



Aplicación de Lean Manufacturing en una fundidora de porta diferenciales y porta engranes

Reporte de Trabajo Profesional

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

Domínguez Maldonado Victor Felipe

ASESOR: Ing. María Guadalupe Durán Rojas

2012

Empresa

Dana Holding Corporation, S. de R.L. de C.V.

Título

Lean Manufacturing aplicado en una fundición de portadiferenciales y porta engranes

Índice

Introducción

Capítulo 1: Descripción de la empresa. -----	5
• Descripción de la empresa -----	6
• Misión -----	6
• Visión -----	6
• Política de calidad -----	6
• Descripción de la planta de Autometales (AMSA) -----	7
• Descripción de operaciones -----	7
• Organigrama -----	8
• Destino de nuestros productos -----	8
• Productos -----	9
• Proceso principal -----	9
Capítulo 2: Descripción del puesto de trabajo -----	10
• Puesto: Becario de Lean Manufacturing -----	10
• Objetivos -----	10
• Objetivo del informe -----	10
• Retos -----	10
Capítulo 3: Implementación del DOS -----	12
• DOS (Dana Operating System) -----	12
○ Filosofía -----	12
○ Definición -----	12
○ Gente -----	12
○ Técnica -----	13
○ Principios -----	13
○ Liderazgo -----	13
• 17 pasos del DOS -----	14

• Descripción del problema -----	22
• Implementación de los 17 pasos del DOS -----	22
○ Desarrollo del mapa del estado futuro -----	22
○ Medición de tiempo de elementos, recopilación de datos -----	23
○ Análisis de trabajo balanceado con el mejor tiempo ciclo repetible, trabajo periódico y fluctuaciones, Takt Time para máxima capacidad -----	26
○ Desarrollo de Yamazumi en el formato de trabajo balanceado -----	37
○ Desarrollo de la tabla de combinación de trabajo, interacción hombre – máquina -----	38
○ Cálculo de operadores y redistribución de trabajo para el Takt Time, nuevo layout y hojas de trabajo estandarizado -----	38
○ Establecer 5´s y control visual para layout -----	40
• Resultados -----	41
Capítulo 4: Proyectos de ergonomía -----	42
• Colgado de CB MM -----	42
○ Descripción del problema -----	42
○ Proceso antes de la mejora -----	42
○ Proceso después de la mejora -----	44
○ Resultados -----	45
• Plataforma de levante para Loramendi -----	46
○ Descripción del problema -----	46
○ Proceso antes de la mejora -----	46
○ Proceso después de la mejora -----	48
○ Resultados -----	49
• Descarga de portadiferenciales de la máquina WH3 -----	50
○ Descripción del problema -----	50
○ Proceso antes de la mejora -----	50
○ Proceso después de la mejora -----	51
○ Resultados -----	52
Capítulo 5: Auditoría ISO : TS 16949 -----	53
• Descripción del problema -----	53
• Desarrollo -----	53
Capítulo 6: Proyecto de Portaengranes RDU para reducir el tiempo de empaque -----	61
• Descripción del problema -----	61
• Análisis del problema -----	61
• Condición anterior -----	62

• Análisis del empaque -----	63
• Solución del problema -----	64
Capítulo 7: Implementación y auditorías 5's -----	66
• Descripción del problema -----	66
• Auditorías cruzadas -----	66
• 1's, Selección: Zona Roja -----	74
• 2's, Orden -----	76
• Resultados -----	78
Conclusiones -----	81
Bibliografía -----	83
Glosario -----	84
Anexos -----	86
• Anexo 1: Matriz de materias de Ingeniería Industrial usadas en el reporte de experiencia profesional -----	86
• Anexo 2: Análisis de operaciones de Acabado -----	87
• Anexo 3: Análisis de operaciones de Corazones -----	93
• Anexo 4: Análisis de operaciones de DISA – Fusión -----	97
• Anexo 5: Método REBA, Colgado de MM -----	100
• Anexo 6: Método REBA, Plataforma de Levante para Loramendi -----	102
• Anexo 7: Método REBA, Descarga de Portadiferencial de la máquina WH3 -----	105
• Anexo 8: Diagrama Yamazumi -----	107
• Anexo 9: Diagrama de Espaguetti -----	109

INTRODUCCIÓN

En el informe presentado a continuación, se reportan los conocimientos aplicados de la carrera de Ingeniería Industrial de Lean Manufacturing en una fundidora de hierro nodular que produce portadiferenciales y portaengranes.

Como parte de la política de la empresa DANA, se tienen que implementar los 17 pasos en las plantas que tiene alrededor del mundo. En la planta donde me encuentro laborando, hemos implementado 12 pasos, de los cuales se me dio el proyecto de implementar del paso 1 al 7. Durante su desarrollo explicaremos en que consiste el Dana Operating System; el cual es un sistema para la eliminación de desperdicios y la optimización de los recursos, se explicara su filosofía y su objetivo dentro de la organización. Durante el transcurso del trabajo se expondrá de qué manera se aplicaron las herramientas que aprendí durante el transcurso de la carrera, así como la forma en que utilice las herramientas de Lean Manufacturing y cómo aplicarlas a nuestro proceso.

Durante mi estancia también me integre al comité de ergonomía, el cual consiste en identificar y desarrollar proyectos para reducir la fatiga física del operador durante el desarrollo del trabajo que realiza en el turno. Tenemos la meta de desarrollar un proyecto de ergonomía por mes, es decir, un total de 12 proyectos al año. Durante la estancia identifique, desarrolle, implemente y mantuve la disciplina de 3 proyectos de ergonomía, los cuales redujeron la severidad ergonómica del trabajo del operador.

En el mes de diciembre de 2011, tuvimos la auditoría de la norma ISO: TS 16949. Esta norma es la que rige nuestra empresa, durante la cual revisamos nuestro mapa de proceso y manual de procedimiento con el Jefe de Calidad. Durante la revisión corregimos nuestro mapa y manual de proceso, también reunimos toda la documentación y evidencia para demostrar que el departamento de DOS, se rige bajo la metodología de la norma y así evitar tener una no conformidad en el transcurso de la auditoría.

El proyecto del tiempo de empaque del portaengrane RDU, se dio porque un día al estar tomando tiempos y movimientos de los operarios para la elaboración del WBT by Operator para el área de Acabado, note que el operador perdía mucho tiempo en adaptar las tarimas a la medida del rack para el empaquetado. Por lo cual busque el apoyo para adquirir el triplay e implementar la mejora. Elabore la evidencia de la mejora que se dio en tiempo de empaque y la muestro en este reporte de experiencia laboral.

Por último desarrolle y di seguimiento a la disciplina 5's llevamos dentro de nuestra empresa. La cual la evaluamos mediante auditorías cruzadas y durante los meses de enero y febrero se dio un reforzamiento a la 1° y 2° "S" para que el personal se involucrara más en este sistema y demostrar que es una disciplina que se puede aplicar a la vida personal. Este paso del DOS requirió un capítulo en este reporte porque esta disciplina debe estar muy bien implementada y debe ser un hábito para el personal porque es necesaria para poder implementar el paso 15 del DOS.

CAPÍTULO 1: Descripción de la empresa

Descripción de la empresa

Dana Holding Corporation es un líder mundial en el suministro de productos de líneas de transmisión (ejes, palieres y transmisiones), tecnologías de energía (de sellado y de los productos de gestión térmica) y componentes originales de los fabricantes de vehículos ligeros y pesados. La cartera de clientes incluye a casi todos los fabricantes de vehículos en el mercado global. Tiene su base en Maumee, Ohio; la compañía emplea aproximadamente a 22,500 personas en 26 países y reporto ventas en el 2010 por \$6.1 billones de dólares.

Misión

Entregar un valor superior a nuestros clientes, generar dinero para nuestros accionistas y aumentar el valor de su inversión.

Visión

Ser la mejor compañía de Manufactura a través del mejoramiento continuo y el respeto a la Gente.

Política de Calidad

En Dana México estamos comprometidos con:

- La satisfacción del cliente
- La excelencia de nuestros productos y servicios
- La Mejora continua

A fin de alcanzar estos objetivos, hemos implementado y mantenemos un Sistema de Calidad, que garantiza el cumplimiento de los requisitos de nuestros clientes.

Descripción de la Planta de Autometales (AMSA)

Dana de México Corporación

División Autometales



Dirección:

Av. De las Industrias No.24

Fracc. Industrial La Presa

Tlalnepantla, Edo. de México, C.P. 54180

Descripción de operaciones

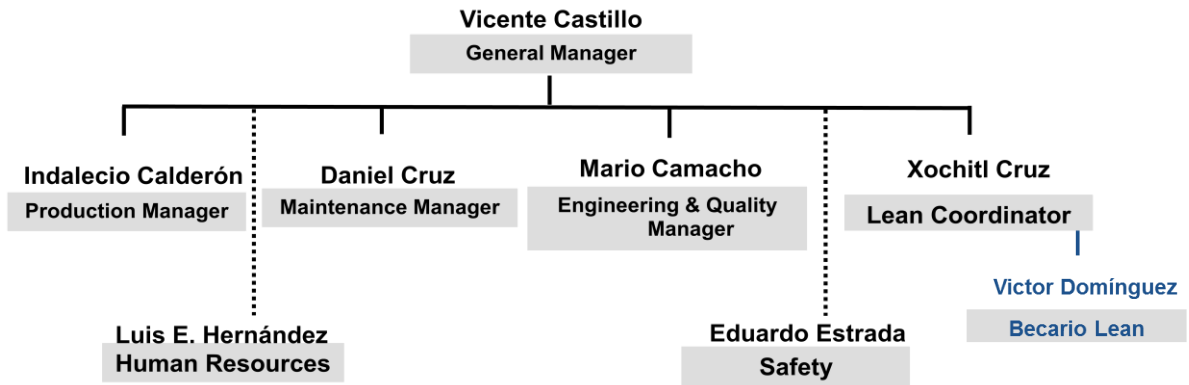
Inicio de operaciones: 1970

Productos: Fundición de Hierro Nodular

Área: 16,000 m²

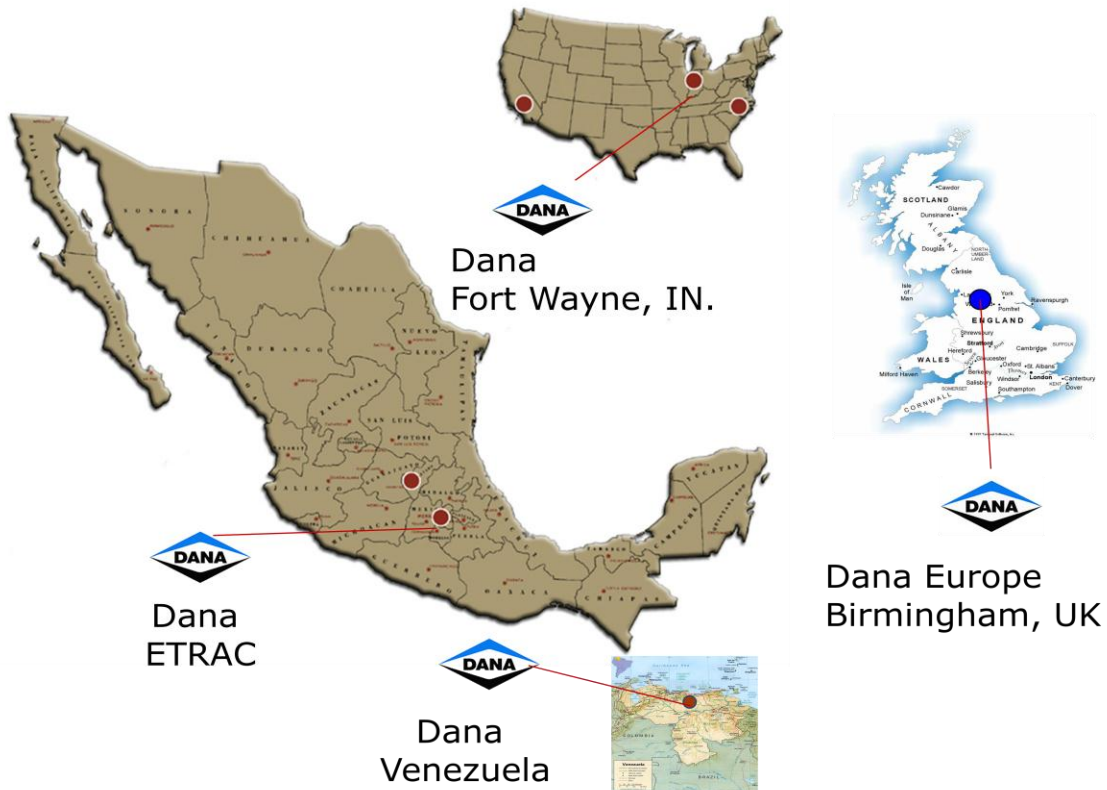
Organigrama

El organigrama de la planta de Autometales:



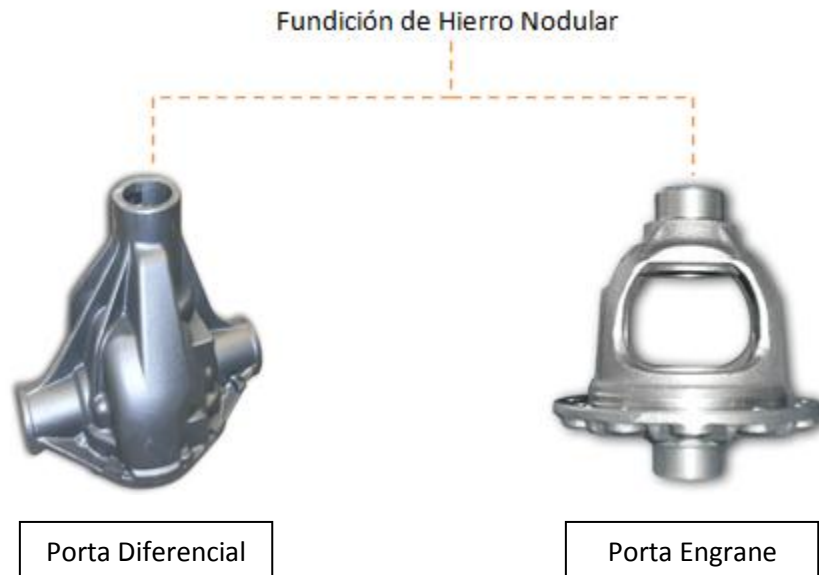
Destino de nuestros productos

Nuestros principales clientes son los siguientes:



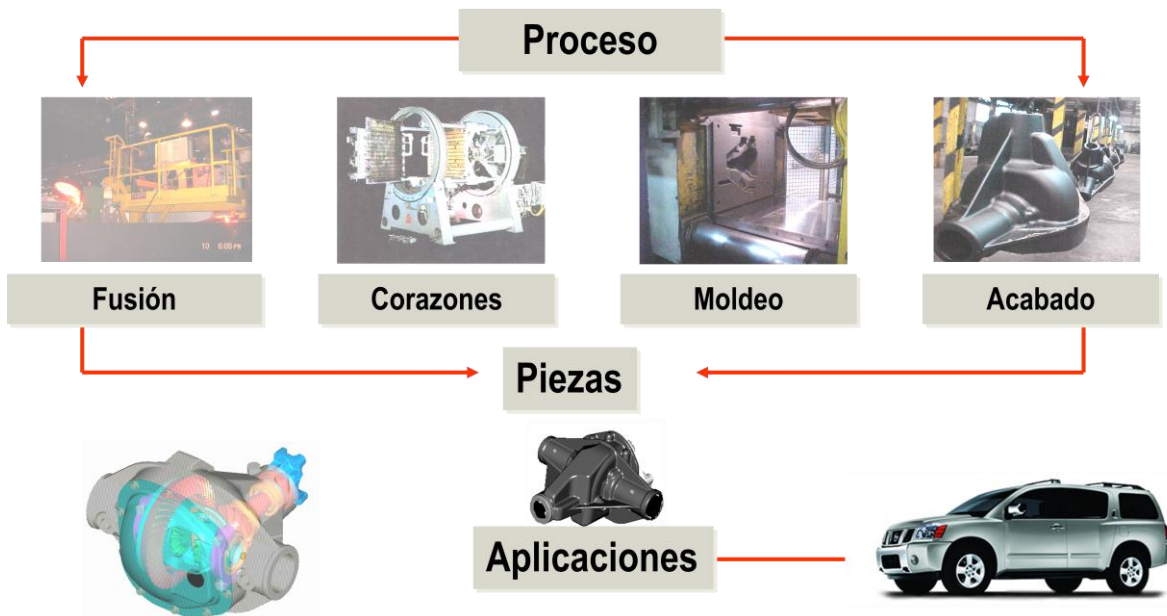
Productos

Nuestro giro es la fundición de hierro nodular para la fabricación de piezas automotrices.



Proceso principal

Estos son los 4 principales pasos de nuestro proceso de producción:



CAPÍTULO 2: Descripción del puesto de trabajo

Puesto: Becario de Lean Manufacturing

El objetivo de este puesto en la planta es implementar y mantener los 17 pasos del sistema operativo de Dana, llevarlos a cabo conforme a las necesidades del proceso y utilizar las herramientas Lean adecuadas para llevar poder implementar los pasos que se requieren.

También se apoyará a otros proyectos para la evaluación, selección, implementación y seguimiento de proyectos de Mejora Continua dentro de la planta de fundición.

Objetivos

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante toda la carrera de Ingeniería Industrial y aplicarlos en Lean Manufacturing para mejorar los procesos dentro de la planta.
- Involucrarme en proyectos de mejora continua dentro de la empresa.
- Adquirir experiencia y habilidad para resolver problemas en la vida profesional.

Objetivo del informe

- Implementar herramientas lean en el sistema operativo de Dana, para aumentar la productividad.

Retos

- Realizar el Workshop en la planta de Autometales para la identificación y eliminación de desperdicios.
- Estabilizar el proceso para realizar posteriormente mejoras.
- Como miembro del comité de ergonomía, llevar a cabo proyectos para reducir la fatiga física de los operadores.
- Revisión con el coordinador Lean del Manual de procedimiento y el Mapa de proceso del departamento DOS para la auditoría ISO: TS 16949.
- Dar seguimiento a las auditorías cruzadas de 5's e implementar acciones complementarias para que este sistema se lleve de forma adecuada en la planta.

Los resultados que se pretenden obtener durante mi estancia como becario dentro de esta empresa son:

- Involucrarme en el proceso para detectar fluctuaciones en la producción, eliminar los mismos para estabilizar el proceso y posteriormente realizar mejoras.
- Identificar problemas ergonómicos dentro de las operaciones que se realizan en la planta y en conjunto con el equipo interdisciplinario que conforma el Comité de Ergonomía, identificar las causas y eliminarlas con equipos auxiliares de trabajo y nuevos métodos de trabajo para disminuir la fátiga física de los operadores.

- Revisar el Mapa de procedimiento y el Mapa de proceso junto con el Jefe de Calidad de la planta para evaluar si se requieren correcciones estos, para cumplir de manera satisfactoria la evaluación de la auditoría ISO: TS 16949.
- Realizar auditorías cruzadas para realizar la evaluación y revisar la evolución de la planta dentro del sistema de 5's. Así como realizar actividades complementarias para el reforzamiento del sistema para concientizar a las personas de la importancia que tiene la implementación de este proceso dentro de la planta y no solo hacer notar que es una forma de trabajo, sino también es una forma de vida.

