



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y
OPERACIONES**

**DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA SMED PARA LA
APLICACIÓN EN EL ÁREA DE MONTAJE-METALMECÁNICA
DE LA EMPRESA “INDUGLOB S.A.”**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero de la
Producción y Operaciones**

AUTOR:

Diego Andrés Bustamante García

DIRECTOR:

Edmundo Reinaldo Cárdenas Herrera

CUENCA, ECUADOR

2013

DEDICATORIA

A mis papás Milton y Rosita, por haber sido mi orgullo y ejemplo a seguir, y por todo el amor y la guía que me han dado para alcanzar mis metas y proyectos.

A mi hermana Gaby, por ser más que mi hermana mi segunda mamá.

A mi hermano Gabriel y mi sobrino Andrés que con su cariño y alegría son parte de mi felicidad.

A mis abuelitos Horacio, Romelia, Orlando y Teresita, por haber sido en mi vida un ejemplo de responsabilidad, honradez y amor.

A mi Universidad y profesores, por demostrarme que la educación es lo más valioso del ser humano.

AGRADECIMIENTOS

A mis papás por haberme permitido alcanzar un peldaño más en mi formación académica.

A mi hermana y cuñado por su apoyo en todo momento.

A Janeth Tito, Felipe Carrasco y a la empresa Induglob S.A. por permitirme desarrollar mi trabajo de grado en sus instalaciones.

A mi Director de Tesis, Ing. Edmundo Cárdenas; a mi tribunal, Ing. Pedro Crespo e Ing. Iván Andrade, gracias por sus instrucciones, su tiempo y su apoyo.

A mi colega y amiga Silvana Peñafiel por su apoyo, amistad y compañerismo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

INTRODUCCIÓN.....	1
--------------------------	----------

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DE LA SECCIÓN DE MONTAJE Y DE LAS MATRICES PARA EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS

1.1. Introducción.....	3
1.2. Reseña Histórica de la Empresa.....	4
1.3. Descripción de la Sección de Montaje.....	6
1.3.1. Descripción de Matrices para embutido Contrapuertas.....	10
1.4. Conclusiones.....	11

CAPÍTULO 2: DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE METALMECÁNICA – MONTAJE Y MATRICES DE EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS EN LAS PRENSAS 108-002, 108-003.

2.1 Introducción.....	13
2.2 Análisis del Área de Metalmecánica.....	13
2.3 Análisis de la sección de Montaje.....	18
2.4 Análisis del proceso de cambio en matrices de embutido de Contrapuertas en las prensas hidráulicas.....	27
2.5 Conclusiones.....	30

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SMED

3.1 Introducción.....	31
3.2 Propuesta de la Técnica SMED para las matrices de embutido de Contrapuerta en modelos Quarzo y Avant.....	33
3.3 Propuesta del Sistema SMED para aplicación futura ampliada en Montaje - Metalmecánica.....	54
3.4 Análisis costo beneficio de la propuesta de implantación.....	56
3.5 Conclusiones.....	57
CONCLUSIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Productividad de Metalmecánica.....	16
Figura 2: Desperdicio en Metalmecánica.....	17
Figura 3: Tiempos de inactividad en Paras.....	20
Figura 4. Etapas del SMED.....	34
Figura 5. Tiempos de cambio en matrices para embutido de contrapuestas de horno...	37
Figura 6. Tiempos perdidos según encuesta.....	39
Figura 7. Métodos en cambios de matrices.....	40
Figura 8. Métodos en cambios de matrices.....	40
Figura 9. Métodos en cambios de matrices.....	40
Figura 10. Métodos en cambios de matrices.....	41
Figura 11. Métodos en cambios de matrices.....	41
Figura 12. Montacargas.....	47
Figura 13. Panel de Control.....	48
Figura 14. Programa de Producción.....	48
Figura 15. Cestas de Herramientas.....	48
Figura 16 Laser en mesas de prensas.....	49
Figura 17. Identificación de Pre-Controles.....	50
Figura 18. Clamps.....	52
Figura 19. Sujeción de Clamps en matrices.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Herramientas de Montaje.....	8
Tabla 2. Productividad de Montaje.....	18
Tabla 3. Desperdicio en Montaje.....	29
Tabla 4. Procesos en cambio de matriz.....	35
Tsbls5. Tiempos en cambio de matriz.....	36
Tabla 6. Datos de encuesta a operadores.....	38
Tabla 7. Tareas internas y externas en cambio de matriz.....	43
Tabla 8. Tareas internas y externas con mejoras.....	46
Tabla 9. Plan de acción de mejora para SMED.....	55

Handwritten signature and date: 18/01/13

RESUMEN

Para determinar la situación actual en la sección de Montaje – Metalmecánica y elaborar el Sistema SMED en las matrices de embutido de Contrapuertas asignadas a las prensas 108-002 y 108-003, se desarrolló la aplicación de la herramienta SMED evaluando la productividad en sus procesos y el tiempo desperdiciado en los métodos y movimientos de los set ups , lo que permitió observar oportunidades de mejora en los procesos ejecutados por el equipo de técnicos montajistas, como también la disminución, sin necesidad de mayores inversiones en herramientas y maquinaria, de un porcentaje de hasta el 49% del tiempo utilizado para los procesos de cambio; y posteriormente mediante nuevos utillajes propuestos por SMED realizar el set up en un dígito de minuto, demostrando la eficacia de la herramienta en su aplicación.

Palabras Claves: SMED – Cambio de Utillaje – Procesos – Matrices – Set ups.

Ing. Pedro Crespo.

DIRECTOR DE ESCUELA DE
ING.DE PRODUCCIÓN

Ing. Edmundo Cárdenas

DIRECTOR DE TRABAJO DE
GRADO

Diego Bustamante

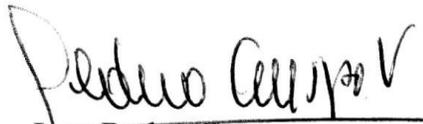
Estudiante de Ingeniería de Producción

Handwritten initials: Lucio

ABSTRACT

In order to determine the current situation in the Assembly – Metal Mechanic Industry section and create a SMED System in the matrix of the cold cuts Counter Doors assigned to press 108-002 and to press 108-003, we developed the application of SMED tool. We evaluated the productivity during the processes and the time spent in the methods and set up movements. This allowed observing the opportunities to improve the processes performed by the technical assembly team. It also allowed reducing, without major investment in tools and machinery, up to 49%, of the time employed in the process of change. Also, the use of new tools proposed by SMED, allowed us to carry out the set up in a minute digit, which demonstrated the efficacy of the tool.

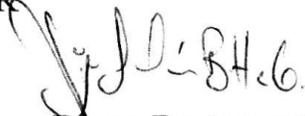
Key Words: SMED – Change of tools – Processes – Matrix – Set ups



Ing. Pedro Crespo
SCHOOL DIRECTOR



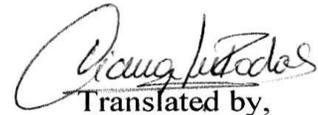
Ing. Edmundo Cárdenas
THESIS DIRECTOR



Diego Bustamante
STUDENT




UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
OPTO. IDIOMAS



Translated by,
Diana Lee Rodas

Bustamante García Diego Andrés

Trabajo de Graduación.

Ingeniero Edmundo Cárdenas.

Enero 2013

**DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA SMED PARA LA
APLICACIÓN EN EL ÁREA DE MONTAJE-METALMECÁNICA
DE LA EMPRESA “INDUGLOB S.A.”**

INTRODUCCIÓN

Las exigencias del mercado y la constante variabilidad en el comportamiento y requisitos del cliente demandan de fábricas como “Induglob S.A.” calidad y bajos costos en sus productos. Uno de los mecanismos que aplican las empresas para disminuir los costos imputables a sus productos es optimizando los métodos, tiempos y movimientos de sus procesos de producción, por lo que esta empresa fabricante de electrodomésticos ha visto oportuno llevar a cabo el estudio y aplicación de la herramienta SMED, con el propósito de disminuir los tiempos improductivos en la sección de Montaje – Metalmecánica al momento de ejecutar el cambio de matrices en las prensas de formación de planchas metálicas destinadas a ser partes y piezas de las cocinas y refrigeradoras. El proceso de producción elegido para demostrar la eficacia de esta herramienta será el embutido de Contrapuertas de horno 24 y 32 pulgadas de los modelos Avant y Quarzo.

El instrumento para llevar a cabo la propuesta de aplicación de SMED será el proceso de Círculos de Calidad. Existe un círculo conformado por los técnicos de Montaje, los cuales demostrarán a través de este proceso de mejora continua propuestas de acciones que permitan la implantación eficaz de esta herramienta en todos los procesos de Montaje – Metalmecánica.

La herramienta SMED o Cambio de utillaje en un dígito de minutos, como dice su traducción, permitirá al personal de Montaje generar un impacto positivo en sus procesos al ahorrar en el tiempo de cambio de matrices como mínimo un 30%. Para cumplir con aquello se necesita compromiso y entrega desde el supervisor hasta el técnico más nuevo.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA, DE LA SECCIÓN DE MONTJE Y DE LAS MATRICES PARA EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo describe como nació Induglob S.A. y hacia donde se proyecta cada día para ser una de las empresas no solo ecuatoriana sino latinoamericana más reconocida por su prestigio de marca en electrodomésticos de línea blanca; así mismo comenta el gran valor que tienen sus herramientas de mejora continua para alcanzar sus objetivos propuestos.

Además en este capítulo se aborda la realidad actual de la sección de Montaje – Metalmecánica y en especial el montaje de las matrices de embutido en contrapuestas para los modelos Avant 24” – 32” y Quarzo 24” – 32” procesos de amarre y calibración considerados entre los más críticos por la dificultad en su sujeción a las prensas hidráulicas, ocasionando paras y retrasos en la producción.

Induglob S.A. como toda empresa para subsistir y ser líder en el mercado debe ser eficiente en su Sistema de Producción. El ser eficientes significa disminuir al máximo los desperdicios ocasionados en cada una de las instancias del sistema productivo.

Uno de los desperdicios mayores en las plantas de fabricación es el tiempo de paras por cambio de matrices en los procesos de formación y aquello se suscita en esta empresa. Por ende identificar una oportunidad de mejora en el tiempo de cambio de montaje ayudaría a la eficiencia de los procesos realizados en la sección de metalmecánica que es el cuello de botella de todo el proceso productivo.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE INDUGLOB S.A.

Induglob S.A. llamada hasta hace poco Indurama S.A. inició su funcionamiento en el año de 1972 con 50 personas gracias al emprendedor Pablo Jaramillo Crespo, en la fabricación de cocinetas, mesas, ollas enlozadas, calderos industriales y bicicletas.

En la actualidad esta empresa se especializa en la fabricación de cocinas y refrigeradoras que son distribuidas en el mercado nacional e internacional. Sus productos llegan a más de doce países en Latinoamérica, y cuenta con una nueva planta de ensamble en Lima – Perú.

Hoy en día la empresa cuenta con 2 300 empleados a nivel nacional sin contar con el personal de las filiales. Con $54\ 000m^2$ de planta y $16\ 000m^2$ de bodega, la producción anual está cerca de 1 000000 de artefactos. Manejan un esquema de capacidad de producción flexible para adaptarse a las variaciones del mercado en base a una política de reinversión del mercado.

El manejo del aislamiento de las refrigeradoras y gases refrigerantes cumplen con normas y productos no contaminantes (tecnologías limpias). La política de inversión

tecnológica y de renovación del diseño hace que el 50% de las utilidades se reinviertan en mejorar la capacidad productiva.

En cuanto a sus diseños en los productos para realizar una aprobación de nuevos modelos se efectúa a través de un comité que se reúne periódicamente para discutir las nuevas tendencias de diseño que se quiere implementar en los productos cumpliendo con los requisitos impuestos por el mercado. Los procesos de producción son respaldados por los comités de planta y un comité de ingeniería industrial.

