rápidamente.


En la imagen (5.1 Estándar de Actividades) se muestran las actividades de los departamentos en donde además de que se coordinen para el cambio, también tiene que garantizar que se realicen de la mejor manera.

ESTÁNDAR DE ACTIVIDADES EN CAMBIOS ENTRE MISMO PROYECTO

Tabla IV.2 *Estándar de Actividades*

Cambio de modelo referencia F5005 a F5006 en línea de Roll Forming					
		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de F5005 A F5006					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Producción	-	Montaje de bobina a mandrilo	4	Anticipar los montajes antes de cada cambio	
Producción	-	Corte y unión de bobina a procesar	5	Realizar el corte uniforme para unir de mejor manera	
Producción	Esperar a que matricería termine de ca	Recorrer guías Op10	5	Al terminar acomodarlas donde matricería requiera	
Producción	Cumplir con el plan de producción	Retirar Scrap de Op10	3	Retirar gondola de scrap y limpiar prensa de Op10	
Producción	Cumplir con el plan de producción	Levantar y bajar prensa de Op10	3	Realizar las actividades cuando matricería los requiera	

Cambio de modelo referencia F5005 a F5006 en línea de Roll Forming					
		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de F5005 A F5006					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Matricería	Sacar primera pieza de proceso	Ajustes de piezas	***	Realizar ajustes de piezas por las diferentes variaciones	
Matricería	Cumplir con el plan de producción	Cambio de punzones	10	Verificar que sean los correctos	
Matricería	Cumplir con el plan de producción	Cambio de Juliano	10	Verificar el juliano	
Matricería	Cumplir con el plan de producción	Ajuste de laines	5	Regresarlas a posición	

Cambio de modelo referencia F5005 a F5006 en línea de Roll Forming					
		Tarjetas SMED Cambios de modelo		Fecha	28 de septiembre de 2023
				Versión	1
				Código	XXXX
Actividades en cambio de modelo de Roll Forming de F5005 A F5006					
Departamento	Actividad anterior	Actividad a realizar	Tiempo	Comentarios	
Calidad	Vaciado de línea	Preparar escantillón	5	Validar antes del cambio el herramental	
Calidad	Sacar primera pieza de nueva referencia	Liberar piezas de proceso	5	Permanecer en el proceso durante el cambio	

En la imagen 5.2 (estándar de actividades entre mismo proyecto) se estandarizan las actividades para los cambios de modelo con objetivo no más a 30 minutos, en donde participan los departamentos de calidad, matricería y producción. En este tipo de cambio se realizan los ajustes en el troquel de la operación 10 de la línea, donde matricería realiza las actividades de: Cambio de juliano y el cambio de punzones, en este escenario el personal de producción colabora con matricería recorriendo unas guías para que no tengan que hacer movimientos innecesarios y solo se enfoquen en esas 2 actividades, el tiempo en el que se han realizado los cambios ha disminuido y se ha centrado dentro de objetivo. Las áreas de oportunidad que hay dentro de estos cambios son las habilidades de matricería, en donde se tiene en marcha un plan de capacitación para que al menos por turno haya 2 especialistas y cuando haya falta de personal o alguna

ausencia se puedan cubrir las personas, con esto no se tendría dificultades al momento de realizar los cambios de modelo en cuanto la demanda lo pida.