CAPÍTULO 3: Implementación del DOS

DOS (Dana Operating System)

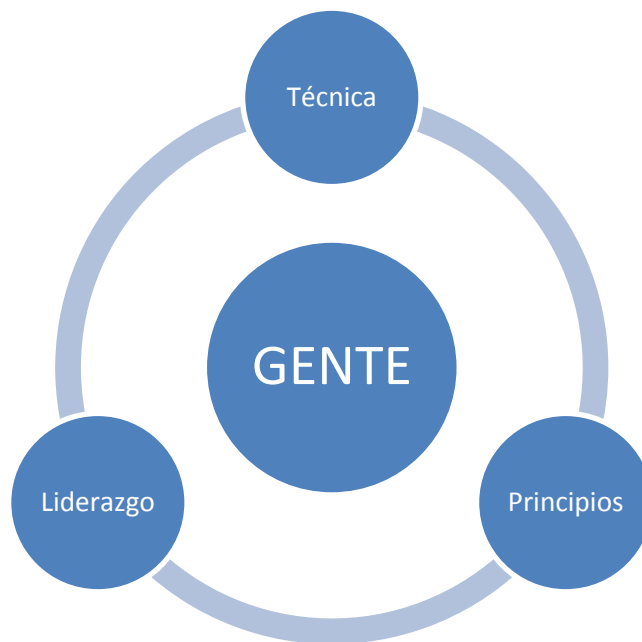
Filosofía

Debemos proteger nuestro negocio:

- ✓ Productos en los que los consumidores confíen.
- ✓ Operar con baja deuda (No debe gastarse ni un centavo si no es necesario).
- ✓ La continúa reducción de costos.

Definición

Es un sistema de operación y gestión administrativa para alcanzar los más altos objetivos de calidad, bajo costo, menor tiempo de entrega mediante la participación y el desarrollo de la gente.



Gente

Desarrollo de las personas que tienen el conocimiento, las habilidades y el liderazgo para implementar y sostener la mejora continua en sus áreas de responsabilidad.

Técnica

- Herramientas / Método DOS
- Visualización
- 5's
- Diseño del proceso
- Trabajo estandarizado
- Calidad a la primera
- Solución de problemas
- Key Performance Indicators (KPI's)

Principios

- Primero el CLIENTE
 - Enfocados en agregar valor.
- Nuestra GENTE
 - Es el activo más importante.
 - Buscando su crecimiento y desarrollo.
- Mejora continua
 - Eliminar desperdicios.
 - Reducir el tiempo de entrega.
 - Reducir la variabilidad.
- Ir y observar
 - Trabajo de equipo.
 - Integridad y respeto.
 - Involucramiento.

Liderazgo

- Atención en la mejora continúa.
- Prioridades y direcciones claras.
- Los líderes son maestros de otros.
- Construcción de equipos.
- Solución de problemas.
- Consistencia y persistencia.



FIGURA 3.1: Modelo del DOS

17 Pasos del DOS

A continuación se detalla la metodología que se está utilizando en el proyecto que actualmente se desarrolla.

El sistema que actualmente se lleva a cabo en esta empresa es un sistema de operación y gestión administrativa para alcanzar lo más altos objetivos de calidad, bajo costo, menores tiempos de entrega mediante la participación y el desarrollo de la gente (Ver figura 3.1).

Actualmente estamos desarrollo el sistema administrativo que se utiliza en el corporativo en todas sus plantas alrededor del mundo y el cual consiste en 17 pasos para el desarrollo pleno del Lean Manufacturing, sin embargo, para en este año 2012, este sistema consistirá en 20 pasos.

En el área que estoy actualmente es la que se encarga de desarrollar este sistema operativo para la planta de fundición y estamos implementando actualmente los primeros 11 pasos, 6 de los cuales estoy encargado de desarrollar junto con los Team Leaders y Group Leaders de las 4 áreas de producción en piso.

A continuación se da un guión de cómo se desarrollara el plan operativo de la implementación de los 17 pasos para obtener resultados reflejados en una mejora de productividad y eliminación de desperdicios, así como mejoras en la seguridad de la planta.

1. Desarrollo del mapa del estado futuro

En esta parte se hace un diagrama de proceso actual que se tiene en la planta para ver las oportunidades que tenemos en la planta para disminuir desperdicios.

2. Medición de tiempo de elementos, recopilación de datos

En esta etapa se dan las mediciones de tiempos de elementos, es decir, vamos a hacer la medición y análisis de las operaciones que se lleven a cabo en producción de dos formas: por operador y por operación. Para este punto recopilaremos la información de las 4 áreas.

3. Análisis de trabajo balanceado con el mejor Tiempo Ciclo repetible, trabajo periódico y fluctuaciones, Takt time para máxima capacidad

En esta parte se analizan las hojas de datos de operaciones y operadores para identificar los mejores tiempos ciclos y tiempos periódicos para saber la capacidad máxima que podemos alcanzar en nuestro proceso, así como identificar los desperdicios de los operadores se tienen y de qué manera poder eliminar las fluctuaciones y trabajos periódicos. Para esta parte usamos las gráficas de Work Balance Table. En esta parte se hace el desarrollo del Diagrama Yamazumi (Ver Anexo 8) en el formato de trabajo balanceado.

4. Desarrollo de Yamazumi en el formato de trabajo balanceado.

El Yamazumi es una herramienta que nos ayudará para identificar el tipo de operación que se lleva a cabo y ver de qué manera podemos distribuir mejor el trabajo entre los operarios los elementos de trabajo.

5. Desarrollo de la tabla de combinación de trabajo, interacción de Hombre – Máquina

Después de analizar las hojas de Value Stream Mapping por operación y operador, podemos establecer un tiempo estandarizado para saber la producción que podemos realizar por turno, hora y semana. En este punto se hace un análisis mediante un diagrama de Espaguetti (Ver Anexo 9) el cual nos sirve para ver movimientos innecesarios y posiciones ergonómicas incorrectas porque en este punto tenemos que ver la interacción entre el hombre y la máquina.

6. Calculo de operadores ideales y redistribución de trabajo para el takt time; nuevo layout y hojas de trabajo estándar

En este se hace un cálculo de operadores ideales de cada área de acuerdo a los datos de la operación, esto se hace con el objetivo de cumplir la demanda del cliente basados en los tiempos estándar que ya obtuvimos en las mediciones pasadas.

$$\text{Operadores Ideales} = \frac{\text{Tiempos manuales por parte}}{\text{Takt Time}}$$

Para posteriormente llenar el siguiente formato para analizar las mejoras en la redistribución del trabajo:

DANA STANDARDIZED WORK CHART			OPERATOR: TUBE PRESS		FROM OPERATION TO OPERATION		DATE: 9/24/09		SIGNATURE		QUANTITY PER SHIFT: 365	
			ELEMENT TIME								TASK TIME: 70	
WORK ELEMENT	Manual	Final	Walk									
PICK & PLACE LONG TUBE	4		3									
PLACE LABEL ON TUBE	2		6									
PICK & PLACE SHORT TUBE	4		3									
SPRAY TUBE	3											
CRIPLE PRESS	7											
PICK & PLACE AGE DISTRIBUTION	8											
INSTALL SPRING SEPTUM	4		3									
INSTALL O-RING RINGS (RS)	4											
INSTALL SPRING WATER (LS)	4		3									
INSTALL O-RING RINGS (LS)	4											
TUBE TIME TO PACKING			3									

7. Establecer 5's y control visual para el layout.

En esta planta aplicamos auditorias de 5's cada mes, realizamos auditorias cruzadas entre las distintas áreas que conforman la planta para posteriormente analizar las hojas de resultados y publicarlas en la red interna de la empresa para saber cómo vamos mejorando en el hábito de las 5's.



Como resultados de la aplicación de la disciplina esperamos:

- Minimizar inventarios
- Sistema visual de inspección

Eliminación de fluctuaciones en línea de producción

Realizar un nuevo layout para esta planta no es limitado, ya que los equipos como hornos y moldeadora es muy difícil de cambiarlos de lugar por lo que con el formato para Diagrama de Espaguetti del punto anterior podemos corregir actividades incidentales del operador durante el turno.

8. Desarrollo de presentación de materiales para el nuevo estándar, con conceptos de “Water Spider”.

Para un futuro se espera aplicar en la medida de lo posible los 5 “No” de un buen sistema de diseño de presentación de material las cuales son:

- NO ELEGIR
- NO BUSCAR
- NO GIRAR
- NO ABANDONAR SU OPERACIÓN
- NO SENTARSE, AGACHARSE, ESTIRARSE

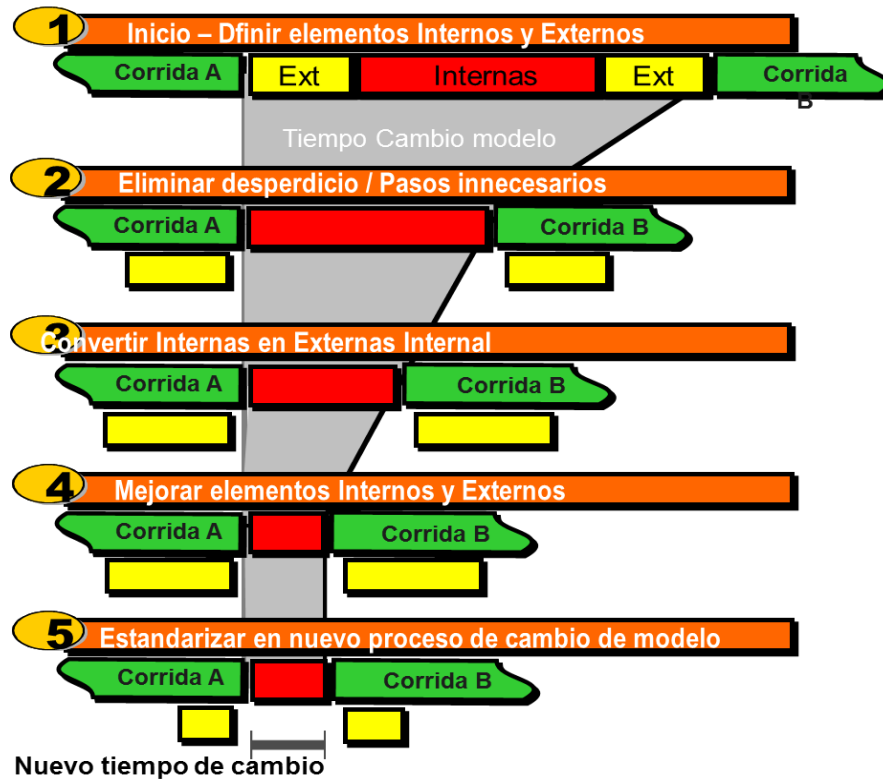
En la situación actual en el área de corazones el problema que se presenta es que los operadores tienen que ir por el pegamento para unir los brazos con el portadiferencial, pero esto puede cambiar si aplicamos el “Water Spider” que consiste en una persona que distribuya los elementos necesarios para el trabajo para que no se mueva de su estación de trabajo.

9. Optimizar y estandarizar el Single Minute Exchange of Die (SMED) para cambios de modelo.

Esto se realiza para el cambio de modelo en la moldeadora DISA para cada modelo en cada Value Stream, esto consiste en:

- Observar y grabar el actual cambio de modelo
- Documentar tareas, tiempos, distancias, etc.
- Identificar desperdicios que pueden ser eliminados
- Distinguir tareas internas y externas
- Convertir tareas internas en externas
- Mejorar las tareas internas y externas
- Documentar el nuevo proceso estándar

De manera gráfica lo podemos resumir así:



10. Desarrollo del rol de Team Leader con mentalidad de “Parar y Arreglar”, a través del enfoque de solución de problemas.

Esto se realiza con las siguientes acciones:

- OJT (On Job Teaching)
- Relaciones humanas
- Concepto de Sistema Operativo
- Team Leader/Group Leader responsabilidades:
 - Seguridad
 - Calidad
 - Productividad
 - Costo
 - Mejora continua
 - Administración
 - Recursos humanos

11. Establecer Layered Process Audit (LPA) para mantener los estándares y reforzar los primeros 10 pasos

Aquí se realizarán periódicamente auditorías en los siguientes puntos para llevar un control de los puntos que ya se pudieron controlar para ir en busca de la mejora continua:

- Seguridad
 - Team Leader al inicio del turno
 - Seguridad e higiene (cada semana)
- Calidad
 - Auditor de calidad
- Trabajo estandarizado
 - Team Leader
 - Group Leader
 - Gerente Operaciones
 - Gerente General.

En el Diagrama 3.2 se muestra un ejemplo de cómo se llenan las auditorías por capa:

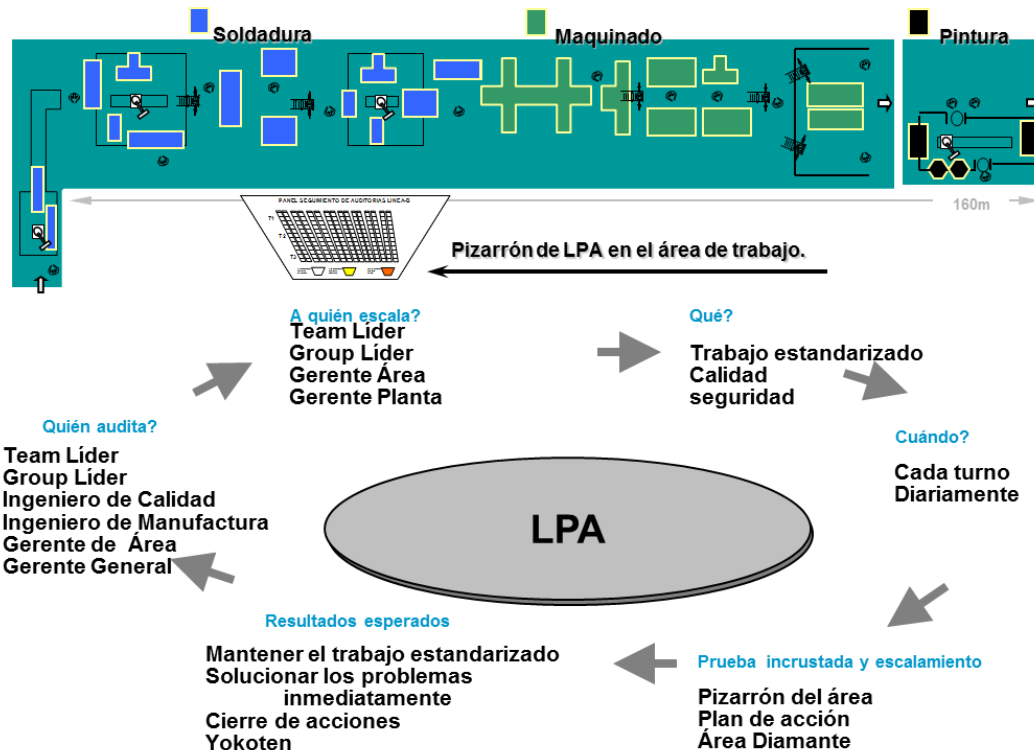


Diagrama 3.2: Ejemplo del flujo de una auditoría por capa

12. Cada Value Stream se ha pre-especificado conexión para Material y Soporte

Kanban o sistema similar para entrega de material Directo e Indirecto (Dentro de las instalaciones).

Pre-especificación

- Salida del sistema
- Ruta (quién hace qué)
- Conexión física (contenedores, tarjetas, etc.)
- Descripción estándar del proceso Kanban (Actividad)

Después se debe realizar la conexión ANDON para soporte con escalamiento:

- 1° nivel: para TL con color y sonido audible.
- 2° nivel: para Mantenimiento con luz y sonido.

13. Cada VS tiene proceso de capacitación, seguimiento y visualización de Team Members calificados.

En este paso se prosigue a la certificación de Team Members:

- Capacitadores usan los 4 pasos TWI para capacitar.
- Matriz de habilidades.
- Capacitación cruzada
- Requerimientos de rotación.

14. Cada VS tiene iniciativas activas de Solución de Problemas.

- Proyecto registrado para mejorar KPI en el VS.
- Team Leaders y Equipos de Soporte deben asistir un día a capacitación de MBF A-3's Problem Solving.
- Equipos resuelven problemas en 4 semanas máximo.

15. Total Productive Maintenance

Este solo se puede implementar cuando los 11 pasos estén completados y el sistema Productive Maintenance esté trabajando.

- Fase 1: Establecer actividades diarias del operador:
 - Verificación de máquinas en arranque, lubricante y aceite.
 - Condición visual de la máquina.
 - Acciones correctivas menores.
 - Documentar y solicitar reparaciones encontradas por los Team Members.

Para implementar esta fase debemos tomar en cuenta los siguientes puntos para incluirlos en la hoja de TPM del operador:

- Limpieza e inspección para áreas problemas.
 - Definir puntos estándar de inspección.
 - Definir el mantenimiento, diario a realizar por Team Members.
 - Implementar tarjetas TPM, símbolos, hojas de registro, conexión con mantenimiento y el proceso de escalamiento.
- Fase 2: PM diario, administración de órdenes de trabajo, análisis estadístico para mantenimiento predictivo.

16. Desarrollar la cultura de parar y arreglar en cada Value Stream (VS).

Fase I:

- Definición del símbolo Poka-Yoke.
- Establecer prueba incrustada.
- Utilizar checklist para verificación.

Fase II:

- Quality Built Into Station (QBIS).
- Verificación de disponibilidad.

Fase III:

- Utilizar Risk Priority Number (RPN) para mejorar los Poka Yokes, controles e inspecciones sucesivas.

17. Reducción de riesgos de Seguridad y Ergonomía en cada Value Stream.

Equipos del Value Stream son capacitados para detectar riesgos de Seguridad y Ergonomía en la línea:

- Identificación de peligros y riesgos.
- Riesgos de traumatismos repetitivos.

La forma de trabajo de estos equipos será la siguiente:

1. Equipos reciben capacitación
2. Evalúan, identifican y desarrollan Planes de Acción para reducir el riesgo.
3. Implementan acciones eliminando el riesgo.
4. Repiten el proceso.

Descripción del problema

La implementación de los 17 pasos del DOS se tiene que realizar como parte del lineamiento del corporativo para estandarizar a sus plantas alrededor del mundo con procedimientos para la eliminación de desperdicios. Anteriormente se empezó a realizar el Workshop de la planta, sin embargo, no se completó el proceso del mapeo de la planta para la identificación de desperdicios, por lo cual se me asignó la tarea de completar los pasos del 1 – 6, para conocer la situación de actual de la empresa e identificar el cuello de botella y eliminar esta restricción.

Implementación de los 17 pasos del DOS

Durante el transcurso de mi estancia en esta empresa he desarrollado los pasos de la manera siguiente, de acuerdo a la forma en que me ha parecido ser la más correcta para desarrollar el sistema de manera plena:

1. Desarrollo del mapa del estado futuro

En esta parte hice un diagrama del estado en que ese encontraba la planta en el momento. Fue un bosquejo de cómo veía la planta (Figura 3.3), para que de manera inicial pudiera identificar áreas de oportunidad, ya que para empezar a mejorar es primordial conocer el proceso. De esta forma durante los primeros días que estuve en la planta me dediqué a conocer el proceso y elaborar un pequeño diagrama de cómo es que funciona, para posteriormente empezar a tomar datos y medir el desempeño de la misma.