Induglob es una empresa que enfoca sus esfuerzos a la mejora continua y para ello utiliza la herramienta de Círculos de Calidad. Esta herramienta funciona dentro de la empresa desde 1989, y son complemento del sistema de gestión de calidad ISO 9001. Los Círculos de Superación llamados así en esta empresa son grupos de personas de un área a fin o de departamentos en común que se reúnen mes a mes con el propósito de resolver los inconvenientes que se encuentran en los procesos de trabajo; o de mejorar en su área en temas como calidad, productividad, seguridad laboral, disminución de costos en el producto y mejoras de orden y limpieza. Las personas que conforman estos círculos de calidad son las que se encuentran directamente relacionadas con el proceso, ya que ellos en el día a día son quienes se convierten en expertos y saben que es lo más conveniente para su área. Una vez al año se premia a los mejores líderes de los Círculos de Calidad y al Círculo que mejores proyectos ha presentado en todo el año.

Uno de estos círculos se encuentra conformado por el grupo de técnicos de la sección de montaje y se han propuesto como proyecto de mejora continua el implementar ¹SMED para poder disminuir el tiempo de montaje y ser más eficientes en la atención de cambio de matrices de todas las prensas del área de Metalmecánica, lo que permitiría plasmar la propuesta de mejora que se hará en este trabajo de graduación.

¹ SMED: Single Minute Exchange of Die (siglas en ingles) Cambio de matriz en un dígito de minuto.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN DE MONTAJE

La descripción de la sección de montaje se hará a modo de las 5m²:

- Método: Los procesos del montaje de matrices constan de tres partes principales.

El amarre de la matriz que es el proceso en el cual se asegura la misma con todas las alzas y pines necesarios para su funcionamiento en la formación de las piezas.

La sujeción de la matriz en la que se coloca las partes en el Punto muerto Superior y en el Punto muerto inferior de la prensa.

Puesta a punto es el proceso en el que se realizan las calibraciones necesarias de presiones para alcanzar a producir la primera unidad exacta de acuerdo a los requerimientos de calidad y productividad.

En general los procesos de montaje tienen los siguientes pasos:

- Requerimiento a Montaje de parte del Supervisor de Metalmecánica.
- Traslado de las herramientas a la prensa en la que ocurrirá el cambio de modelo.
- Revisión y limpieza de la matriz que saldrá de la prensa.
- Colocado de la matriz en el punto muerto inferior.
- Desmontaje realizado por un montacargas de la matriz.
- Colocado de pines en la base para el centrado de la nueva matriz a colocar.
- Colocado de la nueva matriz en la prensa mediante el montacargas.
- Centrado correcto de la matriz mediante herramientas manuales.
- Sujeción de la matriz.

² 5²ms: Descripción de los 5elemento de una fábrica. Son: Método, Mano de Obra, Materiales, Maquinaria, Medio ambiente.

- Revisión de la matriz y limpieza de la misma.
- Calibración de la matriz en la que se mide profundidades según el proceso y los planos del producto a fabricar, como también las presiones de la prensa.
- Entrega de montaje al supervisor de producción mediante una plantilla en la que se describe: El nombre de la pieza a producir, Proceso, Fecha y hora del cambio ejecutado, responsable de montaje que realizó el mismo y firma autorizada del supervisor de producción.
- Producción de la primera pieza cumpliendo los parámetros y requisitos de calidad y productividad.

- Mano de Obra: La sección de Montaje – Metalmecánica cuenta con 12 técnicos montajistas distribuidos equitativamente en tres turnos más el supervisor.

Los técnicos tienen estudios de Ingeniería Industrial, Mecánica industrial, Mecánica Automotriz y Eléctricos.

Los conocimientos en Montaje para personal nuevo se imparten de acuerdo a la experiencia pero no existe un procedimiento sistemático que permita al iniciado aprender de manera rápida y organizada. El tiempo para familiarizarse con los procesos de Montaje es el tiempo de prueba y dura tres meses.

- Maquinaria y Herramientas: Las Herramientas con las que cuenta la sección de Montaje son manuales como llaves, dados, palancas. En el inventario de las herramientas se encuentra lo siguiente:

CANT.	DESCRIPCIÓN HERRAMIENTAS
1	Llave Boca - Corona 7 / 16"
1	Llave Boca - Corona 1 / 2"
2	Llave Boca - Corona 9 / 16"
1	Llave Boca - Corona 3 / 4"
1	Llave Boca - Corona 7 / 8"
1	Llave Boca - Corona 15 / 16"
1	Llave Boca - Corona 1 1/8"
1	Llave Boca - Corona 1 5/16"
1	Llave Boca - Corona 10mm
1	Llave Boca - Corona 17mm
1	Llave Boca - Corona 22mm
1	Llave Boca - Corona 24mm
1	Llave Hexagonal 1 / 4"
2	Llave Hexagonal 5 / 16"
1	Llave Hexagonal 3 / 8"
1	Llave Hexagonal 1 / 2"
1	Llave Hexagonal 6mm
1	Llave Hexagonal 12 mm.
1	Llave Hexagonal 14 mm.
1	Llave Hexagonal 17 mm.
1	Llave Hexagonal Peq. 1 / 4"
1	Llave Hexagonal Peq. 5 / 16"
1	Llave Hexagonal Peq. 7 / 16"
1	Llave Hexagonal Peq. 1 / 2"
1	Dado mando 1 / 2" /// 14mm
1	Dado mando 1 / 2" /// 13 / 16"
3	Dado mando 1 / 2" /// 15 / 16"
2	Dado mando 1 / 2" /// 1 1/16"
1	Dado mando 1 / 2" /// 1"
1	Dado mando 1 / 2" /// 5 / 8"
1	Dado mando 1 / 2" /// 22mm
1	Dado mando 1 / 2" /// 11 / 16"
1	Dado mando 1 / 2" /// 3 / 8"
1	Dado mando 1 / 2" /// 1 3/16"
2	Dado mando 3 / 4" /// 1 1/8" impacto
1	Dado mando 3 / 4" /// 1 1/8"
1	Dado mando 3 / 4" /// 15 / 16"
2	Dado mando 3 / 4" /// 1 7/16"

CANT.	DESCRIPCIÓN HERRAMIENTAS
1	Calibrador Digital 150mm
1	Calibrador Pie de Rey 150mm
1	Profundímetro 150mm
1	Goniómetro
1	Escuadra Fija
1	Escuadra Móvil
1	Bandeador para Terraja
1	Bandeador (PEQ) para machuelo
1	Bandeador (GRD) para Machuelo
1	Terraja M 14
1	Terraja 5 / 8"
2	Terraja 3 / 4"
1	Juego de Machuelos (3 u) 5 / 8"
1	Juego de Machuelos (3 u) 3 / 4"
1	Arco de Sierra
1	Taladro de Mano ISCRA Perles
1	Amoladora pequeña ISCRA Perles.
1	Tijera para Corte Normal
1	Alicate de Presión
1	Martillo de bola
1	Martillo para latear.
1	Desarmador Plano 3 / 8" x 12"
2	Llave de Pico 375mm
2	Extensión Grande Mando 1 / 2"
1	Bronce Peq.
1	Bronce Grande.
1	Racha mando 1 / 2"
1	Racha mando 3 / 4"
1	Palanca de Fuerza cabeza móvil mando 3 / 4"
1	Palanca de Fuerza mando 3 / 4"
1	Palanca de Fuerza mando 1 / 2"
2	Palanca para tomos
2	Llave Boca 20 - 22 mm.
1	Llave Boca 7 / 8" - 3 / 4"
1	Juego de Hexagonales mm. (manija)
2	Juego de Hexagonales pul. (manija)
1	Llave Hexagonal T 1 / 4
1	Llave Hexagonal T 9 / 64"
1	Llave Hexagonal T 5 / 16"
1	Juego de hexagonales T mm. Pul. 3/8, 5/16, 1/4, 7/32, 3/16, 5/32, 9/64, 1/8, 7/64, 3/32, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2,5, 2

TABLA 1. HERRAMIENTAS DE MONTAJE

Fuente: Supervisión Montaje - Metalmecánica

La sección de Montaje – Metalmecánica debe trabajar con un total de 150 matrices para todos los procesos de formación. Los procesos de formación son: Embutido, troquelado, embonado, doblado 1, doblado 2, doblado de cejas,

Metalmecánica cuenta con un montacargas para el transporte de materiales y también para el transporte de matrices. La utilización del montacargas es una necesidad crítica, ya que la mayor parte de las veces se encuentra trabajando en el transporte de materiales lo que demora el tiempo de cambio en las matrices.

Metalmecánica tiene un software piloto en dos prensas, la una hidráulica y la otra excéntrica, que permite identificar el tiempo de paradas en las prensas por distintos factores, entre ellos el tiempo de montaje. En la sección hay 32 prensas y los cambios de matrices por turno se realizan en un promedio de 50 cambios.

En el proceso de sujeción se trabaja con: Alzas, Pines, Bridas, Pernos, Arandelas.

En el proceso de calibración se trabaja con: Cojín de carro, Láminas o Alzas y con la experiencia del montajista para verificar las presiones y profundidades requeridas.

- Materiales: La calidad del material a ser formado es muy crítica ya que las presiones varían de acuerdo a su grosor, elasticidad y resistencia.

La sección de Metalmecánica trabaja con varios tipos de material entre ellos los conocidos como: Ek2, Ek4, y Aceros Inoxidable como el 304 y 430. Cabe aclarar que los nombres de los materiales son aquellos puestos por el proveedor.

El trabajar con materiales de diferentes calidades de acuerdo a su resistencia y elasticidad genera gran cantidad de problemas en especial en el proceso de calibración y puesta a punto de máquinas ya que las presiones varían y no existe un estudio y análisis a fondo que permita prever y actuar anticipadamente al problema. A lo mencionado anteriormente se suma la parte de la manipulación por parte de los operarios y el incumplimiento de lo que dicta la plantilla, generando mayor pérdida de tiempo y desperdicio del material.

1.3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MATRICES PARA EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS

Los modelos de Contrapuertas de horno para cocinas son:

- Cuarzo 24"
- Cuarzo 32"
- Avant 24"
- Avant 32"

Cada uno de los modelos cuenta con una matriz para el proceso de formación de embutido. La edad promedio de estas matrices en los modelos Avant es de 3 años y medio y en los modelos Cuarzo de un año y medio.

La producción mensual de contrapuertas es de unas 60 000 piezas. Semanalmente se produce contrapuertas en un promedio de 8 600 piezas.

El mantenimiento a las matrices se los hace de manera preventiva y correctiva en caso de ocurrir algún golpe o desperfecto en las mismas; pero, por lo general se hace el mantenimiento preventivo. Este mantenimiento se lo realiza cada seis meses, siendo las zonas de mayor riesgo las curvaturas de los radios por la presión constante que reciben en el trabajo de producción.

Las máquinas o prensas en las que se trabaja con estas matrices son las hidráulicas llamadas prensa 108-002 y 108-003.

1.4. CONCLUSIONES

Induglob S.A. cuenta con el privilegio de ser la fábrica nacional representante en línea blanca ofreciendo al mercado centroamericano y sudamericano productos con alta calidad y eficiencia energética. Esta responsabilidad exige a su planta de producción eficacia y efectividad en cada uno los procesos de fabricación.

Los procesos de la planta de producción diariamente están sujetos a una mejora continua, claro ejemplo es la Herramienta de Círculos de Superación. Esta herramienta de Mejora Continua del Sistema de Calidad permite trabajar en temas de Calidad, Costos, Seguridad Industrial y temas de Productividad.

La propuesta de Implantación de la herramienta SMED es una muestra del trabajo profesional de Círculos de Calidad. La aplicación de ésta herramienta permitirá el perfeccionamiento de procesos de cambio de matrices ejecutado por la sección de Montaje-Metalmecánica.

El reto es cada día mejorar con objetivos y metas claras, y el Círculo de Calidad de Montaje – Metalmecánica está dispuesto a demostrar que aplicar SMED ayudará a incrementar productividad para su sección de trabajo con posterior impacto de mejora a toda el área de Metalmecánica.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE METALMECÁNICA – MONTAJE Y MATRICES DE EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS EN LAS PRENSAS 108-002, 108-003.

2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta un análisis del estado actual de la sección de Metalmecánica de Induglob S.A. abordando temas de productividad (Cumplimiento de producción, desperdicio de materiales).

Se realiza también un análisis inicial de cinco meses del estado en el que se encuentra la sección de Montaje de Metalmecánica y su rendimiento en los procesos de cambio de las matrices de embutido para Contrapuertas de modelos Avant / Quarzo 24” y 32” en las prensas hidráulicas.

2.2. ANÁLISIS EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA

Los procesos de producción del área de Metalmecánica son los primeros a ejecutarse en el sistema productivo de la planta de fabricación de Induglob S.A.