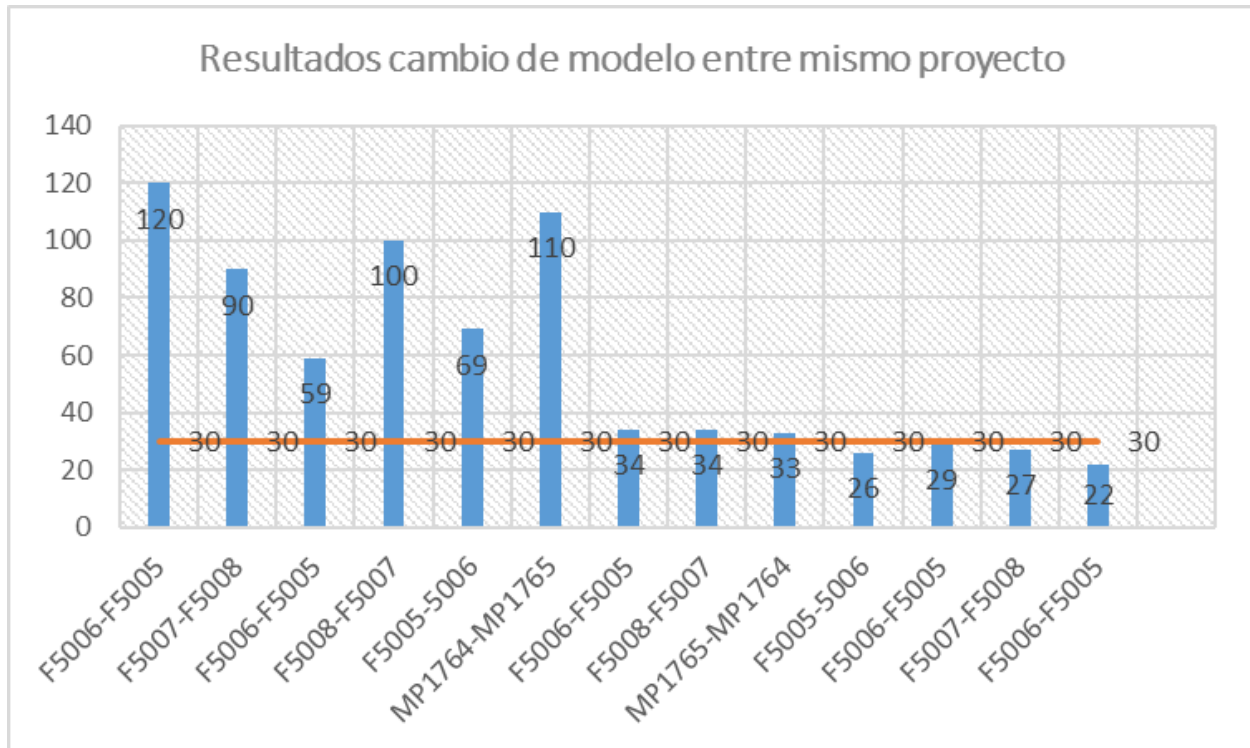


Gráfico IV.9 *Resultados de cambios de modelo entre mismo proyecto*
Fuente: Elaboración propia, (2023)

En el gráfico IV.9 se muestra la tendencia de los cambios de modelo en donde los tiempos estaban mucho fuera de los objetivos, gracias a la estandarización de los procesos y la coordinación por parte del equipo de producción los tiempos en los cambios de modelo se han reducido. En los primeros 6 resultados no se tenía un estándar, una comunicación efectiva, ni una coordinación en las actividades al realizar los cambios de modelo, además de que se dependía mucho de los especialistas de la línea, pero cuando se ausentaba impactaron en los indicadores. Los últimos resultados se dieron gracias a que se utilizaron las tarjetas SMED.

V. CONCLUSIONES

El proyecto se realizó con éxito, se logró impactar sobre los objetivos de los tiempos que son: reducir los tiempos de cambios de modelo y de referencias, se implementaron estándares de seguimientos para que los participantes de los cambios mantengan esa continuidad en los tiempos y no impactar la productividad para que se mantenga en resultados positivos.

Hubo muchos conocimientos adquiridos durante el proceso, ya que se tuvo que monitorear los cambios y llegar a la causa raíz del proceso, la cual era que el departamento de producción realizaba la mayor parte de actividades en los cambios (16) y no tenía soporte de algún otro. Una vez que se empezó a monitorear se confirmó lo dicho. Como en todo cambio de mejora hay ocasiones que se tiene inconformidades y resistencias al cambio por parte de otros departamentos al pedir su ayuda para realizar las actividades. Dicho caso fue con el equipo de mantenimiento que al principio no estaba conforme con participar en los cambios de modelo, pero al tener una plática y comentar que el objetivo general que comparten los departamentos es cumplir con los planes de producción decidieron aportar y ayudar a las actividades que se planean.

Actualmente se ha estado tenido seguimiento en los cambios para que se realice una constancia en el personal y llegar al punto en el que se realizan 1 o 2 auditorías mensuales para identificar los puntos que no se estén controlando y las áreas de oportunidad, además de que se modificó un tablero de la línea para integrar los resultados y las tarjetas de cambio de modelo del personal.

VI. COMPETENCIAS DESARROLLADAS

A continuación, se mostrarán las competencias logradas durante el proceso de las residencias profesionales, mismas que fueron concretándose durante el paso de cada semestre de la carrera.