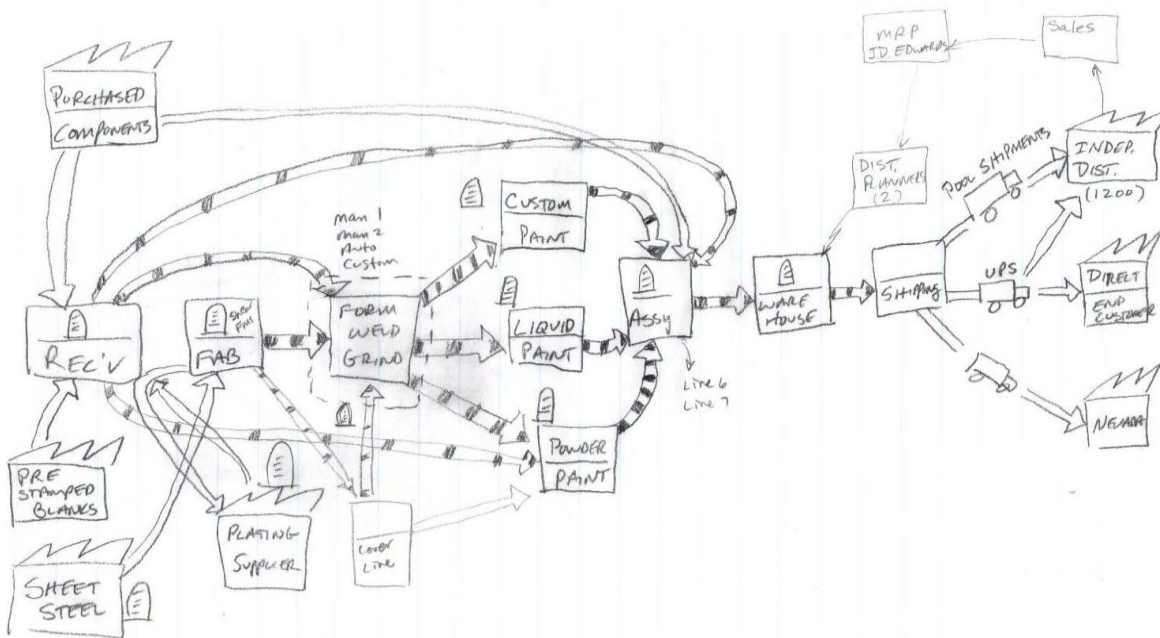


Figura 3.3: Bosquejo para la identificación de áreas en la planta

2. Medición de tiempo de elementos, recopilación de datos

En esta etapa se dan las mediciones de tiempos de elementos, durante recopilación de estos datos nos apoyaremos de los siguientes formatos para poder recopilar la información necesaria para conocer a detalle el proceso y las oportunidades de mejora que tenemos.

El primer formato que llenamos es el Value Stream Mapping (Figura 3.4) por área de producción (Fusión, DISA, Corazones, Acabado). Con este formato se da una visión general de cada área y la forma en que trabajan en ese momento:

Información departamental para el Value Stream Map (Interview Checklist)		Notes
Turnos trabajados por día o turno para satisfacer la demanda del cliente	<input type="text"/>	
Horarios usados para trabajar	<input type="text"/>	
Total de minutos por turno	<input type="text"/>	
Promedio total de minutos disponibles para trabajar por turno	<input type="text"/>	
Tiempo de paros planeados día, semana, mes	<input type="text"/>	
¿Quién es el cliente final?	<input type="text"/>	
Meta: Requerimiento de cliente por turno / mes / año	<input type="text"/>	
Actual: Demostrar el desempeño de la producción	<input type="text"/>	
Número de partes embarcadas por contenedor	<input type="text"/>	
Frecuencia de embarque al cliente día, mes, semana, mes	<input type="text"/>	
Lot sizes scheduled/Tamaño de lote usado	<input type="text"/>	
¿Cada cuando tiene mantenimiento preventivo programado?	<input type="text"/>	
Tiempo extra por día / semana / mes (Horas e impacto \$)	<input type="text"/>	
Falta de material / ¿Cada cuando? e impacto \$	<input type="text"/>	
Premium Freight / ¿Cada cuando? e impacto \$	<input type="text"/>	
Seguridad - Recordable Accidents / Incidentes / Problemas de ergonomía	<input type="text"/>	
¿Cómo contro de producción despliega el programa de producción? Dónde, con que frecuencia, a quien - electrónico, papel, verbalmente	<input type="text"/>	
¿Cómo se entrega el material a la planta? Principales proveedores, frecuencia de entrega, etc.	<input type="text"/>	

Figura 3.4: Value Stream Mapping por área de producción

A continuación se llena el formato de VSM por operación (Figura 3.5), es decir, aquí llenamos la información específica de cada operación en el proceso de acuerdo al diagrama de flujo establecido en el manual de calidad de la planta. En este formato se detalla más la forma en que se llena el formato:

Nombre y número de operación	
No. De operadores	
No. of Safety Recordables	
Tiempo ciclo total (FTF)	
Tiempo ciclo de operador	
Tiempo ciclo de máquina	
Tiempo de espera del operador	
Tiempo de caminado/Distacia	
Tiempo de cambio de modelo	
No. De cambio de modelo	
Retrabajo %	
Paros no planeados %	
OEE %	
Inventario antes de la op.	
Inventario depues de la op.	
<u>Comentarios del operador</u> ¿Qué falla regularmente?	

FTF - Floor to Floor cycle time

Figura 3.5: Value Stream Mapping por operación

3. Análisis de trabajo balanceado con el mejor Tiempo Ciclo repetible, trabajo periódico y fluctuaciones, Takt time para máxima capacidad

Con los datos recopilados en las hojas de datos de operaciones y operadores tomados anteriormente, podemos proseguir a identificar los mejores tiempos ciclos y tiempos periódicos para saber la capacidad máxima que podemos alcanzar en nuestro proceso, así como identificar los desperdicios de los operadores durante su operación y ver la manera para poder eliminar las fluctuaciones y trabajos periódicos. Para esta parte usamos las gráficas de Work Balance Table y el gráfico Yamazumi.

En estas gráficas se debe incluir el Takt Time previsto para el mes o para el año, dependiendo la información que se requiera. El Takt Time se define como el tiempo necesario que una pieza necesita en cada operación para satisfacer la demanda del cliente y se puede obtener:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ (Segundos\ disponibles\ por\ días\ laborales)}{Volumen\ (Requerimiento\ de\ producción\ por\ día,\ semana,\ mes,\ año)}$$

Teniendo el TT para el periodo de tiempo que se requiera, proseguimos a identificar en cada hoja del formato de Time Element Analysis las operaciones que son: Valor Agregado, Incidental y Desperdicio; se distinguen con el siguiente criterio:

- **Valor Agregado (VA):** Si la operación da valor al producto
- **Incidental (I):** Es una operación que no da valor al producto, pero es una actividad que se tiene que realizar en la operación.
- **Desperdicio (W):** Es todo aquello que consume recursos pero que no agrega valor al producto.

Por ejemplo en la siguiente Imagen 3.7 se muestra la forma como se identifican en la hoja TEA:

Elemento	Tiempo ajustado (seg)	
Toma pieza	7	I
Esmerila pieza	22	V.A.
Deja pieza	2	I
Espera		W

Figura 3.7: Identificación de actividades

A continuación se presenta el análisis que se realizó para las 4 áreas de producción. Se realizó el Work Balance Table para el Operador y para la Máquinas para identificar si el problema en la operación es el equipo (para posteriormente analizar si es falta de mantenimiento, capacidad del equipo, etc.) o si es el operador (falta de habilidad, falta de capacitación, etc.).

Acabado

Work Balance Table by Operator (WBTO)

El análisis de las operaciones de los operadores se puede verificar en el **Anexo 2**.

Este es el análisis de WBT por operador para la línea de portadiferenciales (Figura 3.8) y la línea de portaengrane (Figura 3.9) del área de Acabado.

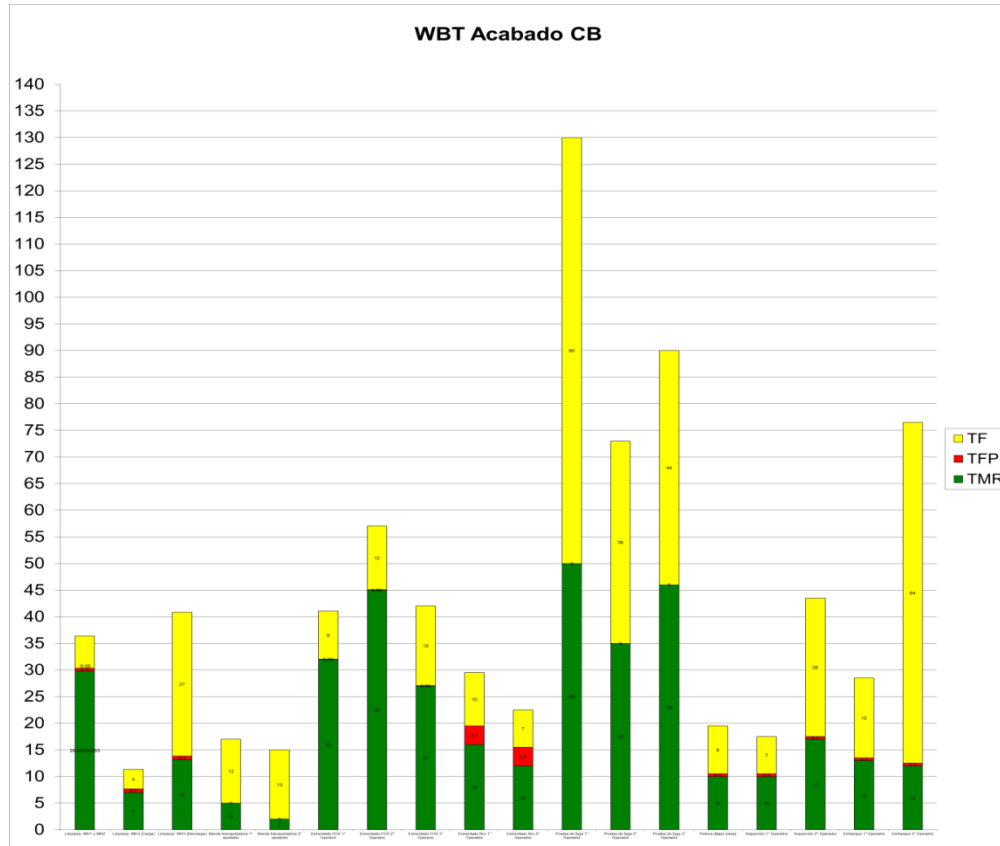


Figura 3.8: WBT por operador de Acabado, línea de portadiferencial

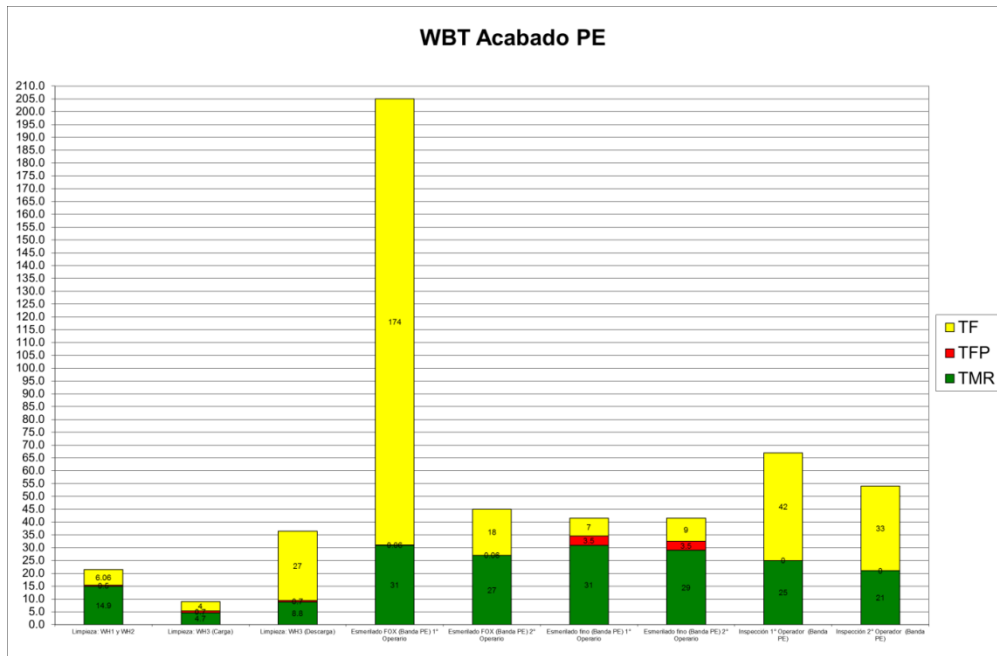


Figura 3.9: WBT por operador de Acabado, línea de portaengrane

Work Balance Table by Machine (WBTM)

Este es el análisis de WBT por máquina para la línea de portadiferenciales y portaengranes por tiempos (Figura 3.10) y la representación gráfica del análisis (Figura 3.11)

WBT Acabado CB									
	WH1	WH2	WH3	Esmerilado FOX	Esmerilado fino	Prueba de fuga	Pintura	Inspección	Embarque
Tiempo máquina (seg)	1123	1123	1259	22	11	30	8	5	4
Tiempo máquina por pieza (seg)	37.4	37.4	5.2	7.3	5.5	10	8	2.5	2
WBT Acabado PE									
	WH1	WH2	WH3	Esmerilado FOX	Esmerilado fino	Inspección			
Tiempo máquina (seg)	1123	1123	1259	22	23	17			
Tiempo máquina por pieza (seg)	8.6	8.6	1.7	11	11.5	8.5			

Figura 3.10: WBT por máquina de Acabado, línea de portaengrane y portadiferencial

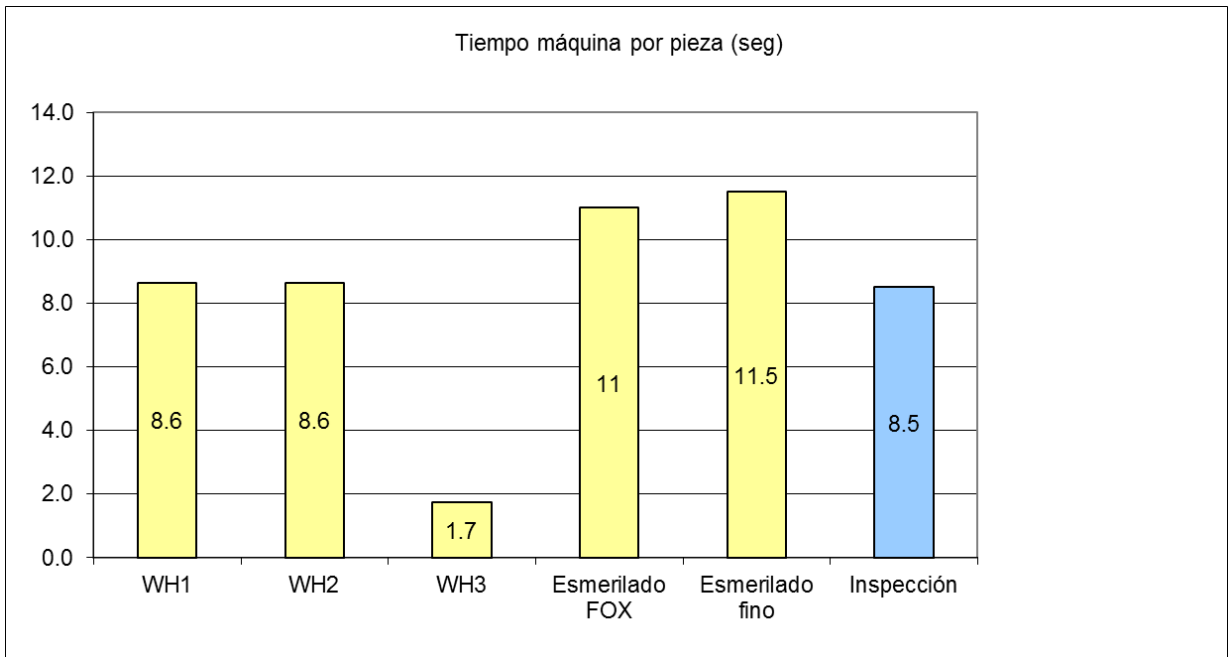
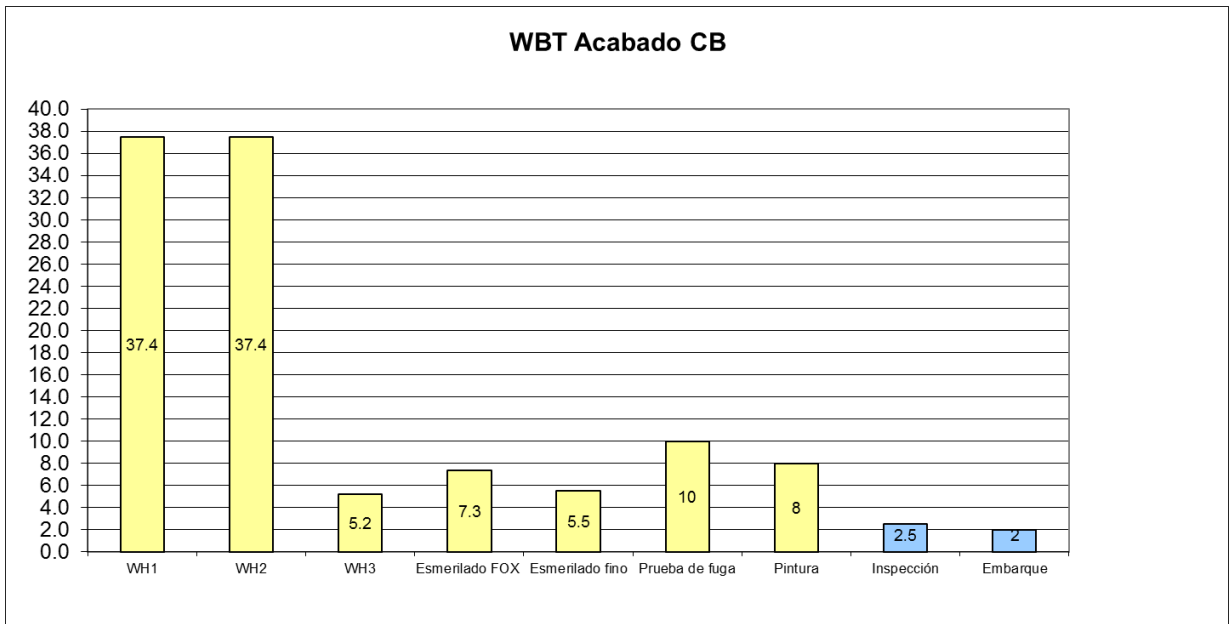


Figura 3.11: Representación gráfica del WBT por máquina de Acabado, línea de portaengrane y portadiferencial

CORAZONES

Work Balance Table by Operator (WBTO)

El análisis de las operaciones de los operadores se puede verificar en el **Anexo 3**.