En metalmecánica trabajan 150 operarios en tres turnos distribuidos equitativamente, tres supervisores de producción, uno de montaje y un jefe de área. El 80% de la producción de metalmecánica está dirigida a la línea de Cocinas.

Metalmecánica cuenta con: 32 prensas y 150 matrices para todos sus procesos de formación de planchas metálicas; con 6 cizallas y 3 des-bobinadoras en corte; con 7 gatas hidráulicas, 2 montacargas, el uno con capacidad de 3 toneladas y el segundo capaz de levantar 2 toneladas para transportar materiales y herramientas con las que trabaja esta sección.

Metalmecánica comprende cuatro secciones:

1. Sección de Corte.
2. Sección de montaje
3. Sección de Prensado: Mayor.
Menor.
4. Sección Pulido.

- ***Corte:***

Aquí se realizan procesos de des-bobinado de láminas de acero para luego pasar a corte 1 que es el corte longitudinal y corte 2 que es el corte axial de las planchas metálicas. Las planchas ya cortadas de acuerdo a las medidas de la pieza a producir son transportadas a la sección de prensado para su posterior formación. En esta sección trabajan veinte y ocho operarios, cuenta con 6 Cizallas y 3 des-bobinadoras y trabajan en 3 turnos los cinco días de la semana laboral.

- **Montaje:**

Sección donde se ejecutan los procesos de sujeción y amarre de matrices en las prensas, como también de los procesos de calibración y puesta a punto de las matrices en la prensas. Cuenta con 12 técnicos de montaje. En el siguiente numeral de este capítulo se ahondará más en la explicación de esta sección que es la que trabajará en el proyecto de mejora continua SMED.

- **Prensado:**

Es la sección en la que se encuentran las prensas hidráulicas y excéntricas. Aquí se ejecutan todos los procesos de formación de las piezas metálicas: Embutido, troquelado, doblado, embonado, alisado y abocanado. Esta sección se divide en prensado mayor y menor.

Prensado mayor: Se encuentran 13 prensas con una capacidad promedio de 250 toneladas de presión y trabajan 64 operarios.

Prensado menor: Se encuentran 7 prensas con una capacidad promedio de 150 toneladas de presión y trabajan 75 operarios.

- **Pulido:** Es la sección más pequeña de metalmecánica y es donde se ejecutan los procesos de pulido de algunas piezas como (Lateral Interior de Horno o Puerta Caliente Platos) y re-procesos para recuperación de las mismas. Aquí trabajan 5 operarios por turno.

En cuanto a productividad el área de metalmecánica ha tenido un comportamiento en los cinco primeros meses del año 2012:

ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12
76,85	77,97	79,30	80,30	80,50

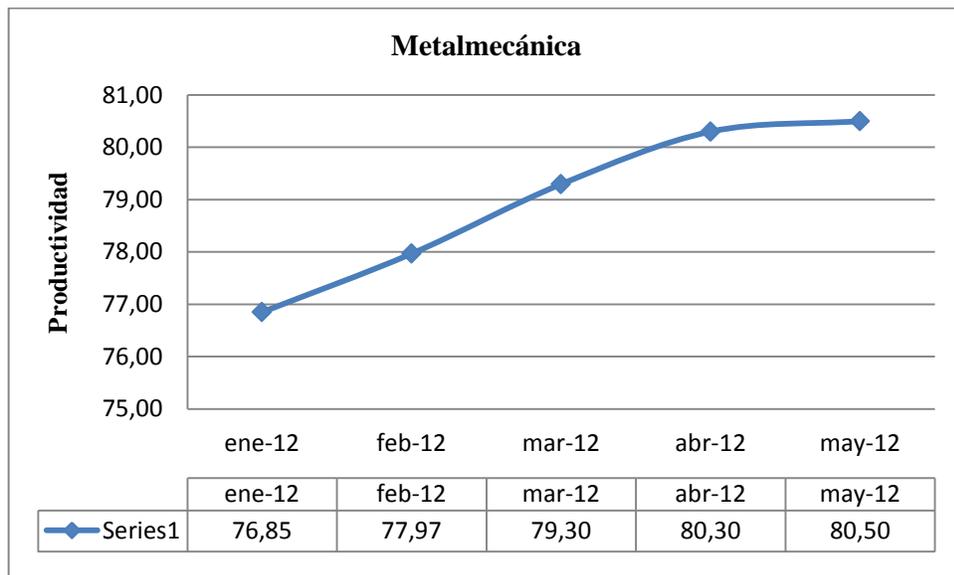


FIGURA 1.PRODUCTIVIDAD METALMECÁNICA

Fuente: Departamento Ing. Industrial – Induglob S.A.

El promedio de rendimiento en Metalmecánica de enero a mayo de 2012 es un 79,8%, lo que determina que todos sus procesos productivos están sujetos a oportunidades de mejora. Esta área de producción de Induglob S.A. es el cuello de botella de todo el proceso productivo y varias son las razones para aquello. Entre uno de los factores es el desperdicio de material generado en la sección en sus procesos de formación. El desperdicio de Metalmecánica tiene un valor alto por el hecho de trabajar con material metálico, siendo uno de los materiales más caros en las refrigeradoras y cocinas.

El comportamiento del desperdicio de los cinco primeros meses en el año del área de Metalmecánica es de:

Meses	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12
Metalmecánica \$	48 335	36 048	50 894	39 348	38 535
%metalmecánica	2,69	2,66	2,69	2,6	2,56

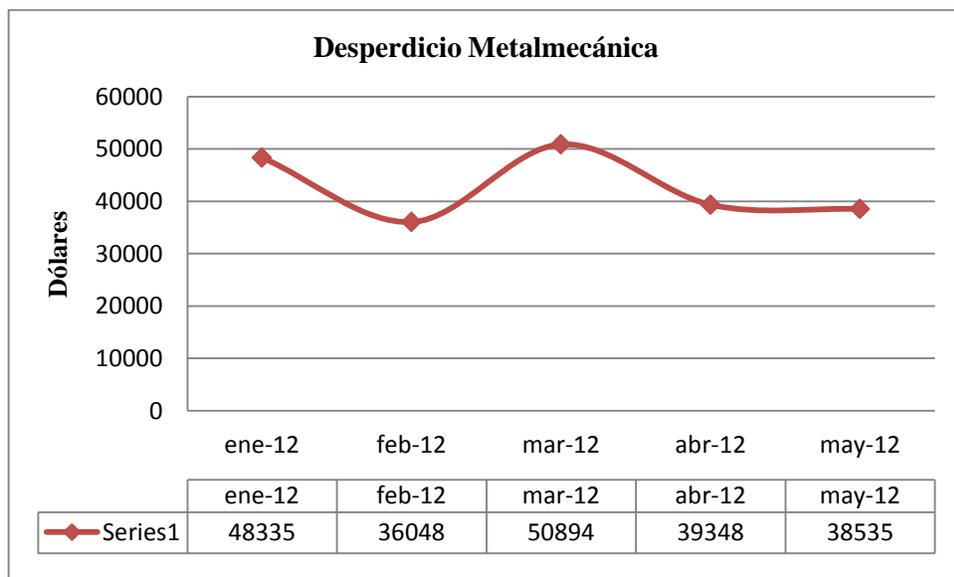


FIGURA 2. DESPERDICIO EN METALMECÁNICA

Fuente: Departamento Ing. Industrial – Induglob S.A.

Los datos mostrados anteriormente son los desperdicios en dólares de la sección de metalmecánica ocasionados por factores como la (calidad) resistencia del material y procesos ejecutados erróneamente. El promedio de pérdidas en dólares por el desperdicio de material en Metalmecánica se acerca a los \$ 43 000,00 mensual.

Los desperdicios también son ocasionados por los set ups³, y se está trabajando por parte del grupo de Montaje – Metalmecánica para disminuirlos en las calibraciones durante el proceso de montaje. El desperdicio en calibraciones es el 5% del total en la sección de Metalmecánica, lo que muestra que solamente en calibraciones Induglob S.A. pierde casi \$ 3 000 mensual.

2.3.Análisis de la Sección de Montaje

Como se ha comentado anteriormente la sección de montaje es una parte de Metalmecánica en donde se ejecutan los procesos de cambio y montaje de matriz en la prensa. El tiempo de trabajo en esta sección es el tiempo que la supervisión y todo el equipo de producción llama tiempo improductivo, por lo que de allí nace la necesidad de disminuir cada vez más el tiempo de cambio y ajuste de matrices.

La siguiente tabla demuestra el rendimiento, entendido como la relación entre el tiempo trabajado versus el estándar puesto bajo ingeniería de métodos, que la sección de Montaje alcanzó en los cuatro primeros meses del año 2012:

TURNO 1	Ene	Feb.	Mar	Abr.	Promedio
	0,88	0,83	0,88	0,83	0,85
TURNO 2	Ene	Feb.	Mar	Abr.	Promedio
	0,95	0,87	0,89	0,87	0,89
TURNO 3	Ene	Feb.	Mar	Abr.	Promedio
	0,91	0,90	0,90	0,90	0,90

TABLA2. PRODUCTIVIDAD DE MONTAJE

Fuente: Departamento Ing. Industrial S.A.

³ Set ups: Paras de máquinas para realizar cambios de matriz o mantenimiento de las mismas.

Los datos demuestran que el rendimiento de la Sección de Montaje oscila entre un 83% y 95% dando como promedio general 88%. Al tener este porcentaje de rendimiento en la conducción operativa de la sección de montaje se demuestra que es necesario trabajar en acciones de mejora que apunten a un proyecto como el SMED para poder reducir el tiempo de cambio, amarre, ajuste y puesta a punto de las matrices en el cambio de modelos y de piezas.

Hace un año y medio la jefatura del departamento de Manufactura dio paso a la instalación de un software que permite el seguimiento de todos los procesos ejecutados en las prensas; pero aquello no solo se realiza al cumplimiento de los procesos como por ejemplo embutido o troquelado de calienta platos o lateral de horno, sino también a todas las paras existentes en cada máquina y sus razones del porqué de la inactividad. EL Software se llama PLANTNODE. En cuanto paras de maquinaria este programa permite reportar lo que se muestra a continuación:

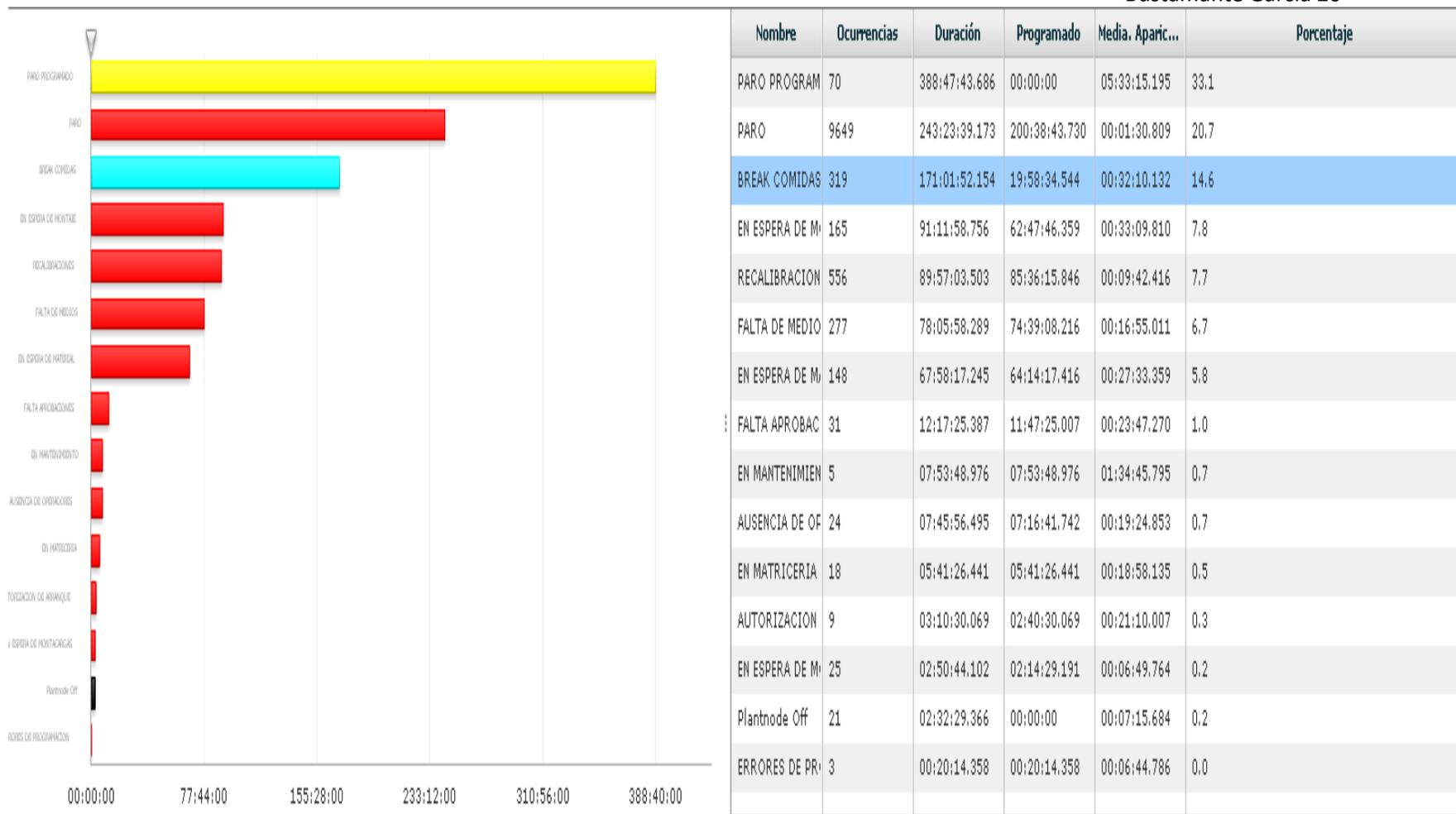


FIGURA3 TIEMPOS DE INCTIVIDAD EN PRENSAS

Fuente: Departamento Ing. Industrial – Induglob S.A.