VI.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué la metodología de SMED en base a Lean Manufacturing y six sigma para la mejora de cambios de modelo.
2. Apliqué mejoras continuas en el proceso para reducir los tiempos en los cambios
3. Implementé ayudas visuales vistas en la materia de lean manufacturing para que las personas tuvieran una percepción de productividad
4. Implementé planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
5. Apliqué la ergonomía laboral para adaptar el trabajo a un entorno en el que se cuide la salud de los trabajadores
6. Conocí el funcionamiento básico de los equipos de la línea de roll forming, así como los equipos de medición para el producto final
7. Integré equipos multidisciplinarios para los cambios de modelo para eficientar los tiempos
8. Formulé y evalúe las cotizaciones de los equipos con un análisis costo beneficio
9. Desarrollé una comunicación efectiva dentro de los cambios de modelo
10. Actué con sentido ético al balancear las actividades de los cambios de modelo para que los departamentos tuvieran una participación adecuada en base a sus perfiles

VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

ANEABE. (2010). Guía de buenas prácticas de higiene en las industrias de aguas de bebidas envasadas. Madrid. Obtenido de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/ANEABE.pdf?fbclid=IwAR2-tjuaQ1cKhPDS-VpdOiqfj_EhViLuskNP9ISW4Lie06kN9yB_38oYhD

Burbano, F. (2011). OPTIMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE DE PRODUCCIÓN AJUSTADO POR LA TRAZABILIDAD. Santiago de Cali.

Crespo Reyes, L. (2009). *Reingeniería del Sistema de Limpieza y Sanitización por el Método CIP para las Envasadoras de Bebidas Gaseosas.* Guayaquil

JONES, T y WOMACK J. (2012). *Lean Thinking: como utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa.* Estados Unidos: Gestión 2000

RAJADELL M. y SANCHEZ J (2011). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad.* 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. p. 45

VILLASEÑOR y GALINDO (2008) *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing.* 2 ed. México: Limusa. p. 13.

VILLASEÑOR y GALINDO (2009) *Manual de Lean Manufacturing: Guía básica.* 2 ed. México: Limusa. p. 9.

Referencias de Libros

- ASOCIACION ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD. *Lean Manufacturing*. 1 ed. Madrid: Asociación Española para la Calidad, 2007. 64 p.
- CUATRECASAS, Lluís. *Lean Management. La gestión competitiva por competencia*. Barcelona. Profit Editorial, 2010.366p.
- JONES, Daniel T y WOMACK James P. *Lean Thinking: como utilizar el pensamiento lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Gestión 2000, 2012. 504 p.
- LIKER, Jeffrey. *The Toyota Way: Fourteen management principles from the world's greatest manufacturer*. EE.UU.: McGraw-Hill, 2003. 330 p.
- RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. 1 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2011. 272 p.
- SHINGO, Shingeo. *Una revolución en la producción: el sistema SMED*. Estados Unidos: Productivity Press, 1997.
- Universia Business Review. Madrid. Cuarto Trimestre, 2008. No. 20, p. 28- 40. ISSN: 1698-5117
- VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. 2 ed. México: Limusa, 2008. 304 p.
- VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. *Manual de Lean Manufacturing: Guía básica*. 2 ed. México: Limusa, 2009. 116 p

Referencias de internet:

Ana María Andrada (2021), *SMED, ¿qué es y cómo puede implementarse?*, recuperado el día 16 de octubre de 2023 de <https://unade.edu.mx/SMED-que-es/>

ANEABE. (2010). Guía de buenas prácticas de higiene en las industrias de aguas de bebidas envasadas. Madrid. Obtenido de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/ANEABE.pdf?fbclid=IwAR2-tjuaQ1cKhPDSVpdOiqfj_EhViLuskNP9ISW4Lie06kN9yB_38oYhD

Berbey, A., Bazán, T. (2004). Simulación Estadística de unal línea de envase de gaseosas. I+D Tecnológico, III, 27-28. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/130>

Bryan Salazar López (2023), *Qué es un SMED en producción*, recuperado el día 16 de octubre de 2023 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/produccion/que-es-SMED-en-produccion/>

Facheli, S., López Roldan, P. (2015) METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. Universitat Autònoma de Barcelona. Obtenido de: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsoccua_cap2-4a2017.pdf

FORTUNY-SANTOS, et al. (2008). Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales. En: *Universia Business Review*. Cuarto Trimestre. no. 20, p. 28-40. Disponible en: http://ubr.universia.net/pdfs_web/UBR004200828.pdf