Este es el análisis de WBT por operador para el área de corazones (Figura 3.12)

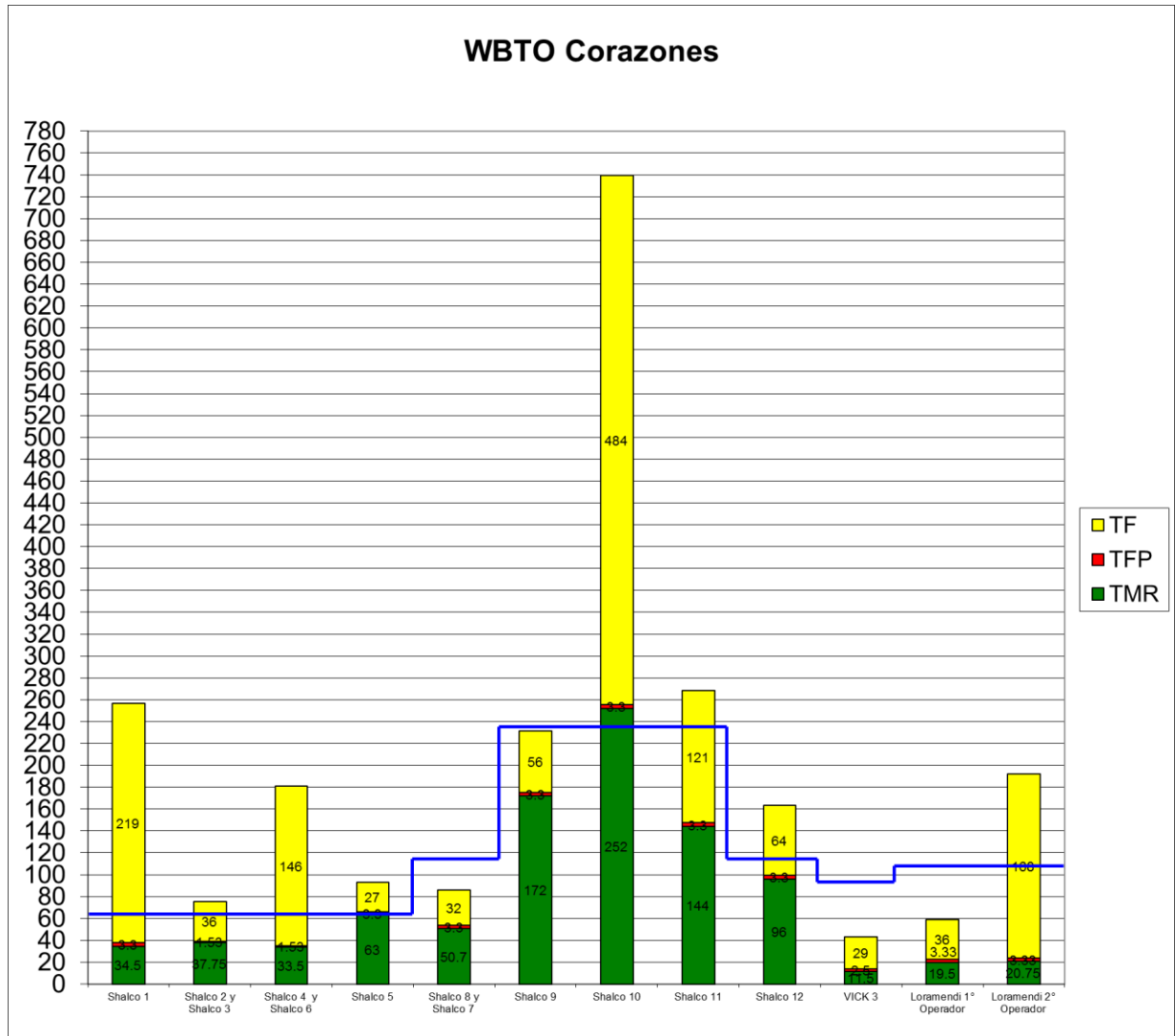


Figura 3.12: WBT por operador de Corazones

Work Balance Table by Machine (WBTM)

Este es el análisis de WBT por máquina para el área de Corazones(Figura 3.13) y la representación gráfica del análisis de las Shalcos 1-6 (Figura 3.14), Shalcos 7-12 (Figura 3.15), VICK 3(3.16) y Loramendi (3.17)

WBT Corazones														
	Shalco 1	Shalco 2	Shalco 3	Shalco 4	Shalco 5	Shalco 6	Shalco 7	Shalco 8	Shalco 9	Shalco 10	Shalco 11	Shalco 12	VICK 3	Loramendi
	107	112	177	142	99	130	244	270	200	196	182	177	101	80
Tiempo máquina (seg)	26.75	56	88.5	71	49.5	65	244	135	200	196	182	88.5	25.25	20

Figura 3.13: WBT por máquina de Corazones

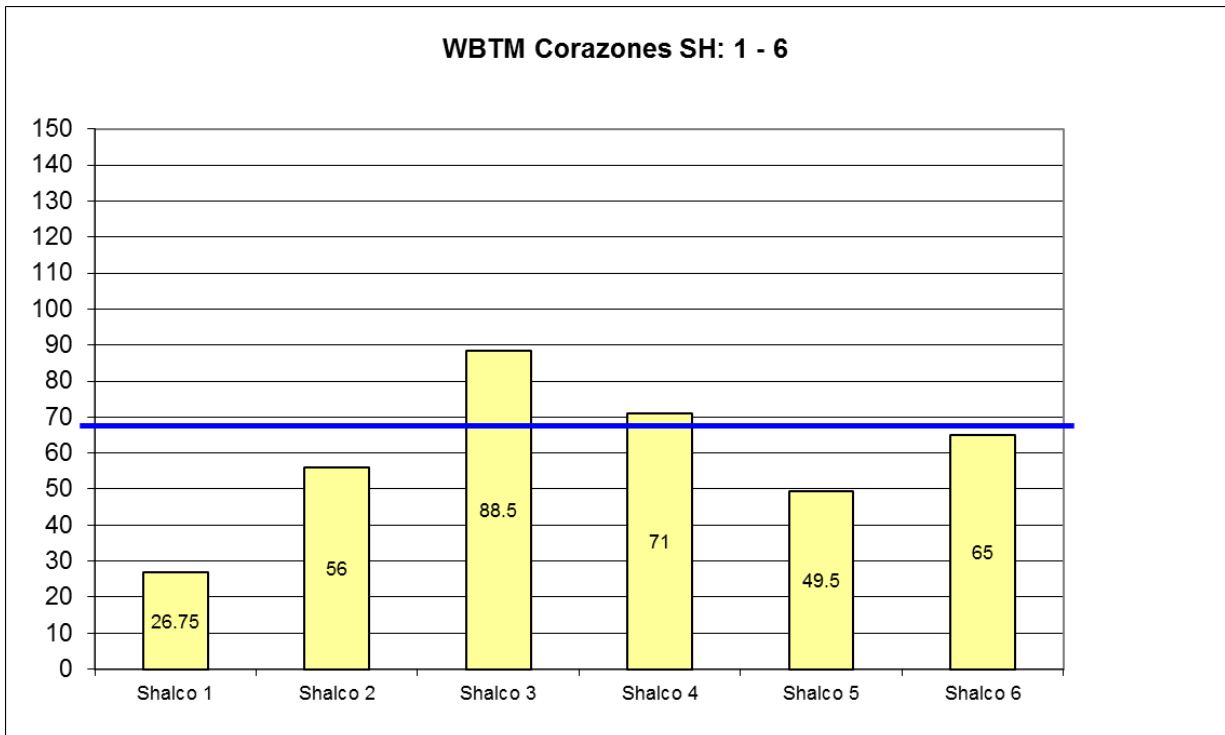


Figura 3.14: Representación gráfica del WBT por máquina de Corazones, Shalco 1-6

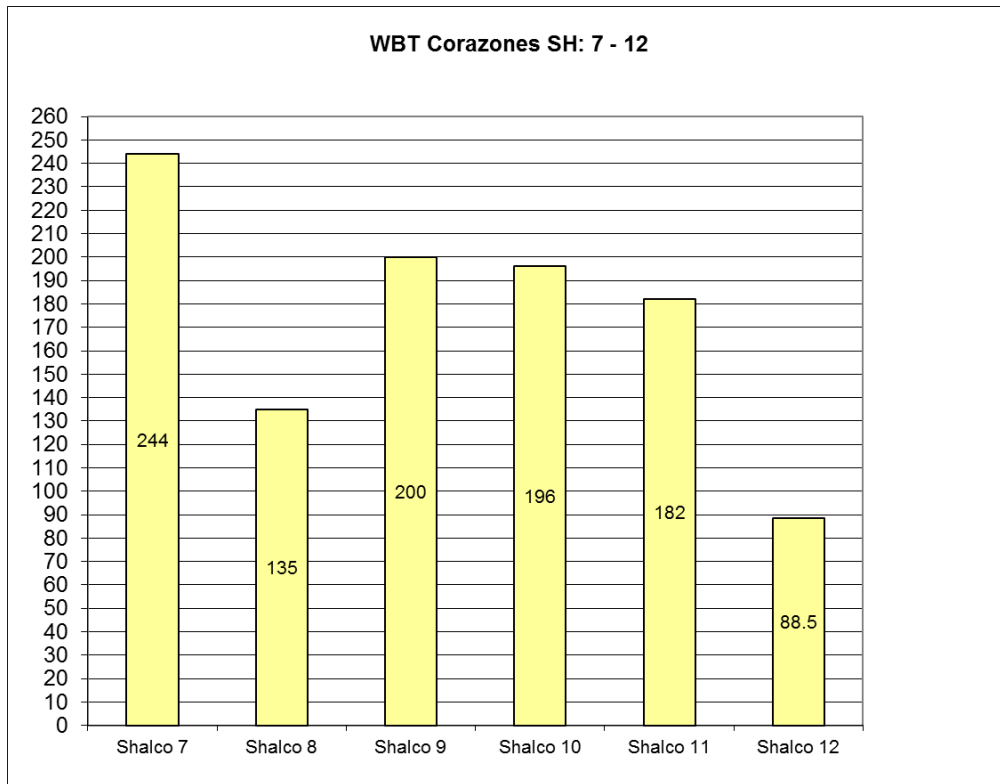


Figura 3.15: Representación gráfica del WBT por máquina de Corazones, Shalco 7-12

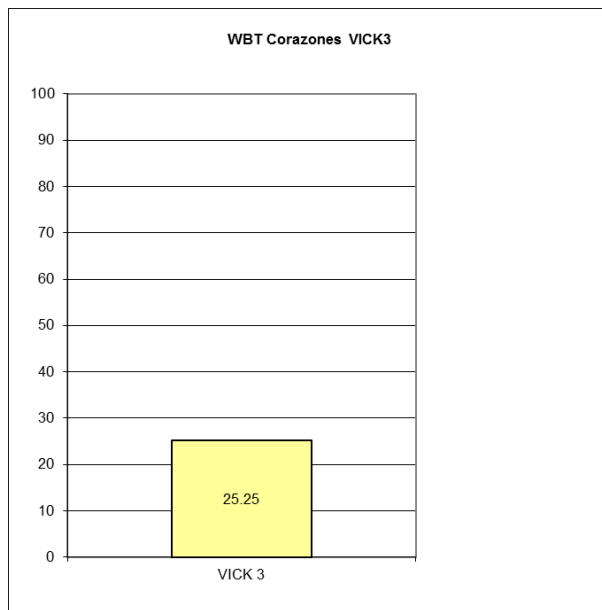


Figura 3.16: Representación gráfica del WBT por máquina de Corazones, VICK 3

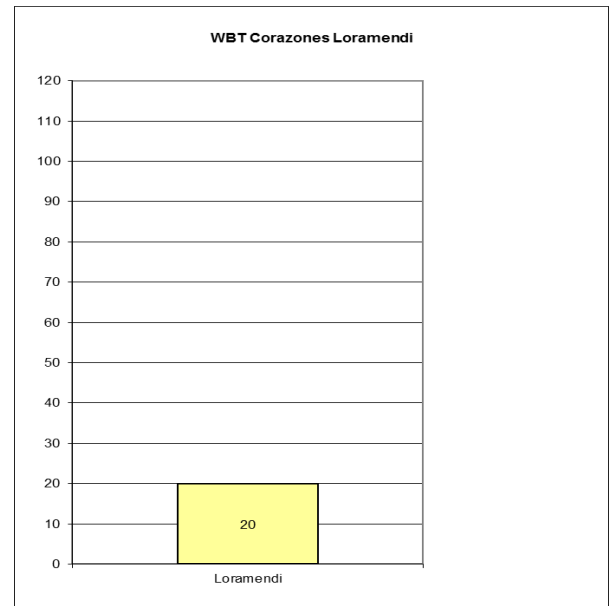


Figura 3.17: Representación gráfica del WBT por máquina de Corazones, Loramendi

DISA – Fusión

Work Balance Table by Operator (WBTO)

El análisis de las operaciones de los operadores se puede verificar en el **Anexo 4**.

Este es el análisis de WBT por operador para el área de DISA (Figura 3.18), Fusión (Figura 3.19) y Marreo (Figura 3.20).

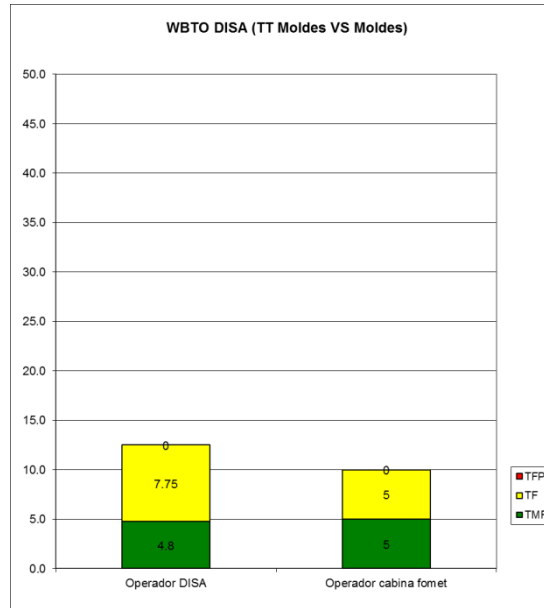


Figura 3.18: WBT por operador de DISA

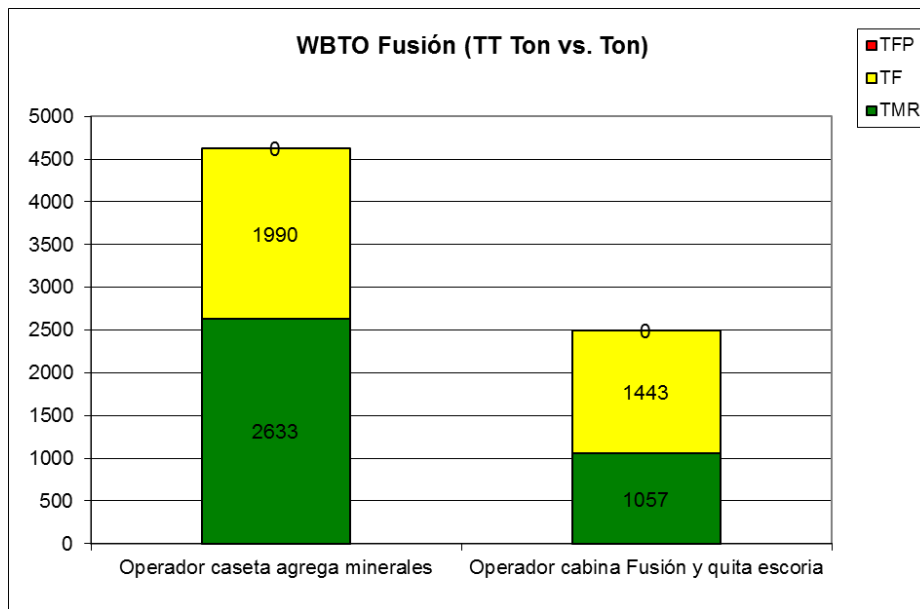


Figura 3.19: WBT por operador de Fusión

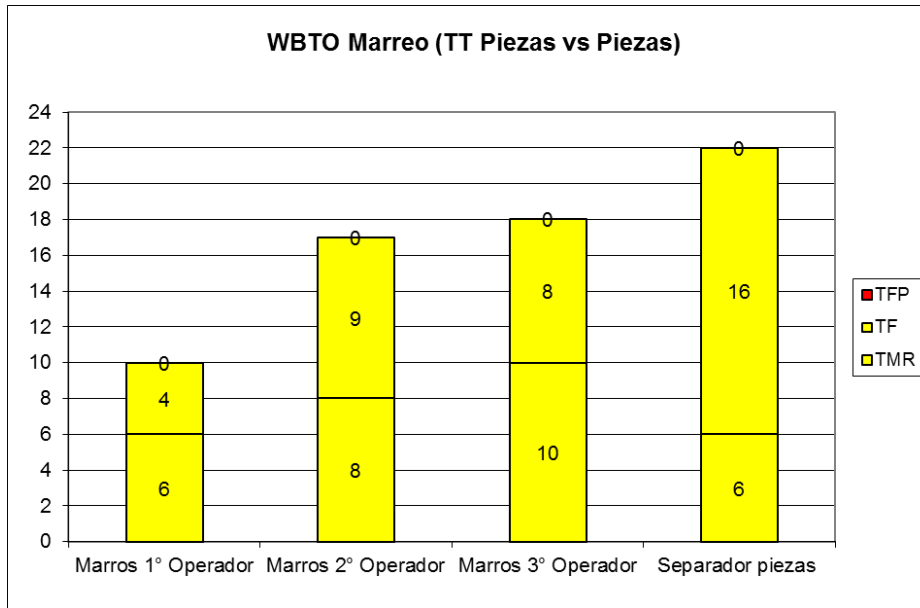


Figura 3.20: WBT por operador de Marreo

Work Balance Table by Machine (WBTM)

Este es el análisis de WBT por máquina para el área de DISA – Fusión (Figura 3.21) y la representación gráfica del análisis de las DISA (Figura 3.22), Marros (Figura 3.23) y Fusión (3.24).

WBT DISA - Fusión			
	DISA	Fusión	Marros
Tiempo máquina (seg)	25	2946	7

Figura 3.21: WBT por máquina de DISA - Fusión

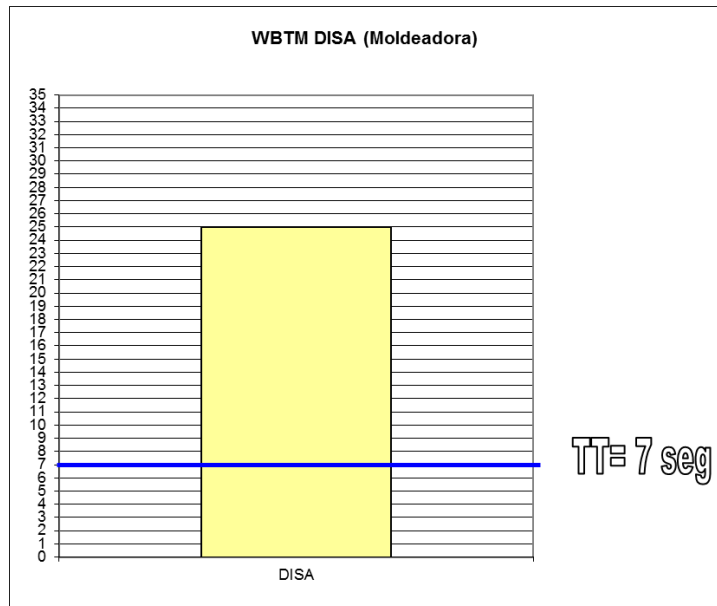


Figura 3.22: Representación gráfica del WBT por máquina de DISA

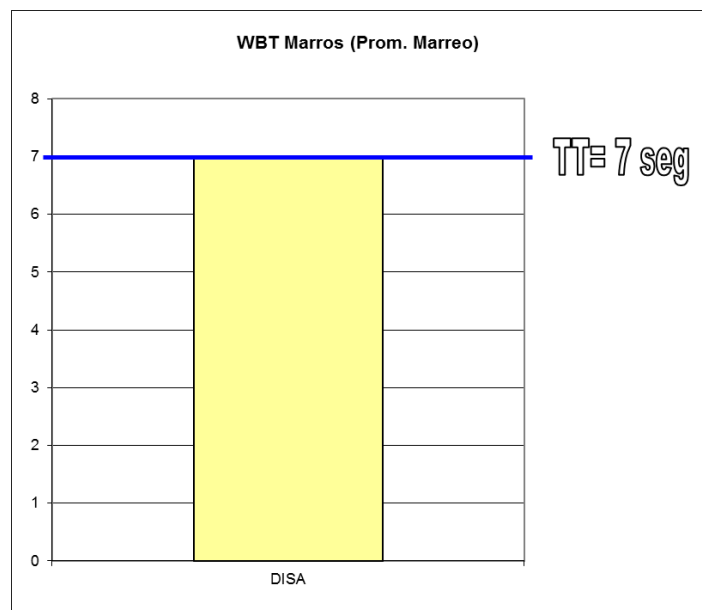


Figura 3.23: Representación gráfica del WBT por máquina de Marros

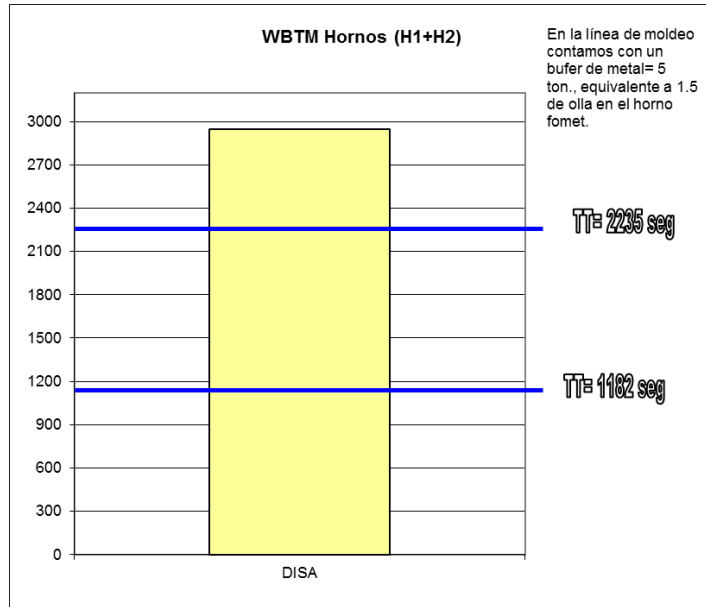


Figura 3.24: Representación gráfica del WBT por máquina de Fusión

4. Desarrollo de Yamazumi en el formato de trabajo balanceado.

El Yamazumi es una herramienta que nos ayudará para identificar el tipo de operación que se lleva a cabo y ver de qué manera podemos distribuir mejor el trabajo entre los operarios los elementos de trabajo (Figura 3.25).