Este gráfico indica las paras con las razones de tiempo de inactividad en la prensa hidráulica ONAPRESS 108-001.

Entre las principales razones de inactividad y en las que trabaja la sección de montaje es: Espera de montaje de matrices, constituyéndose en un 7,8% durante un lapso de cuatro meses, desde enero 2012 hasta abril 2012.

Otra de las razones de inactividad que le corresponde trabajar a la sección de montaje es las re-calibraciones, causa que genera pérdida de tiempo al personal de producción y montaje; como también pérdida de dinero al ocurrir desperdicio por piezas producidas incorrectamente.

En cuanto a los métodos de trabajo de la sección de montaje, esta sección cuenta con un instructivo que se difunde cada año y que permite a los montajistas ser eficientes en su trabajo diario. A continuación se detalla el Instructivo:

INSTRUCTIVO DE TRABAJO:

GRUPO DE MONTAJE DE METALMECANICA

1.- HORARIOS DE TRABAJO:

Cumplir con la hora de inicio y término de la jornada.

Segundo turno: 06h00 a 14h30

Tercer Turno: 14h30 a 23h00

Primer Turno: 23h00 a 06h30

2.- ARRANQUE Y FIN DEL PROCESO

Estar debidamente uniformado.

Revisar que esté con todos los implementos de seguridad para realizar su trabajo.

Hacer la entrega y recepción de turnos entre los montajistas que están entrando con los que salen.

Dar una vuelta de sondeo por cada máquina para revisar inconvenientes en el proceso, o para indicar la manera en que se está realizando dicha actividad.

Inspeccionar como reciben las cuchillas de perfiladoras.

Revisar en toda la sección que estén colocadas las cartas de pre-control correspondientes a los procesos que estén realizando y sus respectivas plantillas firmadas.

Confirmar que dejen las llaves de maquinas y armarios utilizados por los montajistas.

Hacer la revisión completa de las herramientas del armario

Comunicar si quedan en el taller: matrices, cuchillas o punzones para afilar.

Notificar al turno de entrada si hay inconvenientes o daños en máquinas pendientes.

Revisar que el reporte de montaje de matrices quede correctamente lleno (sin tachones), con firmas del supervisor y códigos de producción.

Llenar el reporte de paras de maquinas con firma del supervisor.

Llenar las novedades del día en el cuaderno de montaje.

Revisar que el puesto de trabajo, quede limpio para el otro turno, revisando que el armario de herramientas este ordenado y limpio, verificar que las alzas, bridas, arandelas y pernos queden en los sitios establecidos.

3.-PRECAUCIONES

Verificar que los mandos de las máquinas estén en correcto funcionamiento (pedal o manual) para evitar accidentes tanto en prensado mayor como en prensado menor.

Comprobar que los sensores de movimiento funcionen correctamente antes de entregar la plantilla al supervisor.

Seleccionar el dispositivo de accionamiento de seguridad de la máquina manual o pedal según las condiciones del trabajo para prensado menor.

Después de ventilar una matriz se debe limpiar las columnas de la misma verificando que no queden desperdicios y nuevamente lubricarlas.

Utilizar medios de transporte adecuados como carros, gatas hidráulicas, montacargas; tratando de evitar el esfuerzo humano.

Jamás realizar un montaje si no tiene conocimientos del procedimiento.

Revisar que la máquina este en manual o en pulsos antes de realizar el desmontaje o montaje de la matriz en la máquina.

Al desmontar una matriz revisar que no tenga punzones rotos o fisuras de los postizos, controlando con la plantilla y la última pieza producida.

4.- PRE-CONTROL

Dejar las plantillas según los planos y/o cartas de pre - control.

Utilizar los instrumentos de medición apropiados en los diferentes procesos para garantizar la calidad del trabajo.

En el proceso de embutido revisar alturas, profundidades, de acuerdo al plano, comprobando su medición.

Antes de calibrar una pieza de embutido comprobar si el material a utilizar es el adecuado especialmente en acero inoxidable.

Colocar junto con la plantilla la carta de pre - control correspondiente según el montaje realizado para que el operador pueda comenzar su trabajo.

5.- COMUNICACIÓN

Indicar al supervisor el método empleado para producir las diferentes piezas y éste a su vez comunique a los operadores.

Informar inmediatamente al supervisor sobre cualquier anomalía que se presente en el montaje ya sea en las matrices o en las máquinas.

En caso de tener alguna modificación para la carta de pre-control hacer oportunamente el comunicado para el arreglo inmediato.

Informar al montajista los cambios recientes de planos para su oportuna corrección en EUROMAC o perforados de piezas.

Se debe comunicar en donde quedan los postizos de las diferentes matrices.

6.- ALMACENAJE Y MANIPULEO

Transportar las matrices con montacargas y colocarlas en los estantes preestablecidos para cada matriz.

Almacenar los postizos de las matrices en lugares establecidos.

Acomodar las piezas producidas por calibración en su respectiva cesta y notificar al supervisor si valen o no.

7.- CONTROL DE DESPERDICIO

Comunicar al supervisor el defecto de la pieza antes de darla de baja.

Las piezas que no sirvan dejar colocando en el área establecida para desperdicio.

No entreverar piezas rechazadas con chatarra, retazos, basura.

8.- ORDEN Y LIMPIEZA

Mantener limpio y ordenado el carro de transporte de herramientas.

Mantener limpio y ordenado el armario de herramientas.

En el armario de EUROMAC colocar los punzones cambiados en sus respectivos puestos y separar los que estén de afilar.

Mantener los volquetes de pernos arreglados sin mezclarlos.

Revisar si las roscas de los pernos y bulones cumplen con las condiciones necesarias para emplearlos caso contrario dar el mantenimiento oportuno.

Depositar los desperdicios de materiales en las cestas respectivas.

9.- OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE:

LOS SUPERVISORES:

Realizar la solicitud de montaje CUMPLIENDO con el listado de asignación de matrices a máquinas **UNICAMENTE LA JEFATURA DE MONTAJE LEVANTARA LAS RESTRICCIONES PARA MONTAJES NO USUALES.**

Deben realizar la solicitud de montaje y colocar el código de producción correspondiente para cada montaje de matriz a realizar.

Dotar al montajista del plano de la pieza a producir.

Debe estar presente en la máquina para revisar y firmar la plantilla conjuntamente con el montajista.

Firmar el reporte de montaje luego de cada cambio presentado.

Revisar que los operadores dejen las maquinas y matrices completamente limpias y las áreas de las máquinas despejadas sin mesas, materiales, cestas, retazos, etc.

LOS MONTAJISTAS.

DEBEN CUMPLIR EXTRICTAMENTE EL PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

Quien no lo acate será merecedor de **EVALUACION EXTRAORDINARIA O FUERTES SANCIONES.**

Una tarea o montaje solicitado **SERÁ CONCLUIDO o NO REALIZADO A MEDIAS.**

Cumplir y conocer el listado de asignación de matrices a máquinas.

Realizar el montaje solicitado por el supervisor siempre y cuando se encuentre anotado en la hoja de solicitud de montaje.

Dejar las plantillas revisadas con los respectivos planos y con la firma del supervisor.

Una plantilla debe contener las siguientes anotaciones:

- Nombre de la pieza que se produce.
- Nombre del proceso montado
- Código de la pieza a producir.
- Firma del supervisor
- Fecha y hora de entrega.
- Firma del montajista que realizó la plantilla

Colocar carta de pre control.

Comunicar al supervisor por cambios que se hayan efectuado en el listado de asignación de matrices a maquinas.

9.- REPORTE

Llenar el registro de montaje con horas reales.

Llenar correctamente y con los datos exactos en la hoja de reporte.

Llenar el registro de paros de máquinas y hacer firmar al supervisor.

Fuente: Supervisión Montaje – Induglob S.A.

La sección de metalmecánica tiene oportunidad de mejora en cuanto a productividad y desperdicio de materiales por procesos de montaje. Trabajar con herramientas como SMED incrementaría la productividad del área sin necesidad de invertir en automatización de sus procesos o de contar con personal altamente técnico en los procesos de montaje.

2.4. ANÁLISIS DEL PROCESOS DE CAMBIO EN MATRICES DE EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS EN LAS PRENSAS HIDRÁULICAS

El proceso de cambio de matrices para embutido de Contrapuertas 24” y 32” en los modelos Quarzo y Avant se lo hace con 4 matrices para cada modelo en un tiempo de 40 min promedio por cada cambio. Las matrices para embutido de contrapuertas se montan en las prensas hidráulicas ONAPRESS 108-002 y 108-003 con la ayuda de dos montajistas.

El estándar actual en el tiempo de cambio de matrices para embutido de contrapuertas es de 45 minutos en los modelos 32” y 24”.

La producción de contrapuertas tiene una frecuencia de producción de 2 veces a la semana promedio. Se producen 2 457 contrapuertas 24” y 2 226 contrapuertas 32” por semana en los modelos Quarzo y Avant.

Los pasos del proceso de cambio de matriz en contrapuestas son:

1. Solicitud de montaje en hoja de reporte.
2. Traslado de carro de Herramientas a máquina.
3. Escaneo en Plantnode de pieza a producir.
4. Escaneo en Plantnode de inicio de set up.
5. Retirar mesa del puesto de trabajo.
6. Limpieza de la matriz a desmontar.
7. Revisión de estado de matriz desmontar.
8. Selección del switch en modo manual.
9. Cerrado de martillo en Punto muerto inferior (PMI).
10. Aflojado de pernos.
11. Enclavado de pernos a punto muerto superior.
12. Utilización de montacargas.
13. Desalojo de la matriz de la máquina.
14. Limpieza de la mesa de la máquina.
15. Grabar receta en pantalla.
16. Sacar pines de matriz anterior.
17. Posiciones de pines y bulones.
18. Limpiar bastidor inferior de la matriz (en montacargas).
19. Asentar y centrar matriz en la mesa.
20. Traslado de pernos a armar (matriz anterior).
21. Traslado de pernos y arandelas de armario a Máquina.
22. Cerrar martillo a punto muerto inferior.
23. Amarrar bastidor superior.
24. Subir martillo a punto muerto superior.
25. Limpiar y pulir la matriz.
26. Abastecer de plástico, esponja lubricante, franela, material y láminas.
27. Calibración.
28. Aprobaciones.
29. Hacer plantilla.

30. Colocar carta de pre-control.
31. Llenar y colocar hoja de arranque de producción.
32. Desalojar piezas dañadas.
33. Escanear cantidad de piezas dañadas.
34. Escanear fin de set up.
35. Reporte en hoja de montaje.