García Jojoa, C. (2013). Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de aislamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 923-3 de una planta farmacéutica en la ciudad de Cali. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad San Buenaventura Cali, Santiago de Cali. Obtenido de http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2101/1/Implementacion_Med_Produccion_Farmaceutica_Garcia_2013.pdf

García Jojoa, C. (2013). *Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de aislamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 923-3 de una planta farmacéutica en la ciudad de Cali*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad San Buenaventura Cali, Santiago de Cali. Obtenido de

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2101/1/Implementacion_Med_Produccion_Farmaceutica_Garcia_2013.pdf

Tcmetrología (2021), *¿Qué es el método SMED y por qué es importante?*, recuperado el día 16 de octubre de 2023 de <https://www.tcmetrologia.com/blog/que-es-SMED/>.

<http://blog.pucp.edu.pe>

<http://es.wikipedia.org>

<http://ocw.ub.edu>

<http://redyseguridad.fi-p.unam.mx>

<http://www.banrepcultural.org>

<http://www.definicion.org>

<http://www.definicionabc.com>

<http://www.fabioperini.com>

<http://www.gestiopolis.com>

<http://www.leanroots.com>

<http://www.modeloingenieria.edu.ar>

<http://www.papelesnacionales.com>

<http://www.ucema.edu.a>

VIII. ANEXOS

Anexo I. Oficio presentación

	Formato para Carta de Presentación y Agradecimiento de Residencias Profesionales por competencias.	Código: TecNM-AC-PO-004-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 7.5.1	Revisión: 0
		Página: 1 de 8

Departamento: GESTION TEC. Y VINC.
No. de Oficio: DGTV/604

ASUNTO: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIANTE Y AGRADECIMIENTO

PABELLÓN DE ARTEAGA, AGUASCALIENTES 11 DE AGOSTO DE 2023

Luis Gerardo Arizmendi Nava
Gerente de producción
Gestamp Aguascalientes

PRESENTE:

El Instituto Tecnológico de pabellón de Arteaga, tiene a bien presentar a sus finas atenciones a **C. Puentes Gómez Omar Ismael**, con número de control **191050226** de la carrera de **Ingeniería Industrial**, quien desea desarrollar en ese organismo el proyecto de Residencias Profesionales, denominado "**Redacción del Scrap en el proceso de Roll Forming en la empresa GESTAMP Aguascalientes utilizando la metodología Six Sigma**" cubriendo un total de 500 horas, en un período de cuatro a seis meses.

Es importante hacer de su conocimiento que todos los estudiantes que se encuentran inscritos en esta institución cuentan con un seguro de contra accidentes personales con la empresa **THONA Seguros S.A. de C.V.**, según póliza **AP-TEC-031-03** e inscripción en el IMSS.

Así mismo, hacemos patente nuestro sincero agradecimiento por su buena disposición y colaboración para que nuestros estudiantes, aun estando en proceso de formación, desarrollen un proyecto de trabajo profesional, donde puedan aplicar el conocimiento y el trabajo en el campo de acción en el que se desenvolverán como futuros profesionistas.

Al vernos favorecidos con su participación en nuestro objetivo, sólo nos resta manifestarle la seguridad de nuestra más atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE:
*Excelencia en Educación Tecnológica®
"Tierra Siempre Fértil"®*


JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA Y VINCULACIÓN



TecNM-AC-PO-004-03 Rev. 0

Anexo II. Cronograma.



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Cronograma de actividades

Actividades	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1. Selección y definición del Proyecto (Reporte Preliminar)	█					
2. Conocimiento de la situación actual.	█					
3. Establecimiento de objetivos	█					
4. Análisis del problema	█					
5. Elaboración de plan de actividades	█					
6. Determinación e implementación de contramedidas de acuerdo a la metodología propuesta.	█	█	█	█		
7. Confirmación de resultados				█	█	
8. Prevenir la recurrencia (estandarización).				█	█	
9. Revisión y tareas futuras				█	█	
10. Asesorías de residencia profesional	█	█	█	█	█	█
11. Elaboración de reporte final de residencias		█	█	█	█	█
12. Entrega y presentación del reporte final						█

Vo. Bo.



Juanella Elizabeth Santos Alfaro
Gestamp de Recursos Humanos

Carretera a la Estación de Rincón KM 1, C.P. 20670 Pabellón de Arteaga, Ags., Mex.
Teléfonos y Fax: 01(465) 958-24-8 2 y 01 (465) 958-27-30