Hoja Yamazumi - _____		Línea / Fecha _____								
Segundo	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	OP 7	OP 8	OP 9	OP 10

Figura 3.25: Formato de Hoja de Yamazumi

Ejemplo del proceso (Figura 3.26) de cómo se lleva el Yamazumi acabo:



Figura 3.26: Ejemplo del gráfico Yamazumi

5. Desarrollo de la tabla de combinación de trabajo, interacción de Hombre – Máquina

En la Hoja de Combinación de Trabajo Estandarizado (Figura 3.27) se realizará una representación gráfica con líneas de acuerdo al tipo de operación que realiza, es decir, si es trabajo manual, trabajo de la máquina, espera del operador y tiempo invertido en caminar en la estación de trabajo. En este diagrama, podemos identificar tiempos muertos para ver que si el operador puede realizar otra actividad en el tiempo que espera a que la máquina termine el ciclo.

HOJA DE COMBINACIÓN DE TRABAJO ESTANDARIZADO				OPERADOR:	DE OPERACIÓN:	FECHA:	CANTIDAD POR TURNO:	FECHA DE REVISIÓN:	FIRMA:	
				A OPERACIÓN:		FIRMA:	TAKT TIME: Oct-7s, Nov-8s, Dic			
SEC No.	ELEMENTO DE TRABAJO	TIEMPO DE ELEMENTO								
		Manual	Tiempo Máquina	Caminado						
		Manual	Espera	Caminado						

Figura 3.27: Ejemplo de la Hoja de Combinación de Trabajo Estandarizado

La forma de llenado se muestra en la Figura 3.28:

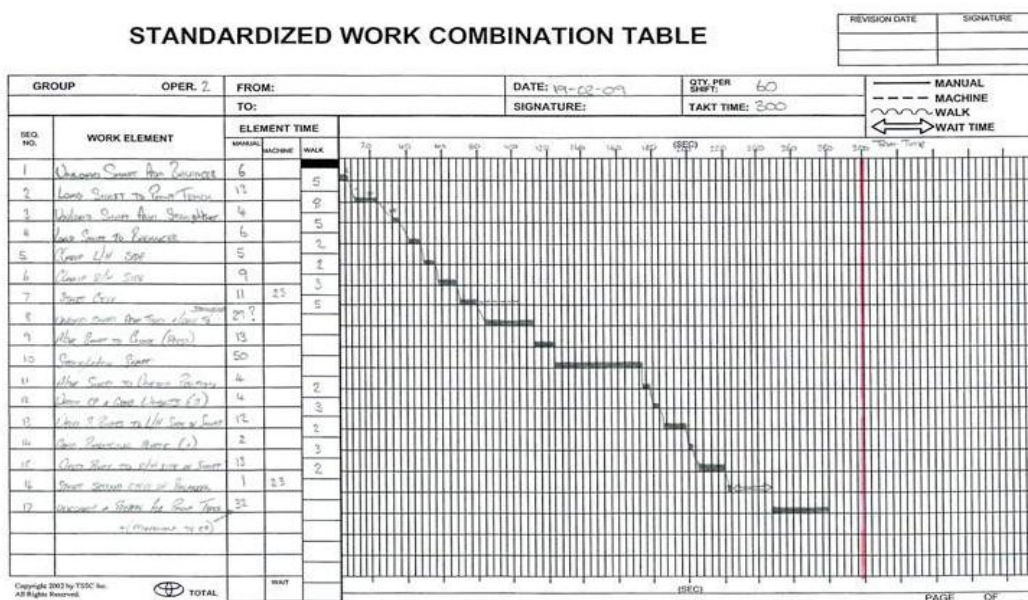


Figura 3.28: Ejemplo del llenado de la Hoja de Combinación de Trabajo Estandarizado

Estos dos formatos se utilizan para todas las operaciones que se realizan en la cadena de producción para que posteriormente se realice el análisis y se tomen contramedidas para eliminar desperdicios en la operación.

6. Calculo de operadores ideales y redistribución de trabajo para el takt time; nuevo layout y hojas de trabajo estándar

La primera fase de la implementación es calcular el número de operadores ideales para cumplir la demanda del cliente basado en los tiempos tomados en el VSM y con la siguiente formula:

$$\text{Operadores Ideales} = \frac{\text{Tiempos manuales por parte}}{\text{Takt Time}}$$

Después de analizar las hojas VSM por operación y operador, podemos establecer un tiempo estandarizado para saber la producción que podemos realizar por turno, hora y semana. En este punto se hace un análisis mediante un diagrama de Espaguetti el cual nos sirve para ver movimientos innecesarios y posiciones ergonómicas incorrectas. Es importante conocer la interacción que hay entre el hombre y la máquina.

Para realizar el Diagrama de Espaguetti de la operación utilizaremos el siguiente formato (Figura 3.29) en el cual pondremos los datos de los tiempos tomados y los estableceremos como tiempos estándar de la operación y en el espacio pondremos un layout de la estación de trabajo y los movimientos que realiza durante un ciclo. También señalaremos con los símbolos las oportunidades que tenemos en la estación para mejorar:

HOJA DE TRABAJO ESTANDARIZADO				OPERADOR:	DE OPERACIÓN:	FECHA:	CANTIDAD POR TURNO:	FECHA DE REVISIÓN:	FIRMA:
				A OPERACIÓN:	FIRMA:	TAKT TIME:			
SEC No.	ELEMENTO DE TRABAJO	TIEMPO DE ELEMENTO							
		Manual	Espera	Caminado					
TOTALES		Manual	Espera	Caminado	TOTAL				





Seguridad 
 Calidad 
 WIP estandar 
 No. De piezas pre-especificadas 
 Pagina ____ DE ____

Figura 3.29: Ejemplo de la Hoja de Trabajo Estandarizado

En la Figura 3.30 se muestra la forma en que llenamos el formato en planta:

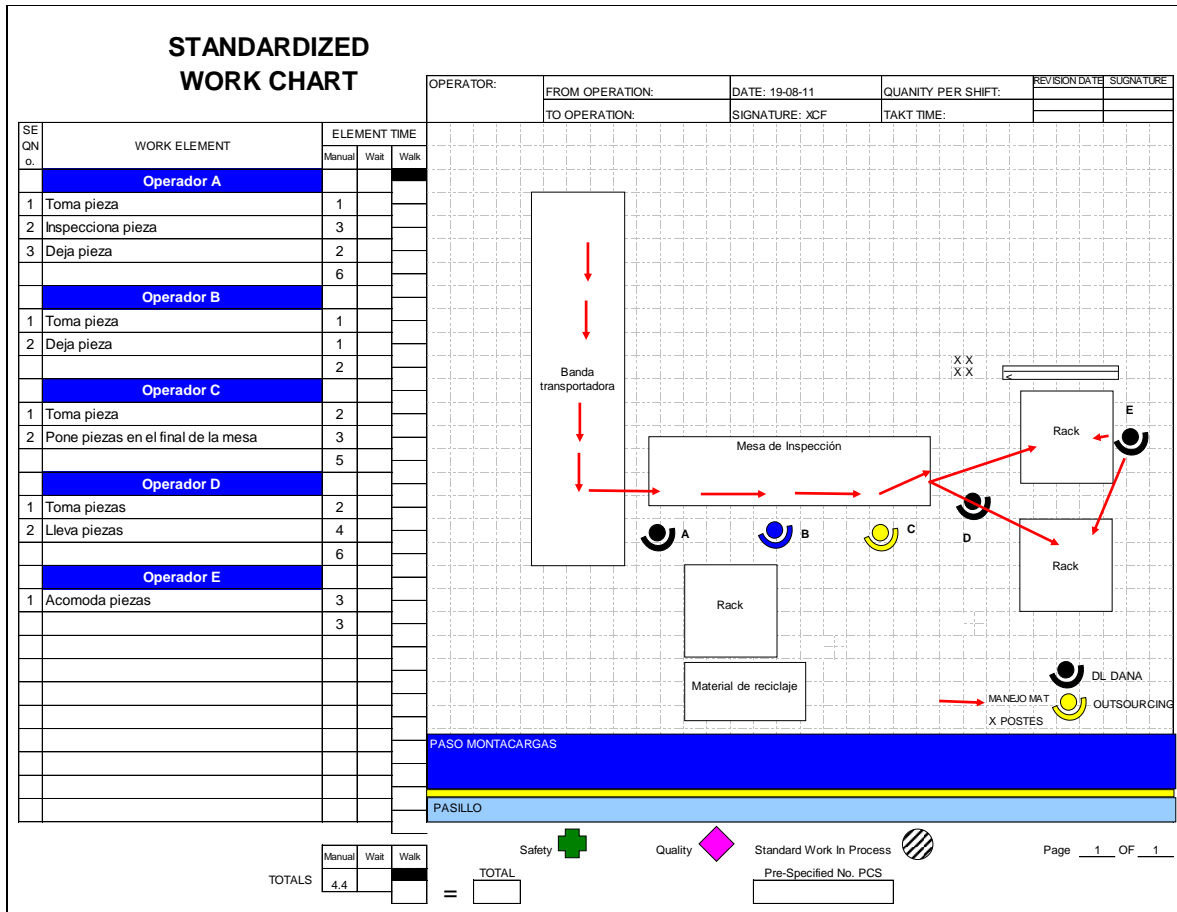


Figura 3.30: Ejemplo de llenado de la Hoja de Trabajo Estandarizado

7. Establecer 5's y control visual para el layout.

En esta planta aplicamos auditorias de 5's cada mes, realizamos auditorias cruzadas entre las distintas áreas que conforman la planta para posteriormente analizar las hojas de resultados y publicarlas en la red interna de la empresa para saber cómo vamos mejorando en el hábito de las 5's.

Más adelante en este trabajo se expondrá de forma más amplia como se implementan y mantiene las 5's en esta planta. Ya que al ser un tema importante dentro de la planta, se lleva de manera especial y se cuida mucho, por lo cual se podrá en detalle más adelante.

Resultados

Al terminar de realizar el Workshop de la planta, se determinó mediante un equipo multidisciplinario conformado por el departamento de Ingeniería, Mantenimiento, Producción y DOS que el cuello de botella es en el área de Acabado, específicamente en la operación de limpieza en la Wheelabrator 1 y 2, ya que al ver su Work Balance Table por Máquina se observa

que el tiempo ciclo de limpieza por pieza es muy alto. Por lo cual se determinó invertir para dar un mantenimiento a fondo y bajar los tiempos ciclos para que esta operación deje de ser nuestra restricción.

Durante un mes de trabajo en las 2 máquinas para realizar la mejora en los equipos, se tomaron los siguientes datos para comprobar la mejora que se tuvo en los equipos:

No. de parte	Piezas limpiadas por ciclo	Tiempo Ciclo Antes	Tiempo Ciclo Después	Mejora
CB 126	25	1300	800	38%
PE RDU	100	1100	800	27%
CB Nissan	25	1300	700	46%
CB JK	30	1300	800	38%
CB 177	30	1300	500	62%
CB 143	30	1300	500	62%
PE 910	100	1100	500	55%
PE 30	100	1100	600	45%
PE 356	70	1100	850	23%
PE 932	100	1100	400	64%
CB 702-U	15	1300	500	62%
PE D-21	100	1100	800	27%
CB D-21	25	1300	700	46%
PE 714	100	1100	500	55%
CB Nissan Elec.	25	1300	600	54%
PE Track Look	90	1100	800	27%
PE 497	100	1100	800	27%

Con los datos anteriores podemos ver que la mejora promedio fue de 45%, por lo cual casi se redujo el tiempo a la mitad de la condición anterior de las máquinas, por lo cual la condición que tenía como cuello de botella se eliminó, sin embargo, el cuello de botella ahora se trasladó a otra operación ya que sigue habiendo partes en la operación donde el flujo del material se vuelve lento, por lo cual se tendrá que realizar un nuevo workshop con las condiciones actuales de la planta para identificar el nuevo cuello de botella para atacarlo de nuevo y eliminarlo, ya que estamos comprometidos con la mejora continua de nuestro proceso.

CAPÍTULO 4: Proyectos de Ergonomía

Colgado de MM

Descripción del problema

El operador actualmente realiza el colgado del Portadiferencial Mickey Mouse (No. de parte 2012268) con un balancín, el cual no proporciona apoyo total para que el operador pueda colgar este portadiferencial en el riel de pintura; hay que tomar en cuenta que el peso de esta pieza es de 41.1 kg lo que representa un gran esfuerzo para el operador. Al saber esta condición el comité de ergonomía propuso implementar un musculo neumático para eliminar el esfuerzo físico del operador.

Proceso antes de la mejora

Área: Acabado

Nombre de la operación: Colgado de MM

Actividad: Colocar el CB MM en la línea de Pintura

Descripción de la actividad:

1. Toma el CB MM del rack.



2. Transporta el CB MM hasta el riel de la línea de pintura.



3. Colocar el MM en el riel pintura.



ANALISIS	¿Por qué se realiza así?	Es el único método que se utiliza para colocar el CB MM en el riel de pintura.
	¿Cuánto tiempo se realiza?	Depende del requerimiento que se tenga para CB MM
	¿Cuál es la frecuencia?	Depende del requerimiento
	¿Cuál es la duración?	6 seg.
	Peso (Herramienta)	41.1 kg
	Distancia	2 metros

	ITEM	Hallazgo	Acción	Responsable	Status
ACCIONES CORRECTIVAS	1	El operador realiza un gran esfuerzo físico al cargar el CB MM del rack al riel de pintura, ya que tiene que elevar este a cierta altura, esto se ve dificultado por el peso del MM; por lo cual la maniobra es difícil.	Implementación del balancín	Helier Cortés	100%
	2		Documentación y seguimiento del proyecto	Cómite de ergonomía	100%
	3		Uso del balancín por parte de los operadores	Juan Manuel Rodríguez	100%

Proceso después de la mejora

1. Toma el CB MM del rack con el balancín.



2. Transporta el CB MM hasta el riel de la línea de pintura con ayuda del balancín.



3. Colocar el CB MM en el riel de Pintura.



Resultados

Comentarios Finales	<p>Mediante el uso del balancin implementado en el colgado del CB MM, el esfuerzo físico que realiza el operador en el transcurso de esta operación se ve reducido. Se reduce 1 grado de severidad ergonómica, se previenen posibles padecimientos musculoesqueliticos en el operador. En general es más fácil para el operador llevar acabo su tarea.</p> <p>En cuanto a productividad, el tiempo de colgado del CB MM con el balancín es de 15 seg., anteriormente se realizaba en 13 seg. por lo cual se aprecia que la productividad se reduce 14%, sin embargo, el operador al disminuir el esfuerzo fisico puede mantener un ritmo de trabajo estable, por lo cual será inapreciable los 2 segundos de incremento en la operación.</p>
----------------------------	--

En el Anexo 5, se describe el método REBA completo de los pasos del proyecto presentado.

Plataforma de Levante para Loramendi

Descripción del problema

El operador de la Loramendi para la producción de los corazones de caja fría, al momento de colocar la pieza en el rack realiza posiciones incómodas para la estiba de los mismos. Al realizar esta operación durante una jornada de 8 horas, podría sufrir algunas molestias musculares por lo cual el comité de ergonomía propone implementar una plataforma para eliminar los esfuerzos musculares del operador.

Proceso antes de la mejora

Área: Corazones

Nombre de la operación: Loramendi

Actividad: Extracción de CB de la máquina Loramendi para posteriormente armar el CB con los brazos y hacer retrabajos en el corazón para colocarlos en el rack.

Descripción de la actividad:

1. Extrae el CB y le coloca los brazos, en caso de ser necesario resana algunos defectos.



2. Coloca el calabazo armado en el rack.



3. El rack tiene tres niveles, por lo cual tiene que tomar posturas incómodas para poder colocar los corazones en estos niveles.



ANALISIS	¿Por qué se realiza así?	Es el único método que existe para poder colocar los CB en el rack.
	¿Durante cuánto tiempo se realiza?	8 hrs. por turno
	¿Cuál es la frecuencia?	cada 70 seg.
	¿Cuál es la duración?	6 seg
	Peso (Herramienta)	El peso depende del modelo, el objetivo son 100 pzas. por hora
	Distancia	1.5 metros

	ITEM	Hallazgo	Acción	Responsable	Status
ACCIONES CORRECTIVAS	1	Las posturas que realiza el operador para acomodar los CB en los racks son incómodas, inestables y el agarre de la pieza es malo.	Adquirir plataformas elevadizas para evitar posiciones que tengan grados severos de riesgo para la ergonomía y salud del operador	Cómite de Ergonomía Juan Carlos Gonzalez	100%

Proceso después de la mejora

1. Extrae el CB y le coloca los brazos, en caso de ser necesario resana algunos defectos.



2. Con el control, eleva la plataforma hasta la posición que desee.



3. Coloca el corazón en el rack.



Resultados

Comentarios Finales	<p>Mediante la implementación de esta mejora se espera que el desgaste físico del operador se reduzca considerablemente porque eliminamos las posturas incómodas e inseguras que realizaba anteriormente.</p> <p>También por medio del estudio de las posiciones realizadas del antes y después por el método REBA, se documentó que se redujo 2 grados de severidad ergonómica al operador.</p> <p>Aquí no se encuentra un impacto en la productividad de la operación, ya que los tiempos de acomodo de las piezas en el rack es prácticamente igual. Por lo cual la mejora solo impactará en el desgaste físico del operador.</p>
----------------------------	--

En el Anexo 6, se describe el método REBA completo de los pasos del proyecto presentado.

Descarga de portadiferenciales de la máquina WH3

Descripción del problema

El operador para descargar las piezas de la máquina de limpieza de Wheelabrator 3 a la banda transportadora que las lleva al área de Acabado, tiene que realizarlo mediante el uso de sus brazos y su fuerza física; no tiene la ayuda de algún dispositivo mecánico que le evite este esfuerzo físico y que con el transcurso del tiempo puede provocar alguna lesión en la espalda del operador, ya que el peso promedio de las piezas que descarga están en el rango de 17 a 34 kg.