Todos estos pasos deben realizarse entre 40 y 45 minutos como estándar formalizado por el departamento de ingeniería Industrial.

En cuanto al tema de materiales, el desperdicio generado por los set ups o calibraciones en todos los modelos de contrapuertas es de \$1 247,85 mensuales. Si se mejoran las técnicas de calibración durante el cambio de matriz disminuiría considerablemente.

La siguiente tabla demuestra el dinero perdido por piezas dañadas durante la calibración.

Desperdicio por Calibración					
PIEZAS	Lote	Des. Total	Porcentaje	Costo unitario	Costo total
Contrapuerta 24" Avant – Spazio	188949	100	0,05	3	300
Contrapuerta 32" Avant- Spazio	32087	124	0,39	4,25	527
Contrapuerta Quarzo 32	11705	54	0,46	5,35	288,9
Contrapuerta Quarzo 24"	17396	29	0,17	4,55	131,95
	250137	307	0,12		1247,85

TABLA 3. DESPERDICIOS EN MONTAJE

Fuente: Departamento de Ing. industrial – Induglob S.A.

La propuesta de aplicación de la herramienta SMED en la sección de metalmecánica permitiría realizar de manera más técnica el proceso de calibración reduciendo en un 50% el desperdicio de material por esta causa.

2.5. CONCLUSIONES

La situación actual en el Área de Metalmecánica demanda trabajar en soluciones que aporten directamente a disminuir los dos desperdicios críticos en sus procesos de producción. Los dos desperdicios críticos de Metalmecánica son los tiempos improductivos y el desperdicio de material por piezas dañadas.

La sección de Montaje como parte del área de Metalmecánica debe aportar en disminución de estándares en el tiempo de cambio de matrices y en disminución de piezas dañadas durante los set ups; es por eso que el grupo de técnicos montajistas ha visto necesario trabajar con una nueva filosofía como el SMED que ayude a mejorar como mínimo un 30% en el tiempo de cambio de matrices.

CAPÍTULO 3

PROPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE SMED.

3.1. INTRODUCCIÓN

En empresas como Induglob S.A., en la que se produce 50 tipos de cocinas con tamaños desde 20, 24 hasta 32 pulgadas; como también 20 tipos de Refrigeradoras con volúmenes desde 8 a 10 pies cúbicos y de 12 a 15 pies cúbicos, se genera una necesidad inevitable de realizar múltiples preparaciones de máquinas, herramientas y utillajes para los cambios de productos.

Este capítulo consiste en plantear mejoras que permitan disminuir los tiempos de preparación, como plan piloto, en el cambio de matrices para embutir contrapuerta de horno 24” y 32” en los modelos Quarzo y Avant. Al demostrar que los tiempos de cambio en matrices para embutir contrapuertas pueden disminuir aplicando SMED, el proyecto de mejora sería aplicable a todos los procesos ejecutados en Metalmecánica. El orden lógico de implantación de SMED se lo hará empezando por los procesos más críticos.

SMED es la filosofía y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos. Nació por la necesidad de lograr la producción JIT (justo a tiempo), y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer cada vez más lotes pequeños.

El Ingeniero Shigeo Shingo (Japón 1909 - 1990) señaló que erróneamente, los esfuerzos que incurren las empresas en cambios de utillaje y herramientas, se han

dirigido hacia mejorar las habilidades de los operarios de producción y pocos se han orientado a la mejora del procedimiento previo y posterior de cambio de utillaje.

La necesidad del SMED surge cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de producción deben ser lotes pequeños; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se reduce el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes que incrementan el tamaño de las bodegas de producto terminado, y con el consiguiente incremento de costes.

Cambio de utillaje y herramientas.- Son todas las operaciones que se ejecutan desde que la máquina se encuentra parada para proceder al cambio de lote de producción hasta que la máquina empieza a fabricar la primera unidad del siguiente producto en las condiciones especificadas de tiempo y calidad. El intervalo de tiempo correspondiente es el tiempo de cambio.

SMED permite disminuir los tiempos perdidos en las máquinas debido al cambio de utillaje obligatorio para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta técnica son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

Shigeo Shingo se encontró con dos tipos de operaciones al estudiar el tiempo de cambio en una prensa:

- Operaciones Internas: Se ejecutan con la máquina parada.
- Operaciones Externas: Se ejecutan con la máquina en marcha.

El objetivo es analizar todas estas operaciones, clasificarlas, y ver la forma de pasar operaciones internas a externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios.

El objetivo de este estudio es demostrar cuales son los beneficios y ganancias al implantar SMED en los métodos de Metalmecánica actualmente el proceso cuello de botella en el sistema productivo de Induglob S.A.

3.2. PROUESTA DE LA TÉCNICA SMED PARA LAS MATRICES DE EMBUTIDO DE CONTRAPUERTAS EN MODELOS QUARZO Y AVANT

Implantación de la herramienta SMED.- Consta de cuatro etapas:

- *Etapa preliminar.-* Estudio de la operación de cambio.
- *Primera etapa.-* Separar tareas internas y externas.
- *Segunda etapa.-* Convertir tareas internas en externas.
- *Tercera etapa.-* Perfeccionar las tareas internas y externas.

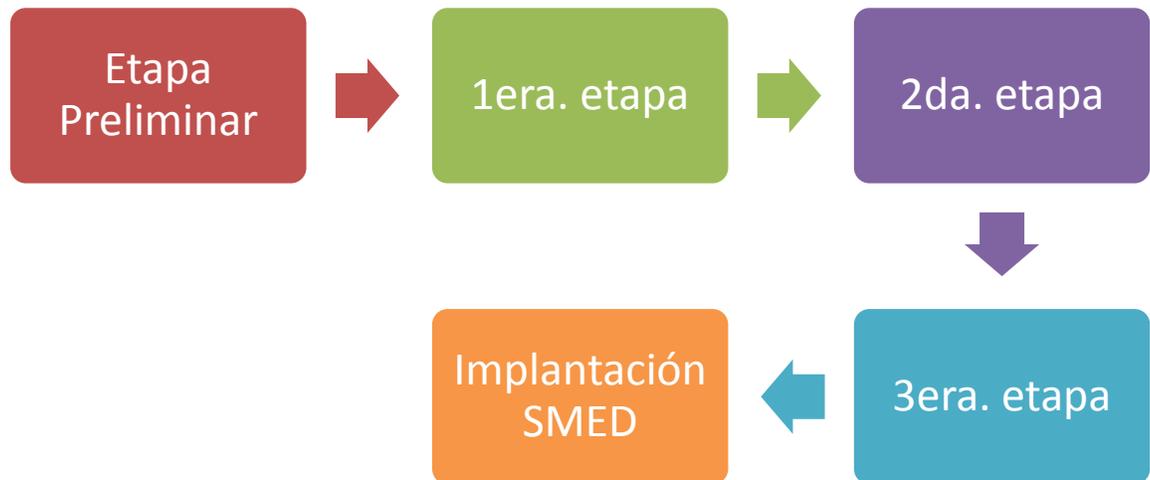


FIGURA 4. ETAPAS DE SMED

Fuente: Autor.

Etapa preliminar.- “Lo que se ignora no se puede perfeccionar”. En esta etapa se realiza un análisis detallado del proceso inicial de cambio con las siguientes actividades:

- Registrar los tiempos del cambio:
 - Conocer la media y la variabilidad.
 - Escribir las causas de la variabilidad, estudiarlas y analizarlas.

El tiempo estándar de cambio de matrices para embutir contrapuertas en todos los modelos se ha generalizado en 45 minutos y fue establecido por el departamento de Ingeniería Industrial.

En la tabla siguiente se demuestra cada uno de los pasos o actividades que se realizan en el cambio de matriz para embutir contrapuertas. La información fue tomada junto con el grupo de técnicos de montaje del turno de la mañana y el turno de la tarde; también, la misma fue analizada y autenticada por el departamento de Ingeniería Industrial.

TABLAS DE TIEMPOS TOMADOS EN EL CAMBIO DE MATRICES PARA EMBUTIR CONTRAPUERTAS 24” Y 32” EN MODELOS QZ. Y AVANT.

ACTIVIDADES	TIEMPO (min).
Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,00
Traslado de carro de herramientas a máquina	2,00
Escanear inicio de Set Up.	0,08
Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,50
Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,17
Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	5,00
Colocar martillo en punto muerto superior.	0,12
Llamar a montacargas y esperar.	10,00
Desalojo matriz de máquina (montacargas).	2,00
Limpiar mesa de máquina.	0,33
Grabar receta en pantalla.	0,12
Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	2,00
Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,50
Colocado y centrado de matriz nueva.	2,00
Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	5,00
Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,50
Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	5,00
Limpiar matriz.	0,27
Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	1,00
Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,00
Colocar carta de pre control.	0,17
Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	1,00
Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,25
FIN DEL SET UP.	45,00

TABLA 4. PROCOESOS DE CAMBIO DE MATRIZ.

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

Actividades del Cambio de Montaje		TIEMPOS										
		<i>tiempo 1</i>	<i>tiempo 2</i>	<i>tiempo 3</i>	<i>tiempo 4</i>	<i>tiempo 5</i>	<i>tiempo 6</i>	<i>tiempo 7</i>	<i>tiempo 8</i>	<i>tiempo 9</i>	<i>tiempo 9</i>	<i>tiempo 10</i>
1	Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,09	2,02	1,97	2,01	2,00	1,98	2,00	1,99	2,02	2,00	1,96
2	Traslado de carro de herramientas a máquina	2,02	2,08	2,00	1,99	2,00	2,01	1,97	2,00	2,03	1,96	1,99
3	Escanear inicio de Set Up.	0,10	0,08	0,20	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,10	0,04	0,06
4	Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,30	0,35	0,39	0,65	0,49	0,55	0,56	0,45	0,60	0,56	0,58
5	Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16
6	Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	4,89	6,78	5,00	4,57	6,03	4,57	4,34	4,76	4,03	5,01	5,03
7	Colocar martillo en punto muerto superior.	0,10	0,10	0,13	0,09	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
8	Llamar a montacargas y esperar.	12,00	15,00	17,00	15,00	5,00	6,00	10,00	5,00	10,00	10,00	5,00
9	Desalojo matriz de máquina (montacargas).	1,50	2,50	1,80	1,76	2,70	1,50	1,60	2,20	1,73	2,70	2,00
10	Limpiar mesa de máquina.	0,15	0,19	0,45	0,49	0,20	0,40	0,45	0,47	0,15	0,53	0,15
11	Grabar receta en pantalla.	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,14	0,11	0,11	0,14	0,12	0,11
12	Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	1,91	1,98	1,97	1,87	2,05	2,10	2,04	2,08	1,90	2,06	2,08
13	Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,30	0,55	0,57	0,55	0,36	0,58	0,59	0,39	0,53	0,56	0,50
14	Colocado y centrado de matriz nueva.	1,57	1,93	1,96	2,07	2,01	2,04	2,10	2,09	2,08	2,07	2,07
15	Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bidas y alzas.	6,28	4,33	8,01	6,02	3,66	3,60	3,41	3,87	6,04	4,56	5,35
16	Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,39	0,45	0,48	0,51	0,49	0,55	0,59	0,49	0,49	0,52	0,51
17	Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	6,78	4,55	4,00	4,00	5,55	8,70	4,15	4,25	4,50	4,15	4,35
18	Limpiar matriz.	0,20	0,34	0,23	0,35	0,30	0,28	0,26	0,25	0,29	0,23	0,21
19	Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	0,99	0,93	0,98	0,97	0,99	1,10	0,98	0,99	1,05	1,01	1,02
20	Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,01	4,96	4,99	5,03	4,96	4,99	4,98	4,98	5,60	4,99	4,56
21	Colocar carta de pre control.	0,15	0,13	0,10	0,20	0,22	0,21	0,15	0,16	0,15	0,15	0,17
22	Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	0,97	0,96	0,98	0,96	1,04	1,03	1,02	0,99	0,98	1,03	1,00
23	Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,27	0,24	0,22	0,25	0,25	0,23	0,24	0,25	0,24	0,28	0,29
FIN DEL SET UP		48,22	50,71	53,70	49,66	40,76	42,90	41,89	38,15	44,95	44,82	39,28