Proceso antes de la mejora

Área: Acabado

Nombre de la operación: Limpieza

Actividad: Descarga de portadiferenciales de la máquina de limpieza Wheelabrator 3 a la banda transportadora.

Descripción de la actividad:

1. Descarga del portadiferencial del árbol.



2. Transportar el CB a la banda transportadora.



- Coloca el portadiferencial en la banda transportadora.



ANALISIS	¿Por qué se realiza así?	Es la única manera que existe para poder transportar el CB a la banda transportadora.
	¿Durante cuánto tiempo se realiza?	8 hrs. por turno
	¿Cuál es la frecuencia?	Cada 3 min.
	¿Cuál es la duración?	72 seg.
	Peso (Herramienta)	Depende la pieza, varia entre 17 y 34 kg.
	Distancia	5 metros

	ITEM	Hallazgo	Acción	Responsable	Status
ACCIONES CORRECTIVAS	1	El desgaste físico que realiza el operador durante el transporte de la pieza de la WH3 a la banda transportadora es muy grande, además de que el grado ergonómico de severidad es muy alto para el operador y puede traer como consecuencia algunos dolores musculoesqueleticos.	Implementación del músculo neumático	Helier Cortés	100%
	2		Documentación y seguimiento del proyecto	Cómite de Ergonomia	100%
	3		Uso del balancin por parte de los operadores.	Juan Manuel Rodríguez	100%

Proceso después de la mejora

- Descarga del portadiferencial del árbol con ayuda del balancín.



2. Transporta el portadiferencial a la banda transportadora.



3. Coloca el CB en la banda transportadora.



Resultados

Comentarios Finales	<p>Con la implementación del balancin se redujeron 2 grados de severidad ergonómica en la operación, ya que al quitarle la carga del peso del CB, el operador se dedica a guiar el balancin. Esto hace su trabajo más fácil y el desgaste físico se reduce considerablemente, por lo que se espera que el desempeño del operador mejore. Anteriormente el tiempo que tomaba la descarga de la pieza de la WH3 a la banda transportadora era de 13.3 seg., ahora con la colocación de este balancin se redujo el tiempo de transporte a 12 seg. Esto representa una reducción de 10% en el transporte de la pieza.</p>
----------------------------	---

En el Anexo 7, se describe el método REBA completo de los pasos del proyecto presentado.

CAPÍTULO 5: Auditoría ISO: TS 16949

Descripción del problema

En el mes de diciembre se realizó la auditoría ISO: TS 16949, esta norma es la encargada de regular la industria automotriz. Por lo cual al acercarse la auditoría se revisó el mapa de proceso del departamento de DOS con el jefe de Calidad para verificar que este sea correcto o en su caso realizar las modificaciones correspondientes. Así también reunimos la documentación para demostrar que el proceso se lleva conforme a la norma.

Desarrollo

En el mes de diciembre de 2011 se llevó a cabo la auditoría de ISO: TS 16949 a la planta de Autometales, esta auditoría la realizó una entidad externa a la empresa para verificar que nuestros procesos se encuentren de acuerdo a la especificación en norma.

La auditoría ISO: TS 16949 tiene como propósito el desarrollo de un sistema de gestión de calidad con el objetivo de una mejora continua enfatizando en la prevención de errores y en la reducción de desechos de la fase de producción. Esta norma se aplica en las fases de diseño/desarrollo de un nuevo producto, producción y, cuando sea relevante, instalación y servicio de productos relacionados con el mundo de la automoción. Está basada en el estándar ISO 9000.

Los requerimientos son aplicables a lo largo de toda la cadena de producción. Recientemente también las plantas de ensamblaje de vehículos se están confrontando con la certificación ISO: TS 16949.

La ISO:TS 16949:2002 nace por la necesidad de evitar la dualidad entre los requerimientos de VDA 6.1 (Automotriz Alemana), EAFQ (Francia), AVQS (Italia) y QS-9000 (Norteamericana). Se considera favorable ante los esquemas de gestión anteriores, a los que reemplaza. La versión actual de la especificación es ISO: TS 16949: 2009.

De acuerdo a la norma ISO: TS 16949: 2009, el departamento de DOS es el encargado del punto 1.2.6 que se refiere a la Mejora Continua y que en la Figura 5.1 se presenta:

1.2.6 Continual Improvement

The planning, coordination and control of activities for continual improvement ([QS11](#)) is the responsibility of the Management Representative and the Quality Team. Continual improvement activities include - but are not be limited to - the following:

- activities of the Quality Team under the responsibility of the Management Representative
- actions on results from analysis of data ([QS04](#))
- evaluation of suppliers ([PU04](#))
- achievement of departmental quality objectives
- results from internal quality audits
- quality improvement proposals (QIP)
- corrective actions and preventive actions (CAR)
- periodic review of controlled documents ([QS01](#))

The objectives of the corporate Quality Policy are taken into consideration for planning of improvement. During Management Reviews, the effectiveness of continual improvement is reviewed and opportunities for improvement are identified.

Manufacturing process improvement

It is the responsibility of personnel in Manufacturing to continually monitor the performance of manufacturing processes regarding conformity with product characteristics and process parameters. In monthly meetings with the production staff, process performances of production areas are analyzed, and opportunities for improvement are identified and implemented ([QS11](#)).

Figura 5.1: Norma ISO: TS 16949-2009, Punto 1.2.6

Para enfrentar esta auditoría se hizo la revisión del manual de procedimiento y el mapa de proceso del departamento de DOS, esto se hizo en conjunto con el Jefe de Calidad para asegurarnos que cumpliera con los puntos establecidos en la norma. La revisión se hizo ya que en la auditoría anterior hubo no conformidades menores con este mapa, por lo cual se prosiguió a corregir. Además se prosiguió a ordenar y administrar los formatos A3 para la solución de problemas, los formatos 4 cuadrantes y minutas para certificar ante los auditores que el proceso se lleva conforme a las especificaciones establecidas.

Resultados

En las Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 se presentan el manual de procedimiento del departamento, participe de manera activa en la revisión de los puntos que se mencionan en las figuras:

		MANUAL DE PROCEDIMIENTO	CLAVE:	PAGINA:			1	DE	6
		NOMBRE:	Procedimiento de Mejora Continua						
OBJETIVO:		Identificar, Seleccionar y Ejecutar Proyectos de Mejora continua para nuestros procesos y/o productos a través del análisis de información de nuestros indicadores clave (KPI's).							
Paso No	ACTIVIDADES	RESPONSABILIDADES Y ALCANCE						FORMATO O PROCEDIMIENTO APLICABLE	
		Gerencias o Dueños de procesos	Gerente General	DOS	Comunicación	Capacitación			
	Mejora continua al Sistema de Calidad, Producto y Proceso de transformación.								
1	Verifica la tendencia de los indicadores de eficiencia y efectividad de sus procesos.	■						Gráfica de 4 cuadrantes	
2	Se analizan los resultados para evaluar si es el proceso se encuentra estable (ver Anexo A), con un equipo multidisciplinario para evaluar la aplicación de acciones de mejora.	■						Minuta Junta CA-F57	
3	Asegura la implantación de acciones de mejora continua para el proceso (ver Anexo B). Identificando el indicador a mejorar.	■						Minuta Junta CA-F57	
4	Registra la información del equipo multidisciplinario enfocado a la mejora del proceso elaborando: 1.- Formato de solución de problemas (ver Anexo C). 2.- Da seguimiento a la efectividad de las acciones 3.- Implementa la capacidad operacional 1 (ver Anexo D) del Sistema de Producción Toyota para garantizar la efectividad de la mejora a través del tiempo. 4.- Capacita y entrena al personal involucrado. 5.- Presenta resultados a la Gerencia. 6.- Compartir las mejores prácticas mediante medios de comunicación establecidos.	■		■	■	■		A3 MBF (Dana)	
5	Valida la efectividad de las acciones tomadas así como el desempeño de indicador seleccionado en el proyecto. Cierre del Proyecto de Mejora Continua.		■					E-mail	
6	FIN		■						
FECHA DE REVISIÓN		ELABORADO POR		REVISADO POR		APROBADO POR			
01-Dic.-11 Rev. A		Coordinador de Mejora Continua		Gerente General		Gerente General			

Figura 5.2: Manual de Procedimiento del departamento de DOS

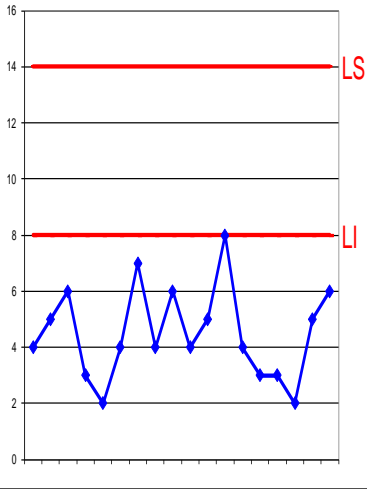
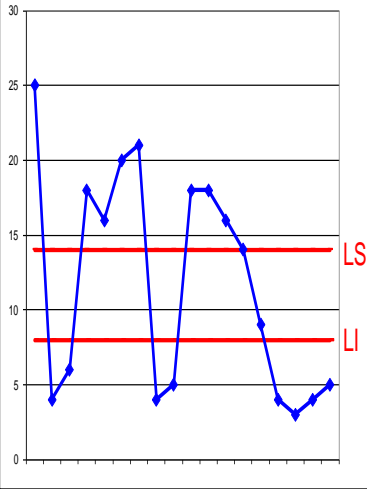
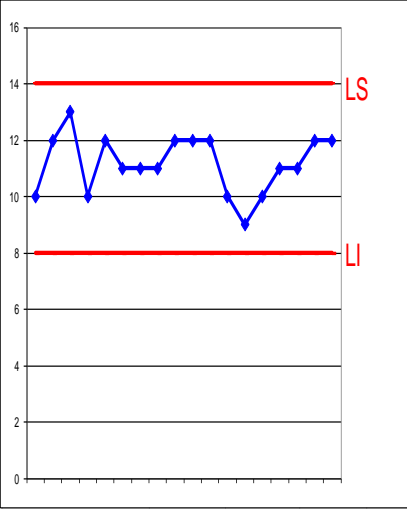
MANUAL DE PROCEDIMIENTO		CLAVE:	PAGINA: 2 DE 6		
NOMBRE:		Procedimiento de Mejora Continua			
ANEXO A					
Ejemplo: Gráficos del Tiempo para el cambio de modelo					
					
Proceso Inestable		Proceso Inestable			
					
Proceso Estable					
FECHA DE REVISIÓN	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR		
01-Dic.-11 Rev. A	Coordinador de Mejora Continua	Gerente General	Gerente General		

Figura 5.3: Anexo A del Manual de Procedimiento del departamento de DOS

MANUAL DE PROCEDIMIENTO		CLAVE:		PAGINA:	3	DE	6
NOMBRE:		Procedimiento de Mejora Continua					
ANEXO B							
19 pasos del Sistema Operativo Dana							
1	Desarrollo del mapa futuro.						
2	Medición de tiempo de los elementos, recopilación de datos.						
3	Análisis de trabajo balanceado con el mejor TC repetible, trabajo periódico y fluctuaciones, Takt Time para máxima capacidad						
4	Desarrollo de Yamazumi en el formato de trabajo balanceado.						
5	Desarrollo de la tabla de combinación de trabajo, interacción de Hombre - Máquina.						
6	Cálculo de operadores ideales y redistribución de trabajo para el Takt Time; nuevo Layout y Hojas de Trabajo Estándar.						
7	Establecer 5'S y Control Visual para nuevo Layout.						
8	Desarrollo de presentación de materiales, para el nuevo estándar, con concepto de "Water Spider".						
9	Optimizar y estandarizar SMED para cambios de modelo.						
10	Desarrollo de rol de Team Leader con mentalidad de "Parar y Arreglar", a través del enfoque de solución de problemas.						
11	Implementación de LPA para mantener los estándares.						
12	Cada VSM ha pre-especificado Conexión para Material y Soporte.						
13	Cada VSM tiene proceso de capacitación, seguimiento y visualización de Team Members calificados.						
14	Cada VSM tiene iniciativas activas de Solución de Problemas.						
15	Total Productive Maintenance.						
16	Desarrollar la cultura de parar y arreglar en cada Value Stream.						
17	Reducción de riesgos de Seguridad y Ergonomía en cada Value Stream.						
18							
19							
FECHA DE REVISIÓN	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR				
01-Dic.-11 Rev. A	Coordinador de Mejora Continua	Gerente General	Gerente General				

Figura 5.4: Anexo B del Manual de Procedimiento del departamento de DOS

MANUAL DE PROCEDIMIENTO	CLAVE:	PAGINA:	4	DE	6
NOMBRE:		Procedimiento de Mejora Continua			

ANEXO C

Formato A3

2. Equipo

1. Título del documento del A3 - Area

7. Determinar los líderes responsables del proceso y su firma para asegurar el soporte.

5. El equipo desarrolla las mejoras y las metas a cumplir con este Kaizen

DANA OPERATING SYSTEM – TEAM PROBLEM SOLVING CHARTER
Machine Cell Uptime / Department 140

Plt Mgr	Area Mgr	Facil. Mgr	Lean Mgr
---------	----------	------------	----------

I. Team Leader & Members (Document who will be part of the team to accomplish the goal)

*Paul Schneider – MFG Engineer – Maumee Jim Loescher – Supervisor – Lima John Clark – Maintenance – Ft. Wayne
Ken Tucci – Lean – Potstovm Rik Herman – Operator – Lima Nathan Barker – Consultant – OW

II. KPI & Problem Statement (KPI performance and problem)

Throughput in the lathe sells low causing downstream operations to suffer. Low OEE in the machine cells is hurting overall productivity and throughput of the department.

III. KPI Analysis (Pareto, Graphs, Fishbone) (What's driving the KPI)

Machine Cell #1: A. Index lathe has been down for more than 10 months. Machine Cell #2: B. One lathe is down for a speed control sensor. C. Chuck issue. Machine Cell #3: D. Three lathes down to inflexible tooling and controls. E. Bad Spindle Motor.

IV. KPI Target Statement (From x level to y level in what timeframe & \$ impact)

Goal: Increase the machine uptime in all of the Department 140 machining cells
Why: Low OEE% and high machine downtime is preventing Department 140 from reaching customer demand
Actual: 20% Average OEE for the lathe cells
Target: 85% Average OEE for the lathe cells

V. Countermeasure Plan (Main countermeasures and timing for implementation)

Action Item	Who	Start	Target
D. Retool Cell # 3 to run 5-5-238's and 5-5-166's	Kent Bice	6/4	6/13
A. Repair Index Lathe w/ outside help	Rich Bolendar	6/5	6/13
E. Rebuild spindle motor on Asset # - 041	Maintenance	6/9	6/30
C. Receive new chucks from Marion and install to machine cell # 2 lathe	Tool Room	6/11	6/13
B. Order and install the speed control sensor in Cell #2	Maintenance	6/4	6/26
Develop an emergency repair procedure and escalation process for 140 - Needs Plant Mgr review	Clark	6/9	6/11
Develop PIM Plan for Machine Cells	Clark	6/12	6/20
Roll-out the PIM plan to the maintenance team and operators	Team	6/16	6/20
Set-up reduction analysis	Kent Bice	6/6	6/20

VI. Actual Results – Paynter Chart (DOR) (Confirmation of Improvements over time)

KPI	By Day	Wk 1		6/9				6/16				6/23				
		6/9	6/10	6/11	6/12	6/13	6/16	6/17	6/18	6/19	6/20	6/23	6/24	6/25	6/26	
OEE %	Plan	50%	63%	40%	43%	50%	33%	33%	60%	60%	60%	63%	63%	63%	63%	63%
	Actual															
Throughput	Plan	2700	3200	2920	3160	3400	3640	3640	3880	3880	3880	3120	3120			
	Actual															

8. Seleccionar los KPI's que serán monitoreados y sus resultados validados por las contramedidas para alcanzar las metas planteadas.

Para realizar el seguimiento del desempeño después de finalizar el Kaizen.

FECHA DE REVISIÓN	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
01-Dic.-11 Rev. A	Coordinador de Mejora Continua	Gerente General	Gerente General

Figura 5.5: Anexo C del Manual de Procedimiento del departamento de DOS

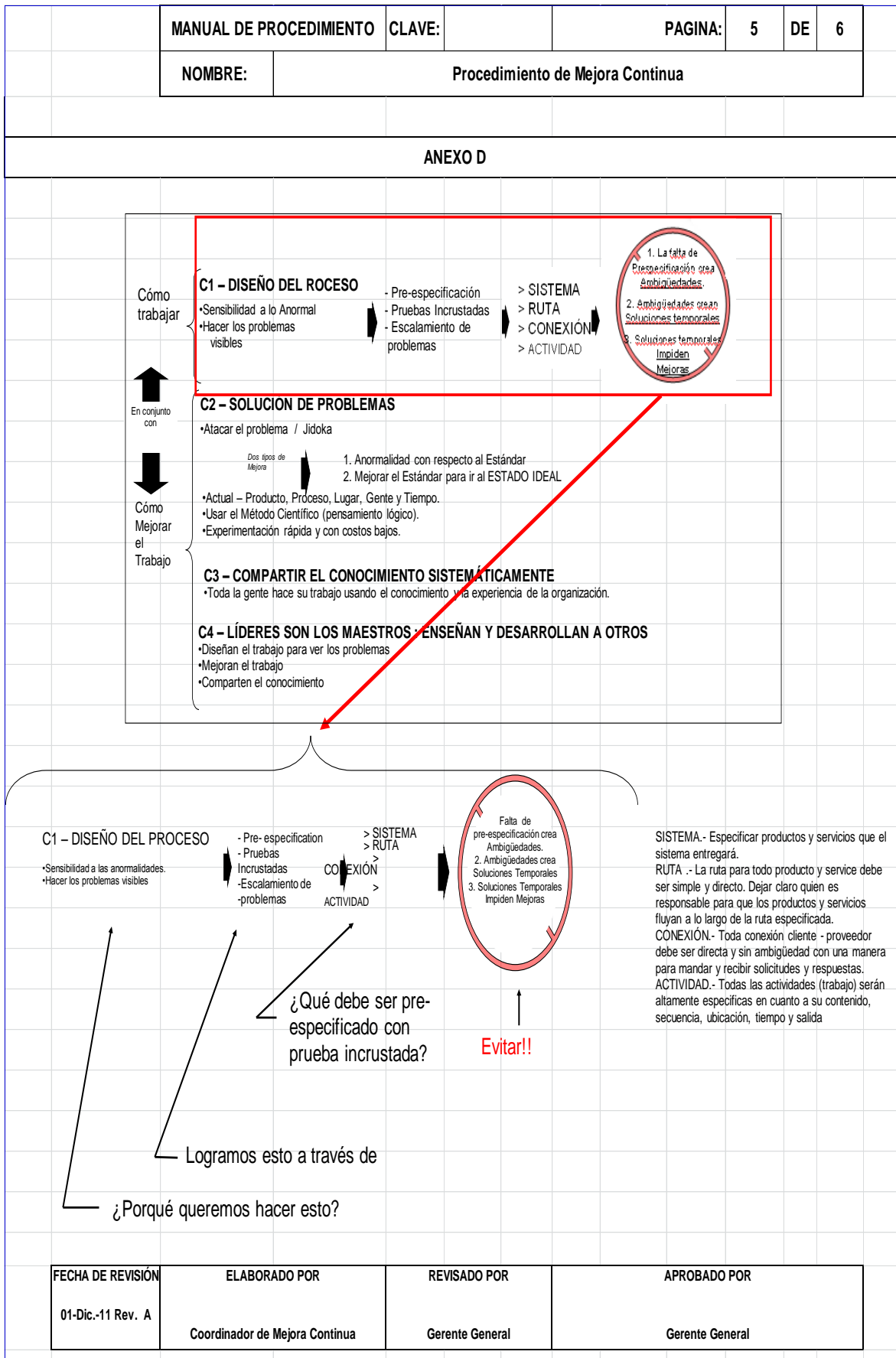


Figura 5.6: Anexo D del Manual de Procedimiento del departamento de DOS

El mapa de proceso del departamento de DOS se muestra en la Figura 5.7. En la revisión de este mapa también participe de manera activa para su revisión y en su caso la corrección de algunas inconformidades menores, esta revisión se hizo en conjunto con la Gerencia de Ingeniería y el Jefe de Calidad:

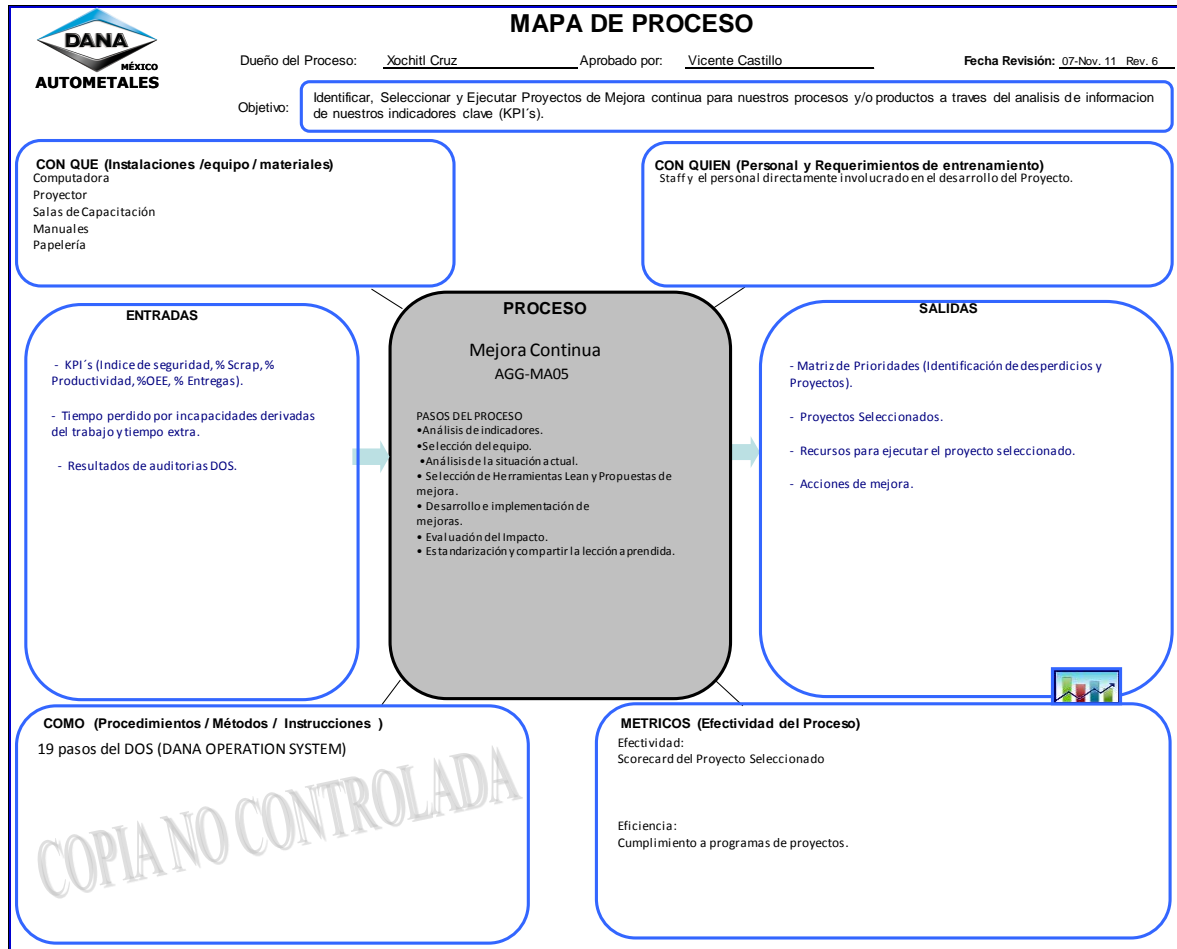


Figura 5.7: Mapa de Proceso del departamento de DOS

CAPÍTULO 6: Proyecto de portaengrane RDU para reducir tiempo en el empaque

Descripción del problema

Al empaquetar el portaengrane RDU existe el problema de que al terminar una cama de portaengrane se tiene que poner la siguiente, para esto utiliza una tarima y tienen que romper un pedazo de otra tarima, de tal forma que la cama abarque la totalidad de la superficie del Rack donde se embarcan.

Análisis del problema

En el Diagrama 6.1 de Trabajo Estandarizado dibuja la secuencia que sigue el empaque del portaengrane RDU:

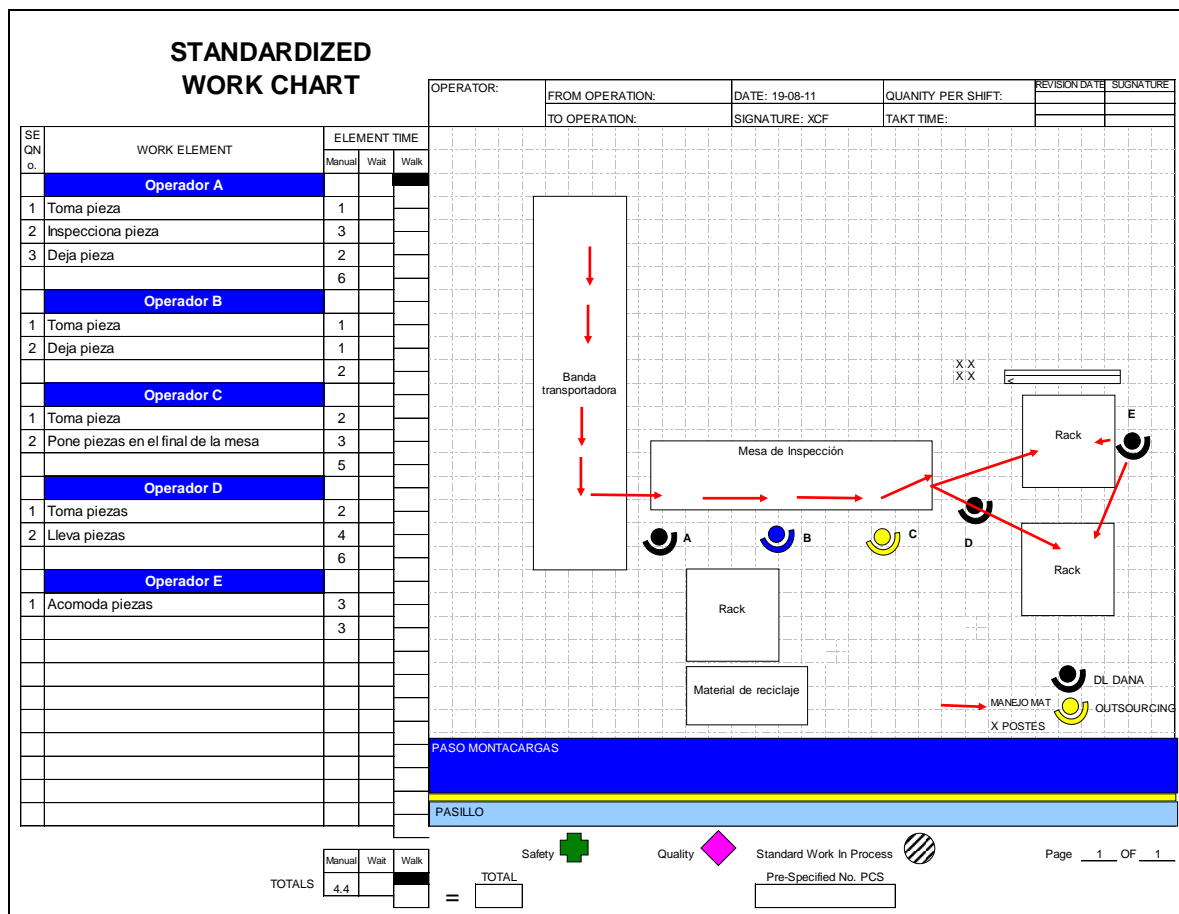
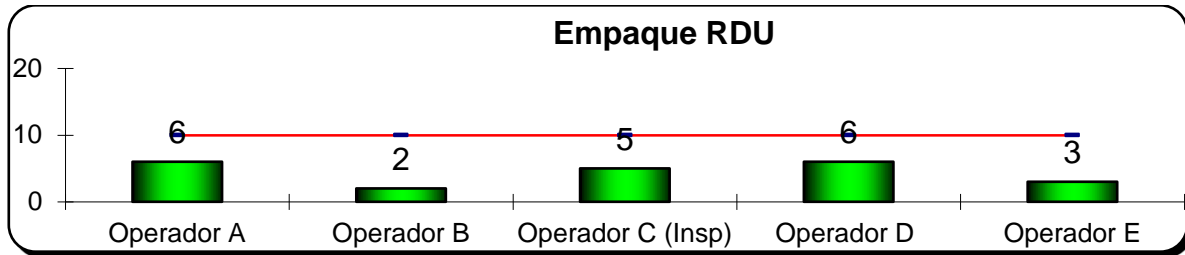


Diagrama 6.1: Diagrama de Espagueti del empaque del Portaengrane RDU

1. El operador A toma el portaengrane proveniente del esmerilado fino y lo revisa de que no tenga rebaba y cumpla con los requerimientos de calidad establecidos.
2. El operador toma las piezas y las revisa de manera muy rápida y las coloca para el siguiente operador.

3. El siguiente operador C se encarga de poner las piezas en el final de la mesa para que para el operador las pueda tomar más fácilmente y no pierda tiempo en tomar las piezas de determinada manera.
4. El operador D se encarga de llevar las piezas al rack.
5. El operador E se encarga de acomodar las piezas en el Rack de acuerdo a especificaciones de embarque.

De acuerdo a los tiempos estandarizados y tomados en piso para esta corrida de piezas, de manera gráfica la vemos así:



Como vemos de acuerdo al Takt Time establecido para el mes, vemos que cumple con el requisito del cliente, sin embargo, una fluctuación en el sistema podría hacer que se formen cuellos de botella en el proceso.

Y efectivamente, como el problema lo plantea en un principio, el operador E tarda mucho en poner la siguiente cama para los PE, por lo cual desbalancea la cadena productiva y por lo tanto los demás operadores tienen que parar hasta que la cama se encuentre hecha.

Condición Anterior



Actualmente en la operación se tienen 5 operadores empacando el RDU de acuerdo al análisis de tiempos esta operación se puede realizar con 3 operadores sin afectar la inspección ni empaque.



La operación no se realiza pieza por pieza, por lo cual se tiene un acumulación en la mesa de inspección y esto da lugar a que se caigan las piezas de la mesa como se muestra en la fotografía; se nota el exceso de material y como una pieza marcada con un círculo amarillo cae al suelo.

Análisis del empaque

DATOS				
Actividad	TIEMPO (min)		TIEMPO (min)	
	INICIO	FINAL		
Acomodo de una cama	09:43	13:55	04:12	73%
Acomodo de cartón con tarima	13:55	15:28	01:33	27%
				100%



En el estudio de tiempo realizado podemos apreciar que el 27% del tiempo total se utiliza en realizar la separación entre camas con una tarima y cartón para el PE RDU. También se observa en la fotografía de la parte inferior - derecha, que estas acciones hacen que la línea se detenga y los operadores tengan tiempo ocioso. Una observación interesante es que las tarimas de madera son de un tamaño menor a la medida del Rack, por lo que es necesario colocar una y tomar el pedazo que falta de otra tarima, esta acción es la que consume más tiempo. Sería una acción correctiva tener las tarimas con las medidas del rack para evitar este problema.

Solución del problema

Se ordenó la compra de tablas de Triplay con las medidas específicas para el Rack, estas tablas se recubrieron de barniz especial para que estén protegidos contra la intemperie, además de que se hizo la modificación en el sistema para que quedara documentado que el empaqueo del PE RDU será ahora de la siguiente manera y quedara asentado en las especificaciones del producto. De esta manera no se va a perder el tiempo que anteriormente se tomaba para el acomodo de la siguiente cama. Con esta sustitución en el empaque de este número de parte se pasó de tener un tiempo de 1:33 min. para la realización de esta operación a realizar el acomodo de la tarima sobre una cama de portaengranes en un tiempo de 12 seg., es decir, se ahorra el 88% del tiempo destinado a esta operación.

Ahora se empaqa de la siguiente manera (Figura 6.2 y 6.3):



Figura 6.2: Nueva forma para empaçar el portaengrane RDU



Figura 6.3: Nueva forma para empacar el portaengrane RDU

CAPÍTULO 7: Implementación y auditorías 5's

Descripción del problema

Actualmente en la planta de Autometales estamos desplegando la disciplina de 5's para mejorar las condiciones de trabajo y seguridad para nuestro personal operativo. Aunque se tiene un año en el manejo de esta disciplina, algunos operadores y administrativos no la toman como una disciplina diaria, por lo cual desarrollamos auditorías cruzadas para la evaluación de los diferentes departamentos en la planta. Además durante el inicio de cada turno en la planta se da una plática de 5 min. para el reforzamiento de algunos temas de productividad, seguridad, autorreflexión y de 5's para reforzar el conocimiento.

Auditorías Cruzadas

Estas auditorías las realizamos en la última semana del mes para revisar el cumplimiento de los 5's en cada área de la planta. Para realizar las auditorías el responsable de cada área audita un área que el departamento de DOS haya asignado, al terminar la auditoría del área se prosigue a que el auditado tome el lugar de auditor.

La auditoría cruzada se realiza en las siguientes áreas:

- Control de Producción – Almacén General
- Fusión
- Oficina Control de Producción
- Acabado
- Calidad e Ingeniería
- Corazones
- DISA
- Laboratorio de Calidad
- DOS
- Oficinas de Mantenimiento
- Manufacturas
- Pailería
- Oficinas de Producción
- Recursos Humanos
- Taller de Corazones
- SPEC

En la Figura 7.1 se da el ejemplo de la auditoría que se aplica al área de: Taller de Manufacturas.

AREA: MANUFACTURAS TALLER					
1ERA. S SELECCION			4TA. S ESTANDARIZACION		
CRITERIO DE EVALUACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
El area cuenta con el Lay Out y/o ayuda visual de 5´s correspondiente			¿Se respeta el código de colores para la identificación de los carritos, maquinas y elementos de trabajo?		
Se respeta el número de artículos permitidos en el escritorio y/o mesa de trabajo? (ver layout y/o ayuda visual de 5´s)			¿Se encuentran identificadas todas las huellas de los elementos que se encuentran en el área?		
¿Se tiene unicamente dispositivos que se este utizando constantemente en las operaciones?			¿Existen extintores en el area y estan identificados?		
¿Se tiene libre de objetos no permitidos o ajenos a la actividad (materiales,comida, envases, carpetas,sin uso etc)?			¿Se tienen las carpetas identificadas con el logo de la empresa?		
¿Se tiene los contenedores de residuos necesarios en el area?					
2DA. S ORDEN			5TA. S DISCIPLINA		
CRITERIO DE EVALUACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE	CRITERIO DE EVALUACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
Los materiales a granel se encuentran en los lugares asignados, carritos, contenedores pequeños, etc.?			Sr. Auditor inspeccione un cajón y/o gabeta... ¿Los articulos que se encuentran en la Gabeta están seleccionados y ordenados para cumplir con la seguridad y calidad del proceso?		
Las herramientas y equipo de limpieza se encuentran ordenados y en un lugar asignado (llaves allen, españolas, tornillitos, etc)?			¿La maquinaria cuenta con todas sus guardas y dispositivos de seguridad de acuerdo al diseño del equipo?		
¿Los pasillos se encuentran libres de obstaculos?			Sr. Auditor - inspeccione el equipo de protección del personal de cualquier operador ¿El equipo de proteccion personal del operador esta completo, en condiciones adecuadas para su uso?		
¿Las mesas de trabajo se encuentran libres de suciedad, basura, etc.?			Sr. Auditor.- Favor de preguntar al Operador del área la Política de Calidad / Apoyar en el entendimiento y dar una explicación de la relación con las 5´s		
¿Los equipos de corte Oxi - acetileno y máquinas de soldar tienen un lugar asignado para su resguardo?			¿Las 3 primeras "S" se cumplen al 100%?		
3ERA. S LIMPIEZA			PARA LLENAR AL TERMINO DE LA AUDITORÍA		
CRITERIO DE EVALUACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE			
La maquinaria se encuentra libre de fugas, aceite, aire, etc.?					
La maquinaria y/o equipos que se utilizan se encuentra limpia y libre de rebaba y/o suciedad?			AREA AUDITADA:		
La información técnica de la operación está limpia y accesible?			AUDITOR:		
¿Los vidrios del area se encuentran completos y limpios?			AUDITADO:		

Figura 7.1: Ejemplo del formato para realizar auditorías cruzadas de 5´s

Las preguntas de las auditorías van cambiando cada mes para poder verificar todos los ítems necesarios para seguir mejorando con el tiempo. También cambia el orden de las auditorías cruzadas, es decir, si a Manufacturas le toca auditar a DISA-Fusión, para el próximo mes le tocara auditar otra área.

Si se encuentra alguna no conformidad en el recorrido, se anota en la siguiente hoja (Figura 7.2):

Acciones Correctivas hallazgos 5's					
Area: _____					
Auditor: _____			Auditado: _____		
"S" con Oportunidad	Pregunta No.	Hallazgo	Accion	Responsable	Fecha

Figura 7.2: Formato para anotar las no conformidades encontradas en la auditoría 5's

En esta hoja se ponen las no conformidad, así como un responsable para llevar a cabo la acción correctiva y una fecha de cumplimiento, esto se hace para que se pueda dar un seguimiento de acciones y no se queden abiertas, con esto se busca la mejora conforme el tiempo pase.

Cuando llegue la fecha de cumplimiento de la acción el departamento de DOS se encargara de ir a verificar a la estación de trabajo de que se haya cumplido lo provisto. En caso de no cumplirse se volverá a tomar una nueva fecha al responsable para que se cumpla la contramedida.