TABLA 5. TIEMPOS EN CAMBIO DE MATRICES PARA EMBUTIDO DE CTRA.PTAS.HORNO

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

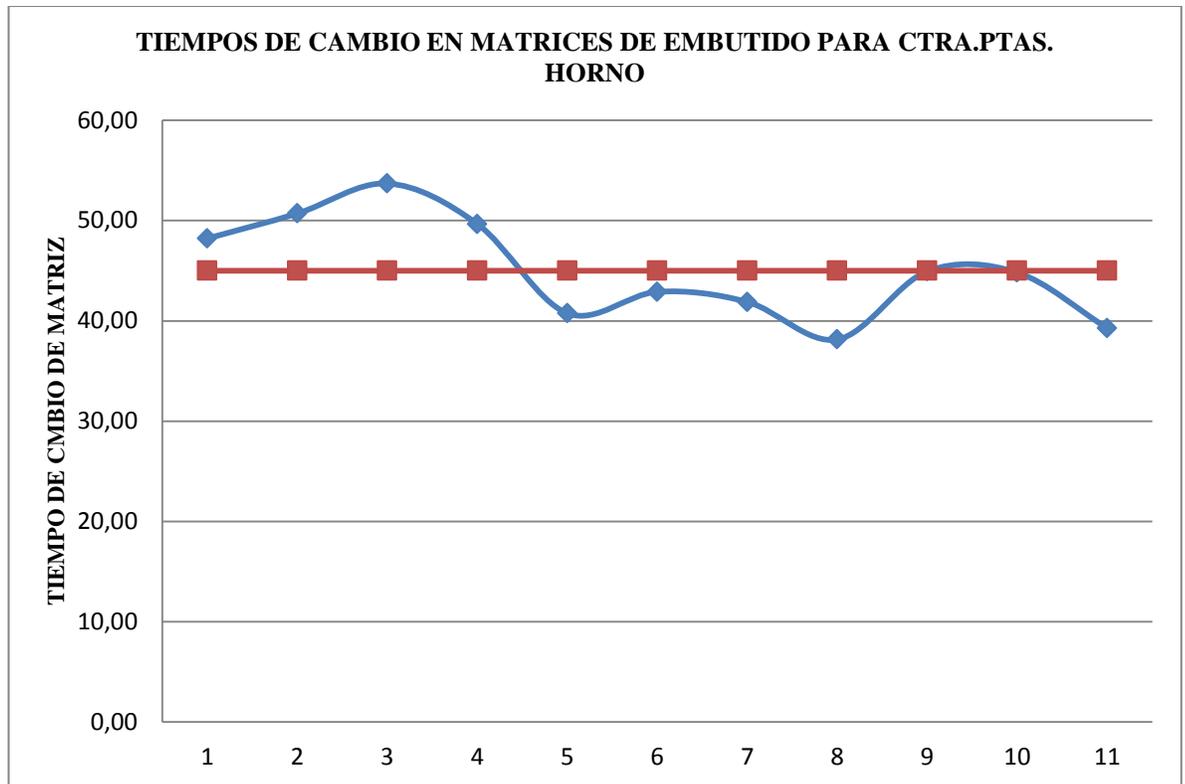


FIGURA 5. TIEMPOS DE CAMBIO EN MATRICES DE EMBUTIDO PARA CTRA.PTAS.HORNO

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

Las causas de variación del proceso encontradas durante el cambio de montaje son:

- Respuesta tardía del montacargas y su operador.
- Pérdida de tiempo en el montaje al no tener herramientas como pines, pernos o alzas en el momento oportuno.
- Desorden en el almacenaje de pines y alzas provocan errores en cantidad y elección de estos materiales.

Otro de los métodos que ayudan en esta etapa del SMED es:

- Estudiar las condiciones actuales del cambio es otro punto de la etapa preliminar:

1. *Entrevistas con operarios (y con el preparador).*

Se realizó una entrevista a 18 colaboradores entre operarios y montajistas de los tres turnos que trabajan en las máquinas 108-003 y 108-002 para el proceso de embutido de contrapuestas.

Las preguntas fueron orientadas a determinar en qué parte del proceso de cambio de matrices se pierde tiempo. Ver Anexo A.

Se tabularon los datos y se demuestra lo siguiente:

MÁQUINA	TURNO	PREGUNTAS						TIEMPO PROM.	
		1	2	3	4	5	6		
108-002	1	B	0	2	5	15	0		
108-002	1	B	0	2	5	15	0		
108-002	1	B	2	2	5	10	0		
108-002	2	A	0	0	5	15	2		
108-002	2	B	2	2	2	10	0		
108-002	2	A	5	0	5	15	2		
108-002	3	B	2	5	5	20	0		
108-002	3	B	2	2	5	10	0		
108-002	3	B	2	5	10	20	2		
108-003	1	A	2	5	5	15	2		
108-003	1	B	0	5	5	20	0		
108-003	1	B	0	5	10	15	2		
108-003	2	B	0	2	5	15	2		
108-003	2	A	0	0	5	15	2		
108-003	2	B	2	2	2	15	2		
108-003	3	B	0	2	5	15	2		
108-003	3	A	2	2	5	15	2		
108-003	3	B	0	2	10	15	2		
		TOTALES	21	45	99	270	22		
		PROMEDIOS	1,17	2,50	5,50	15,00	1,22	25,39	min.
			min.	min.	min.	min.	min.		

TABLA 6. DATOS DE ENCUESTA A OPERADORES

Fuente: Autor.

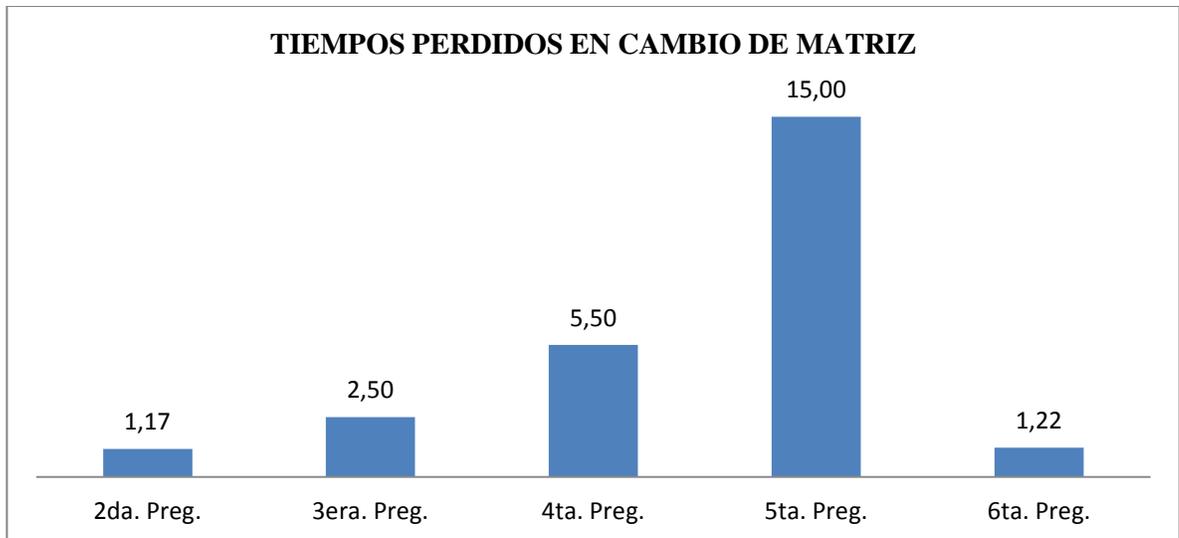


FIGURA 6. TIEMPOS PERDIDOS SEGÚN ENCUESTA

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

Por experiencia la mayoría de los operarios y montajistas en la entrevista coincide en que el mayor tiempo perdido es el de esperar el montacargas para el desalojo y montaje de las matrices.

Este problema se agrava el momento en que el montacargas debe trasladar material de producción a la bodega de producto en proceso por lo que es necesario esperar se desocupe para poder realizar el cambio de modelo.

2. *Grabar en vídeo y mostrarlo después a los trabajadores; sacar fotografías:*

Los técnicos montajistas realizan reuniones mensuales de Círculos de Calidad en las que se aprovechó para mostrar, mediante videos improvisados y fotos, cuáles son los métodos y procesos que se realizan actualmente en el cambio de montaje de matrices de embutido en contrapuestas que obviamente demuestra también cómo



FIGURA 7 METODOS DE CAMBIO DE MATRIZ

se realiza el cambio para diferentes matrices en otros procesos de metalmecánica.

A continuación se muestra mediante fotos algunos de las realidades suscitadas en el cambio de montaje de la matriz de embutido de contrapuestas sujetas a mejorar.



FIGURA 8 MÉTODOS DE CAMBIO DE MATRIZ

Una vez parada la máquina (prensa) y luego de haber pedido al chofer del montacargas retirar la matriz del proceso anterior y colocar la matriz para el nuevo proceso, se transporta todas las alzas, pines, pernos a la máquina.



FIGURA 9. MÉTODOS DE CAMBIO DE MATRIZ

Pueden existir errores al recoger en:

- Número de Pines.
- Elección de pernos y pines para la matriz.
- Número de alzas.
- Número de placas, pernos, y herramientas.

Existen 4 armarios para el almacén tanto de pernos, alzas, pines y herramientas de trabajo para montaje. Cabe recalcar que uno de los armarios es móvil.



FIGURA 10. MÉTODOS DE CAMBIO DE MATRIZ FIGURA 11. MÉTODOS DE CAMBIO DE MATRIZ

La conclusión del grupo montajista fue que las actividades que actualmente realizan se encuentran sujetas a oportunidades de mejora, como el de realizar las actividades de manera secuencial y en equipo, con anterioridad a la necesidad del cambio. Para que esta propuesta se implante, se propondrán a la supervisión cartas de pre control que especifiquen cada una de las tareas a realizarse antes, durante y después del montaje.

Esta etapa es primordial, ya que si se sientan bien las bases se puede evitar posteriores alteraciones del método, al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

Primera etapa.- “Separar las tareas internas y externas”. Aquí se detectan problemas de carácter básico que forman parte de la rutina de trabajo:

- Se prepara las herramientas, piezas y útiles sabiendo que no debe hacerse con la máquina parada, pero se hace.
- Los movimientos alrededor de la máquina y los ensayos se consideran operaciones internas.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc.

Se realizó una tabla indicando todos los pasos, en la que por consenso con el grupo de montaje y supervisor de esta sección se separaron las tareas en internas y externas del cambio de matriz para embutir contrapuertas.

TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS

N°	ACTIVIDADES	TIEMPO (min).	CATEGORÍA		
			INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO
1	Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,00	X		X
2	Traslado de carro de herramientas a máquina	2,00		X	X
3	Escanear inicio de Set Up.	0,08	X		
4	Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,50	X		
5	Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,17	X		
6	Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	5,00	X		
7	Colocar martillo en punto muerto superior.	0,12	X		
8	Llamar a montacargas y esperar.	10,00	X		X
9	Desalojo matriz de máquina (montacargas).	2,00	X		
10	Limpiar mesa de máquina.	0,33	X		
11	Grabar receta en pantalla.	0,12	X		
12	Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	2,00	X		X
13	Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,50	X		
14	Colocado y centrado de matriz nueva.	2,00	X		X
15	Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	5,00	X		
16	Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,50	X		
17	Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	5,00	X		
18	Limpiar matriz.	0,27	X		
19	Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	1,00	X		X
20	Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,00	X		
21	Colocar carta de pre control.	0,17	X		X
22	Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	1,00	X		X
23	Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,25		X	
FIN DEL SET UP.		45,00	42,75	2,25	20,17

TABLA 7. TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS EN CAMBIO DE MATRIZ

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

Como indica la tabla, las actividades anteriores son las que actualmente se realizan y se separan como tareas internas y externas, demostrando la oportunidad de mejora ya que algunas de las actividades consideradas como internas actualmente se pueden realizar con la máquina produciendo y pueden pasar a ser actividades externas.

En el montaje actual las tareas Internas son la mayor parte de los pasos del cambio de matriz con un tiempo de 42,75 minutos. Las tareas Externas en el cambio ocupan un tiempo de solamente 2,25 min.

En la diferenciación de tareas internas y externas el grupo de montajistas decidió identificar en qué tareas es mayor el desperdicio de tiempo. El concepto para considerar las tareas como desperdicio es que son actividades que deben realizarse con anticipación a que la máquina se encuentre parada, para justamente ahorrar tiempo en el cambio de matriz. Ejemplo:

En cada prensa trabajan 3 personas. Una vez parada la máquina una de ellas comunica al personal de montaje la necesidad del cambio. En el tiempo de esperar a que lleguen los montajistas se retiran las mesas y materiales de trabajo cercanos a la máquina o prensa.

Mientras el personal de montaje realiza el desamarre de la matriz se pide al operador del montacargas retire las piezas producidas. El tiempo de esperar que el montacargas deje el material producido en la bodega de producto en proceso y retire la matriz a desmontar es un tiempo que va entre 10 a 15 min.

El desperdicio de tiempo actual en el cambio de matrices es inconsciente, ya que el proceso actual dictamina que así se debe realizar. El grupo y supervisor determinaron las oportunidades de mejora que se proponen en la siguiente etapa de aplicación de la herramienta SMED.

Segunda etapa.- “Convertir tareas internas en externas”. Lo ideal es hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones, etc. fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio.

- Reevaluar para ver si alguno de los pasos está erróneamente considerado como interno.
- Pre-reglaje de herramientas.
- Eliminación de ajustes: las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien. Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de matrices, troqueles, punzones o utillajes por lo que requiere espacios estándar.

TABLA DE TAREAS CON PROPUESTAS DE MEJORA

N°	ACTIVIDADES	TIEMPO (min).	CATEGORÍA			NOTAS DE MEJORA
			INTERNA	EXTERNA	DESPERDICIO	
1	Solicitar a montaje en hoja de reporte (retiro de mesa, cestas, herramientas).	2,00		X	X	} Programación de producción en bitácora. Carteleras de producción en cada máquina.
2	Traslado de carro de herramientas a máquina	2,00		X	X	
3	Escanear inicio de Set Up.	0,08	X			
4	Limpiar y revisar estado de matriz a desmontar.	0,50		X		
5	Colocar llave en switch y cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,17	X			
6	Desamarre de matriz (aflojar pernos, alzas).	5,00	X			
7	Colocar martillo en punto muerto superior.	0,12	X			
8	Llamar a montacargas y esperar.	10,00		X	X	Tablero de mandos y alarmas en el que indique que máquina necesita cambio.
9	Desalojo matriz de máquina (montacargas).	2,00	X			
10	Limpiar mesa de máquina.	0,33	X			
11	Grabar receta en pantalla.	0,12	X			
12	Sacar Pines de matriz anterior y Posicionar nuevos pines y bulones.	2,00		X	X	Pre controles o formatos que indiquen el colocado y # de PINES por matriz y modelo.
13	Limpiar bastidor inferior de la matriz a montarse.	0,50		X		
14	Colocado y centrado de matriz nueva.	2,00	X		X	Guías y señalización en mesa de prensa
15	Trasladar pernos a armar (matriz anterior) Bridas y alzas.	5,00	X			
16	Cerrar martillo en punto muerto inferior.	0,50	X			
17	Amarrar bastidor Superior y subir a punto muerto superior.	5,00	X			
18	Limpiar matriz.	0,27	X			Operarios en el montaje se comprometen autoabastecer
19	Abastecer de plástico, esponja lubricante, franelas, material y láminas.	1,00		X	X	
20	Calibración, aprobaciones y plantilla.	5,00	X			
21	Colocar carta de precontrol.	0,17		X	X	} Operarios realizarán la acción
22	Llenar y colocar hoja de arranque de producción.	1,00		X	X	
23	Desalojo y escaneado de número de piezas dañadas.	0,25		X		
FIN DEL SET UP.		45,00	25,58	19,42	20,17	

TABLA 8. TAREAS INTERNAS Y EXTERNAS CON MEJORAS

Fuente: Autor – Técnicos de Montaje de Induglob S.A.

La mayor parte de tareas internas que se convirtieron a tareas externas las realizan los operarios, quienes son parte fundamental en el cambio de matrices como soporte y equipo del grupo de montaje.

La tarea de mayor impacto por la cantidad de tiempo desperdiciado con la máquina parada es el comunicado que deben realizar los operarios al chofer de montacargas, y el tiempo que tienen que esperar para el desmontaje de la matriz a cambiar y el montaje de la matriz a producir el nuevo modelo.

La propuesta de mejora a esta realidad es colocar un tablero de mandos ya sea en el mismo montacargas o en una zona visible para el montacarguista en la que mediante señales ANDOM⁴, o conocidas comúnmente como señales de luces y alarmas, verifique cual es la próxima máquina en parar y requerir el cambio. Con el programa de producción en cartelera y letreros electrónicos que ya se encuentran instalados en las prensas hidráulicas el operador del montacargas estará informado y podrá reaccionar inmediatamente.



FIGURA12. MONTACARGAS

⁴ Señales ANDOM: Terminología industrial japonesa que significa alarmas visuales de prevención a fallas.



FIGURA 13. PANEL DE CONTROL. FIGURA 14. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

Para el transporte de alzas y pines junto con el grupo de montaje se propuso construir carros en forma de canastas de supermercado. Este sistema ayudaría a transportar las alzas y pines. Las canastas estarán separadas con identificación por tamaño y diámetro. Las filas de las canastas estarán en el orden de acuerdo a cada prensa.



FIGURA 15. CESTAS DE HERRAMIENTAS

En el centrado de las matrices se propone utilización de utillaje tipo regla con grado de 90° con topes que direccionen a las matrices. Otra propuesta es la señalización de las mesas mediante laser o led que señale el punto en el que se tiene que colocar la matriz sobre la mesa de la prensa



FIGURA 16. LÁSERS EN MESA DE PRENSAS.

Otro proceso a realizar y en el que se comprometió a los operarios de las prensas es el de identificar el pre control de la pieza a producir mientras los montajistas amarran la matriz y realizan calibraciones. Actualmente se encuentra un estante en el que se colocan las cartas de pre control. Se identificará las cartas de pre control por prensa.

Es necesario actualizar las matrices que se pueden cargar por prensa para poder tener claro la identificación de pre controles. Hasta el momento se ha actualizado el 70% de prensas.

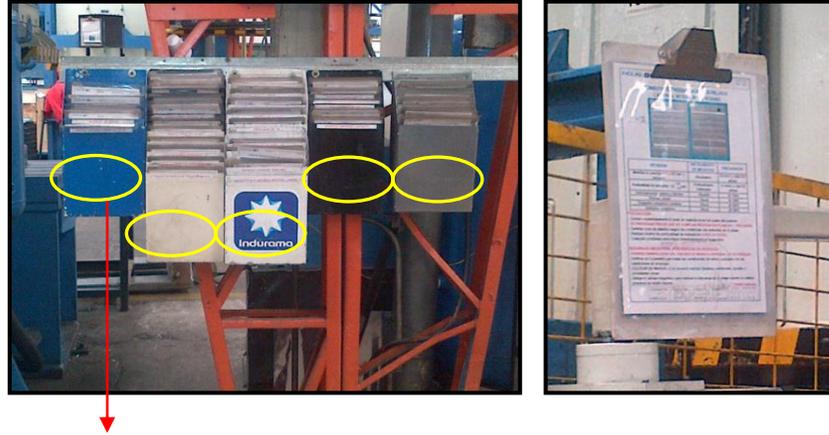


FIGURA 17. IDENTIFICACIÓN DE PRECONTROLES POR PRENSA

Con todas las propuestas de mejora el tiempo de preparación interna en el cambio de matrices para embutir contrapuertas pasaría de 42,75 a 19,42 minutos en una etapa inicial.

El estándar actual de montaje para matriz de embutido en contrapuertas se encuentra declarado en 45 minutos, tomando en cuenta las concesiones. Con la propuesta de mejora el tiempo de montaje tendría un estándar de 23 minutos. La mejora es del 49% y serviría como base para un nuevo análisis y poder conseguir el cambio de matriz en un dígito de minutos.

Tercera etapa.- “Perfeccionar las tareas internas y externas”

El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de la operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas).

Algunas de las acciones encaminadas a la mejora de las operaciones internas más utilizadas por el sistema.

La propuesta para que la sección de montaje perfeccione el amarre⁵ o ajuste en las matrices es la de utilizar las herramientas Clamp⁶.

Estas herramientas permiten la eliminación de pernos, tuercas y alzas que sirven para el amarre de la matriz. El funcionamiento del Clamp consiste en sujetar la matriz mediante pistones de presión que agarran tanto a la base de la matriz como al martillo de la prensa. La precisión de la sujeción es del 100%.

El costo de estas herramientas se encuentra en un valor de \$5 000,00 incluido el sistema de cañerías que conducirían el aceite y aire que proporciona la presión al Clamp. El costo está valuado por prensa, y se aplicaría a las prensas hidráulicas que son las máquinas críticas por trabajar con el mayor número de matrices y con los procesos de embutido.

Los procesos de embutido demandan mayor exactitud en el colocado de matriz en la prensa, debido a la exigencia en la elasticidad del material al momento de formar la plancha.

Implantar el nuevo sistema de amarre por medio del Clamp permitiría realizar el tiempo del Set Up en menos de un dígito de minuto. El proceso es tan fácil que al momento de colocar el Clamp ésta herramienta sujeta a la matriz con la mesa de la

⁵ Amarre: Sujeción de la matriz a la prensa.

⁶ Clamp: En la Industria significa gancho o conector, el cual se utiliza en el extremo de un brazo mecánico para la sujeción, movimiento o transporte de equipos pesados.

prensa, permitiendo al montajista colocar fácilmente los siguientes Clamps para sujetarla por completo a la prensa.

La sujeción de las matrices sería estándar ya que se utilizaría el mismo tipo de Clamps para todas. Los tiempos perdidos por confusión de pernos, tuercas o alzas se eliminaría.

La cantidad de Clamps que se colocarían por matriz sería de 4 a 5, dependiendo de su tamaño. El plan piloto es trabajar con las matrices de embutido para contrapuestas en los modelos Avant y Quarzo; pero se aplicaría progresivamente a todas las matrices con las que trabaja el área de Metalmecánica.

A continuación en la imagen se demuestra las herramientas Clamp y su funcionamiento.



FIGURA18. CLAMPS

Fuente: Supervisión del área de Metalmecánica Induglob S.A.

FOTOS DEL SISTEMA DE SUJECCIÓN POR MEDIO DE CLAMPS

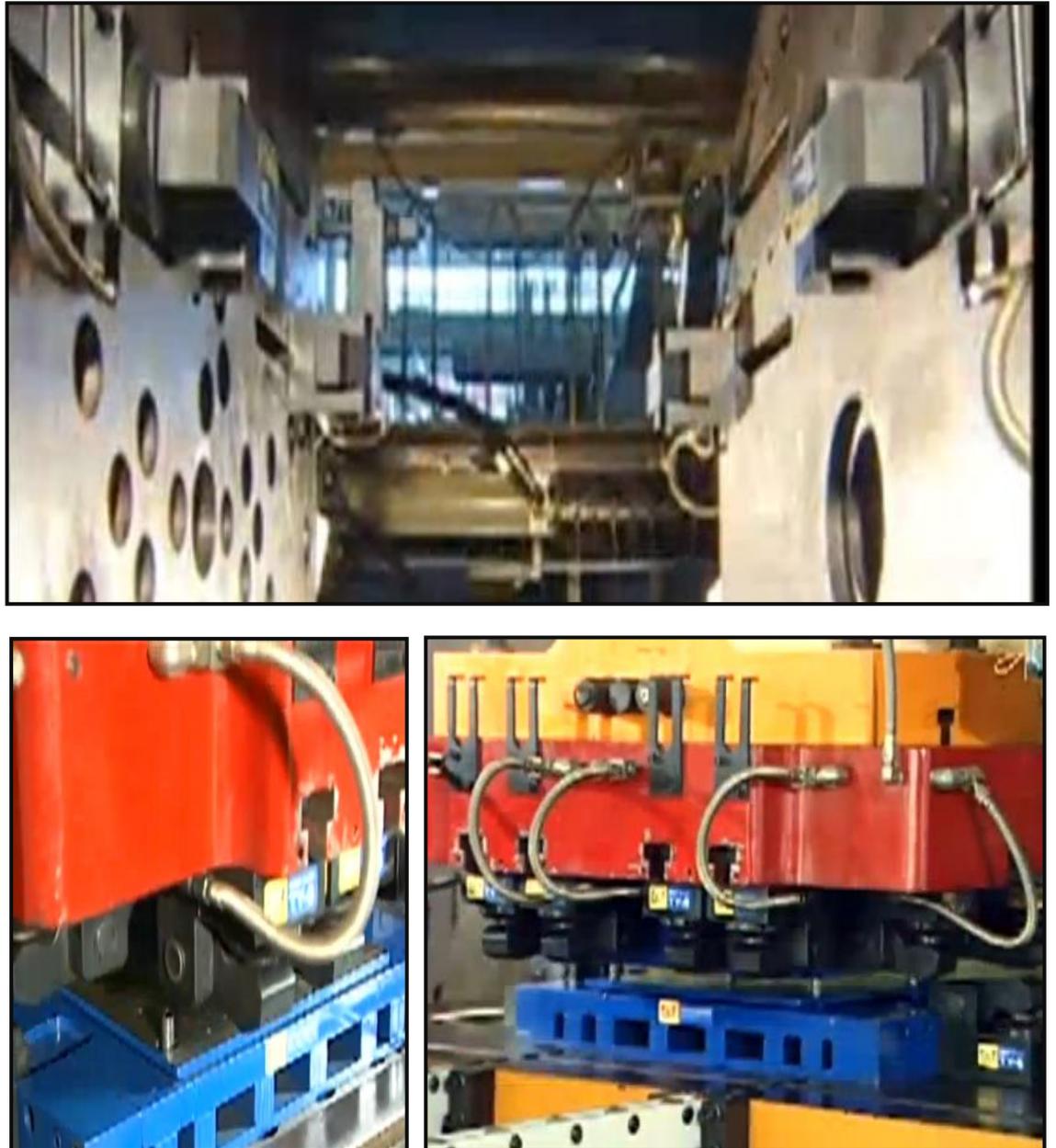


FIGURA 19. SUJECCIÓN DE CLAMPS EN MATRICES.

Fuente: Supervisión del Área de Metalmecánica Induglob S.A.

3.3.Propuesta del sistema SMED para aplicación futura ampliada en Montaje – Metalmecánica

Demostrar que la Herramienta SMED en el Set Up de contrapuertas de todos los modelos genera una mejora del 49% por matriz, permitirá a la sección de Metalmecánica trabajar e implementar esta herramienta.

Para una implantación futura se ha planificado en el tiempo todas las acciones de mejora que permitirán al proyecto sea una realidad. En un esquema bastante similar a la implantación del proyecto SMED en cambio de matrices para embutido de contrapuertas se aplicaría para todos los procesos de cambio en todas las piezas con las que trabaja Metalmecánica.

En metalmecánica existen 150 matrices, cada una con estándar de montaje generalizado en 45 minutos por parte del departamento de Ingeniería Industrial.

Por turno se realizan 50 cambios de matrices. Si se disminuye el estándar solamente de 45 minutos actual a 23 minutos por matriz propuesto en un principio, la mejora en el tiempo de montaje sería de menos 2 250 minutos por turno en todos sus procesos. Este tiempo libre el grupo de montaje lo utilizaría para realizar ensayos o simulacros de montaje de matrices críticas en grupo de 3 montajistas con el apoyo de los operarios, parte fundamental en el cambio de matrices.

PLAN DE ACCIONES DE MEJORA PARA SMED						
ACCIONES	OBJETIVO	PASOS	HERRAMIENTA	DÓNDE	QUIÉN	CUÁNDO
CAPACITACIÓN	Concientizar al personal sobre la importancia y beneficios de reducir el tiempo de montaje	1. Charla de motivación a todo el personal	Presentaciones en Power Point de ejemplos de implementación en otras empresas, videos de motivación	Sala de sesiones	Grupo de mejora continua	Semana 1
		2. Determinar el contenido de la capacitación específica de SMED				
		3. Formar grupos.				
		4. Charla de conocimiento de Filosofía.				
SELECCIÓN DE LA MÁQUINA	Determinar la máquina donde se va a implementar SMED	1. Escoger la máquina a la cual se aplicará el plan 2. Determinar las herramientas necesarias y el personal involucrado.	Observación Directa	En el área de producción	Grupo de mejora continua	Semana 1
OBSERVAR Y DOCUMENTAR EL PROCESO ACTUAL	Determinar las actividades de cambio de molde con sus respectivos tiempos	1. Seleccionar las matrices que mayor dificultad presentan	Hoja de estudio de tiempos hoja de cálculo en Excel	Máquina en la que se aplica el estudio.	Grupo de mejora continua	Semana 1 - 3
		2. Registrar cada una de las actividades realizadas con sus respectivos tiempos.				
DIFERENCIAR Y SEPARAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS	Clasificar las actividades de cambio de molde que se realizan con la máquina en marcha de las que se realizan con la máquina parada.	1. Separar las tareas en internas y externas.	Observación directa	Oficina de producción	Grupo de mejora continua	Semana 4
		2. Realizar una lista de tiempos productivos.				
DETERMINAR LAS MEJORAS	Analizar las posibles soluciones para el cambio de matriz.	1. Convertir las actividades internas en externas.	Lluvia de ideas con los trabajadores.	Sala de sesiones	Supervisores. Grupo de mejora.	Semana 5
		2. Perfeccionar las tareas internas.				
IMPLEMENTAR LAS MEJORAS	Reducir el tiempo de cambio de matriz.	1. Realizar un procedimiento estándar de cambio de matriz.	Instructivos de trabajo, procedimiento de cambio en matrices.	En el área de producción	Supervisores. Grupo de mejora.	Semana 6 - 7
		2. Difundir los procedimientos entre los trabajadores.				
		3. Aplicar los procedimientos.				
CONTROL	Controlar el cumplimiento de las acciones de mejora.	1. Controlar que se cumpla con los procedimientos establecidos.	Hojas de estudio de tiempos, hoja de cálculo de Excel . Tablas y gráfico comparativo.	Máquina en la que se aplica el estudio.	Supervisores. Grupo de mejora.	Semana 8
		2. Registrar cada una de las actividades realizadas con sus respectivos tiempos.				
		3. Comparar el tiempo Inicial con el actualizado.				
		4. Hacer visibles los resultados de SMED				

TABLA 9. PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA PARA SMED

Fuente: Autor y equipo de Montaje

3.4. Análisis Costo beneficio de la propuesta de implantación

La sección de metalmecánica produce 60 000 contrapuertas al mes; 8 600 contrapuertas en promedio semanal. Con el nivel de producción actual, la frecuencia de su ejecución es de 2 veces por semana.

Al implantar esta filosofía en el Set Up de matrices para embutido de contrapuertas la mejora es del 49% en el tiempo por matriz en una primera etapa. Los beneficios lo describiré en:

Mano de Obra: el beneficio del personal de montaje al momento de disminuir de 45 minutos el estándar actual a 23 minutos el propuesto, le sobraría tiempo con el que actualmente no cuenta para planificar y reorganizar los cambios de matrices en toda la sección de Metalmecánica. Otra ventaja en la disminución del tiempo es que en el lapso restante el grupo de montajistas realizaría ensayos de cambios de matrices en equipo, similar al cambio de llantas en fórmula 1.

Materiales: Disminuye el desperdicio de material (60%) en calibraciones, al ejecutar el proceso correctamente.

El proyecto SMED al ser aplicable en Metalmecánica generaría un ahorro significativo del 50% en tiempo improductivo, lo que en cálculos significaría:

- Incremento de la productividad en Metalmecánica ya que el tiempo de montaje ocupa el 20% del total en un turno.

- Se trabaja con 150 matrices en Metalmecánica. El número de cambios por turno es 1,6 en promedio por prensa. Mejorando el 50% en los Set Ups, la flexibilidad en el cambio de matrices incrementaría 1 cambio más por prensa.

3.5.Conclusiones.

La herramienta SMED es un pilar fundamental de la filosofía Lean manufacturing en la que actualmente Metalmecánica se encuentra en proceso de aplicación de este eficaz proyecto.

La filosofía y herramienta SMED no solo exige manejar de manera técnica el tiempo del Set Up, si no que exige también un cambio de actitud en cuanto a la cultura de limpieza, organización y disciplina, que debe tenerse en consideración para éste proceso.

Con las acciones de mejora propuestas para el cambio de matrices, el objetivo es demostrar que el desperdicio de tiempo improductivo puede disminuir sin necesidad de inversiones costosas como mínimo en un 45% a 50% en una primera etapa de implantación.

Como conclusión final SMED además de disminuir el tiempo de montaje e incrementar la productividad en un área de trabajo, mejora la autoestima del equipo de montaje, lo que conlleva ser cada vez más técnicos y expertos en el cambio de utillajes.

CONCLUSIONES

El demostrar cómo con tan pocas inversiones y con creatividad e ingenio se puede organizar los métodos y movimientos, y reducir un 49% de tiempo en los procesos del set up a través de la aplicación de SMED ha permitido al personal de montaje tener la visión clara de la eficacia de esta herramienta, como también el demostrar como una filosofía de producción japonesa puede convertirse en parte de la cultura laboral de una fábrica como Induglob S.A.

El equipo de técnicos montajistas demostró gran ímpetu en la aplicación de SMED por dos razones fundamentales. La primera fue para demostrarse como grupo las oportunidades de mejora del proceso de cambio de matrices, y la segunda fue el realizar el set up eficientemente sin necesidad de mayor esfuerzo físico o de mayor carga horaria.

La supervisión de Montaje y la Jefatura de Metalmecánica se encontraron optimistas al ver que se pueden disminuir tiempos que ellos denominan un desperdicio en un proceso de cambio de matrices, como es el cambio de matriz para embutir contrapuertas; al igual que creen oportuno aplicar en los demás procesos de cambios de matrices para todas las prensas de Metalmecánica.

Como una conclusión final puedo decir que formar parte del equipo de técnicos montajistas me permitió aprender más que del proceso y de la aplicación de la herramienta SMED, como en equipo con un líder que dirige y acompaña se pueden alcanzar los objetivos y metas establecidas de manera eficaz y eficiente.

BIBLIOGRAFÍA:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUATRECASAS, Lluís. Lean Management: La Gestión Competitiva por Excelencia. Profit. España. 2010.
- LIKER, Jeffrey. Las Claves del Éxito de Toyota. 14 Principios de Gestión del Fabricante más grande del mundo. Gestión 2000. España. 2006.
- MONDEN, Yasuhiro. Sistema de Producción Toyota. Macchi. Buenos Aires, 2003.
- WHEAT, Bárbara. Seis Sigma (Un cuento de negocios). McGraw-Hill. New York.2003.
- OTOFUJI, Yoshiya. 5 Pasos para análisis y solución de problemas y 5S, Material de consultoría 2008.
- CÁRDENAS, Agustín. Administración con el Método Japonés. Primera Edición. Cecsá. Colombia. 2003.
- GARCÍA Fernando. Material de trabajo para el módulo de Lean-Six Sigma del Curso de Graduación. Documento Didáctico. Cuenca-Ecuador 2011
- ENCALADA Edison. Material de supervisión Metalmecánica – Induglob S.A. Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador 2012.
- ENCALADA Edison. Material de aplicación Lean Manufacturing en Induglob S.A. Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador 2012.
- DURÁN Pablo. Material de aplicación TPM en Induglob S.A. Documentos de información interna de Induglob S.A. Cuenca-Ecuador 2012.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- LEFCOVICH, Mauricio. *Cambio rápido de herramientas y reducción de tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED*. [en línea]. El Cid Editor. Apuntes 2009. Argentina. Disponible en Web:
<<http://site.ebrary.com/lib/usuaysp/Doc?id=10317017&ppg=1>. Consultado en Agosto 2012.
- GALGANO, Alberto. *Las tres revoluciones caza del desperdicio: Doblar la productividad con la Lean production*. [en línea]. Ediciones Díaz de Santos 2006. España. Disponible en Web:
<<http://site.ebrary.com/lib/uazuaysp/Doc?id=10149752&ppg=1>. Consultado Septiembre 2012.

- 15min. Después de haber comunicado el cambio. ()
20min. Después de haber comunicado el cambio. ()

6. ¿En qué tiempo los operarios empiezan a trabajar luego de terminar el set up?

- 0min. En el Instante en que se comunica la necesidad ()
2min. Después de haber comunicado el cambio. ()
5min. Después de haber comunicado el cambio. ()
10min. Después de haber comunicado el cambio. ()
15min. Después de haber comunicado el cambio. ()
20min. Después de haber comunicado el cambio. ()