Durante el mes de noviembre y diciembre de 2011, se cambi  el sistema de auditorías cruzadas por auditorías de diagrama de flujo, es decir, se seguir a yendo a los mismos departamentos a realizar las auditorías pero con la diferencia de que ahora se realizar an con los siguientes formatos mostrados en las Figuras 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6. En caso de no cumplir con algún punto se colocar a en la hoja de no conformidades de la misma manera para realizar la acción correctiva. Esta acción se tomó para formar el hábito de la disciplina 5's, sin generar puntos específicos para revisar en la auditoria, es decir, que toda el área se revisara para encontrar no conformidades diferentes a las descritas en las hojas de auditorías cruzadas. A continuación se presentan los formatos que se utilizaron:

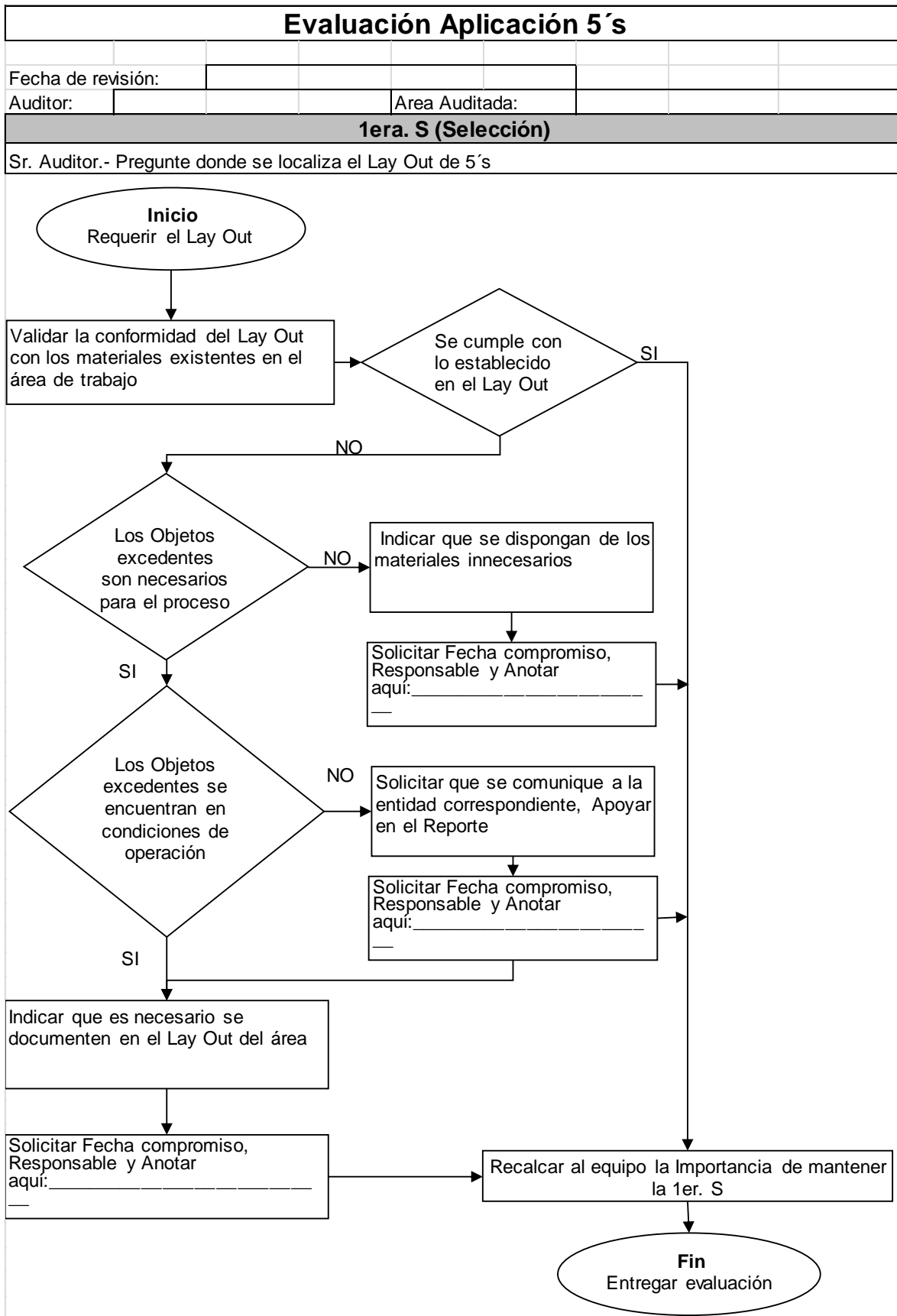


Figura 7.3: Formato para la auditoría de la 1era. S (Selección)

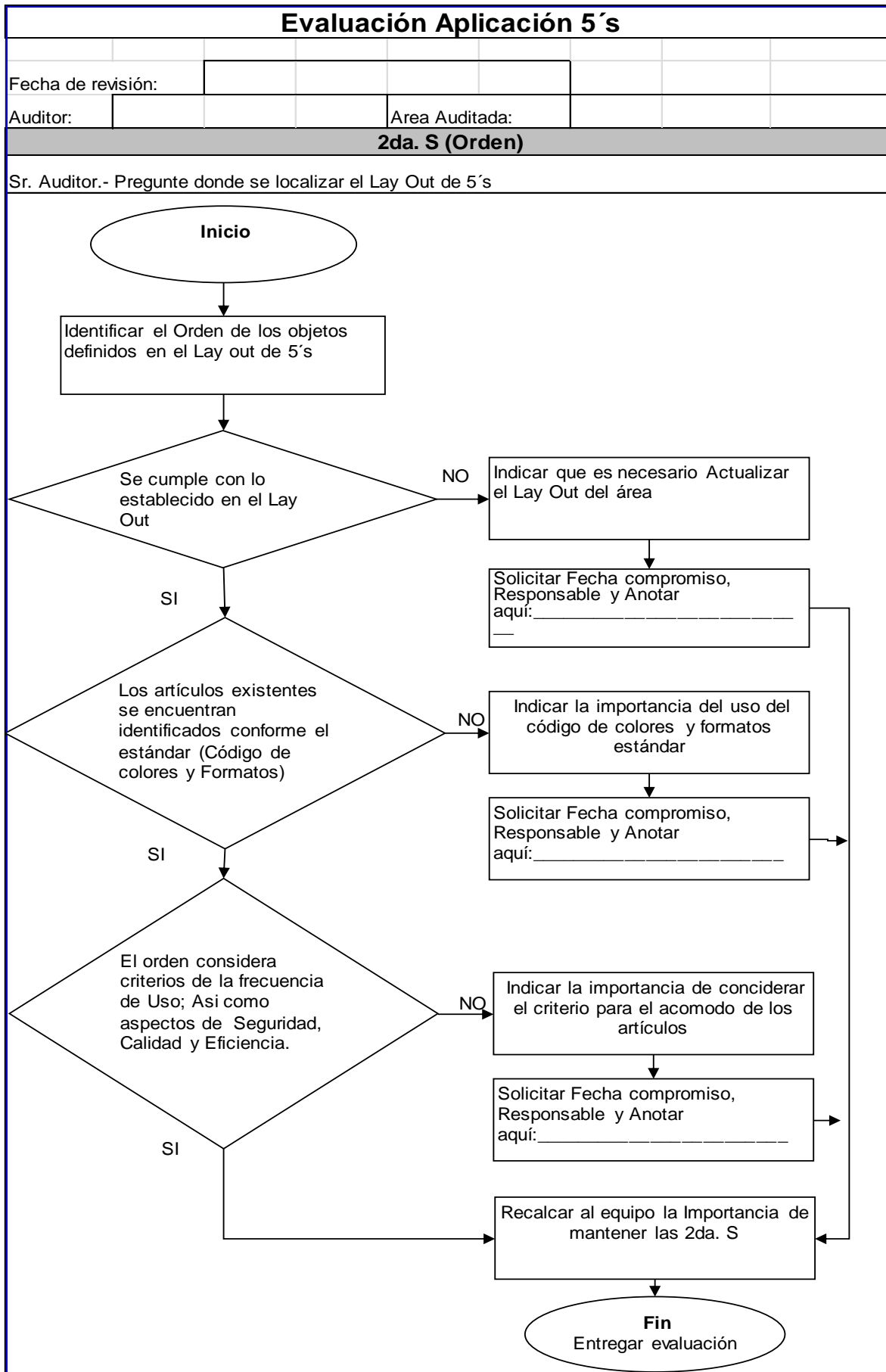


Figura 7.4: Formato para la auditoría de la 2da. S (Selección)

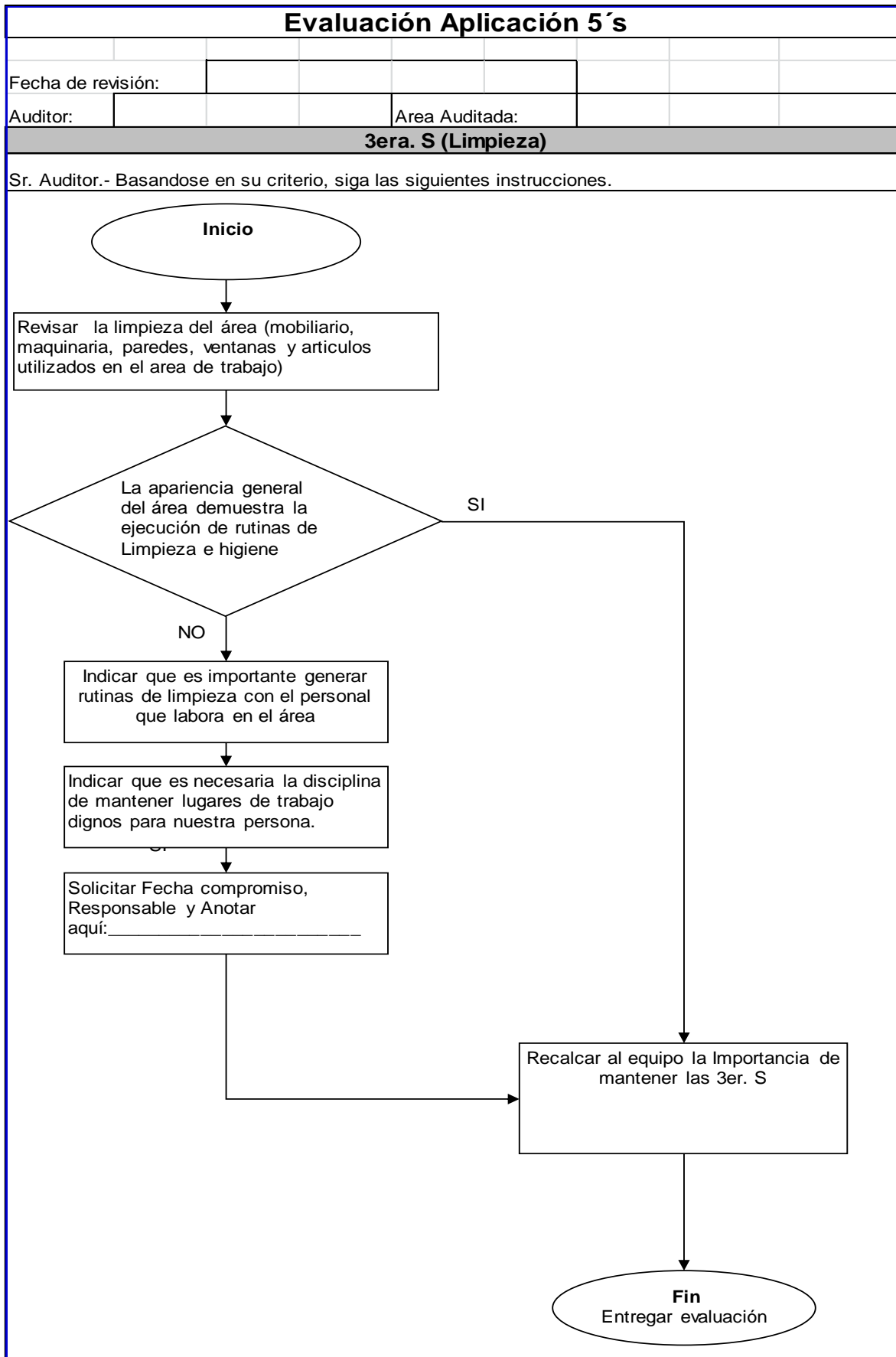


Figura 7.5: Formato para la auditoría de la 3era. S (Limpieza)

Evaluación Aplicación 5's					
Fecha de revisión:					
Auditor:			Area Auditada:		
4ta. S y 5ta. S (Estandarización y Disciplina)					
Sr. Auditor.- Apoyandose del TL solicite se le conceda personal operativo para entrevistarlo (Muestreo 3 personas de distintas operaciones)					
¿Sabes a que se refiere el concepto de 5's?					
<u>Comentarios</u>					
Persona 1	SI	No			
Persona 2	SI	No			
Persona 3	SI	No			
¿Cómo los aplicas a tu area de trabajo?					
Persona 1					
Persona 2					
Persona 3					
¿Porqué crees que es importante que se lleven a cabo las 5's en AMSA?					
Persona 1					
Persona 2					
Persona 3					
¿Conoces el resultado que obtuvo tu área en la Auditoría pasada de 5's?					
<u>Comentarios</u>					
Persona 1	SI	No			
Persona 2	SI	No			
Persona 3	SI	No			
¿Crees que puedes aplicar las 5's en tu Vida Diaria?					
<u>Comentarios</u>					
Persona 1	SI	No			
Persona 2	SI	No			
Persona 3	SI	No			
Observaciones Generales:					

Figura 7.6: Formato para la auditoría de la 4ta. S y 5ta. S (Estandarización y Disciplina)

Ahora bien, en este año 2012 se volverán a las bases de la implementación de las 5's para reforzar el conocimiento y el mantenimiento de esta disciplina con el siguiente plan de acción.

1's, Selección: Zona Roja

La primera "s" consiste en distinguir entre lo que es necesario y lo que no lo es. Ya que el principio que maneja es tener lo que se necesita, en la cantidad necesaria y cuando se necesite.

El proceso de selección que seguimos en la planta se muestra en la Figura 7.7:

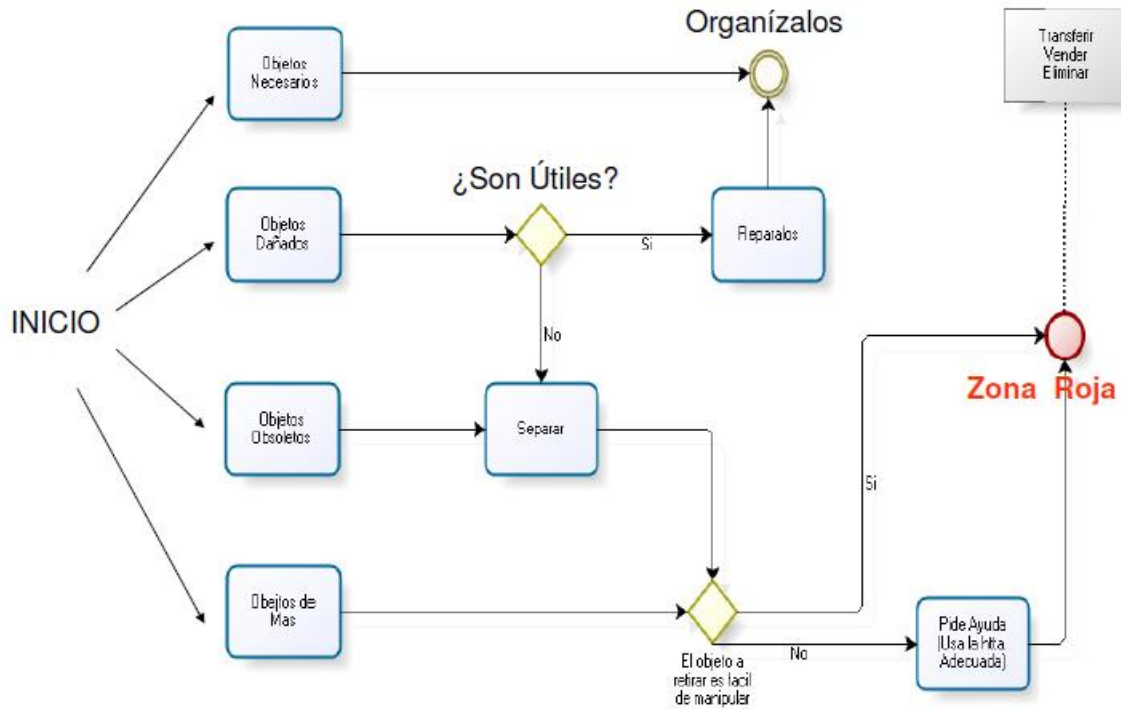








Figura 7.7: Proceso de selección de objetos en el área de trabajo

Ahora bien el procedimiento para identificar los objetos es el siguiente:

- Objetos necesarios: Que hace falta para un fin o indispensable para una operación.
- Objetos dañados: Descompuestos.
- Objetos obsoletos: Se aplica al "equipo" que, por falta de uso no funciona correctamente o dejo de funcionar.
- Objetos de más: Materiales en exceso.

Criterio de selección de herramientas y materiales en la estación de trabajo	
Frecuencia de uso de las cosas:	Guardar en:
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Sin uso en años ✚ Uso entre 6 – 12 meses 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Deshacerse de ellas ✚ Guardar en almacén

<ul style="list-style-type: none">  Uso entre 2 – 6 meses  Uso > 1 vez al mes 	<ul style="list-style-type: none">  Guardar y/o mantener en el lugar de trabajo
<ul style="list-style-type: none">  Uso > 1 vez por semana  Cosas usadas a diario 	<ul style="list-style-type: none">  Guardar y/o mantener en área de trabajo o llevarlas consigo

La ubicación de las zonas rojas dentro de la planta se muestra en la Figura 7.8:

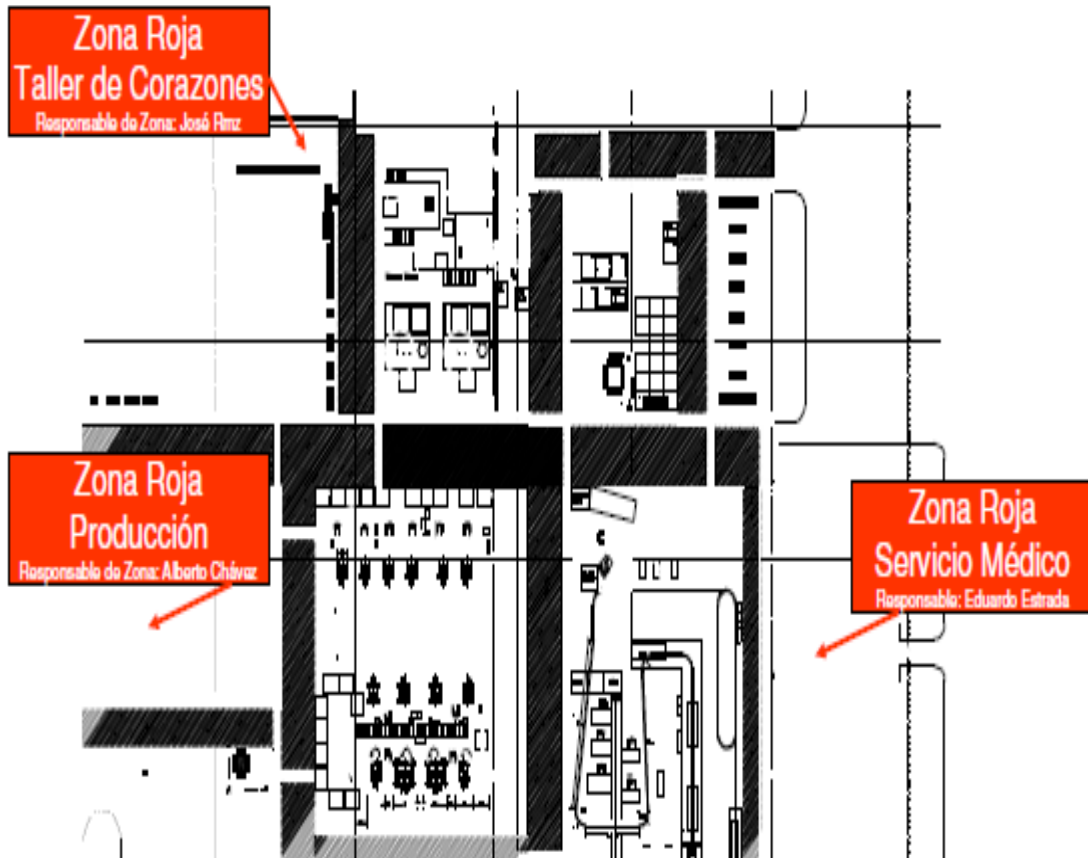


Figura 7.8: Ubicación de Zona Rojas en la planta de Autometales

El proceso para la implementación de la 1° “s” se muestra en la Figura 7.9:

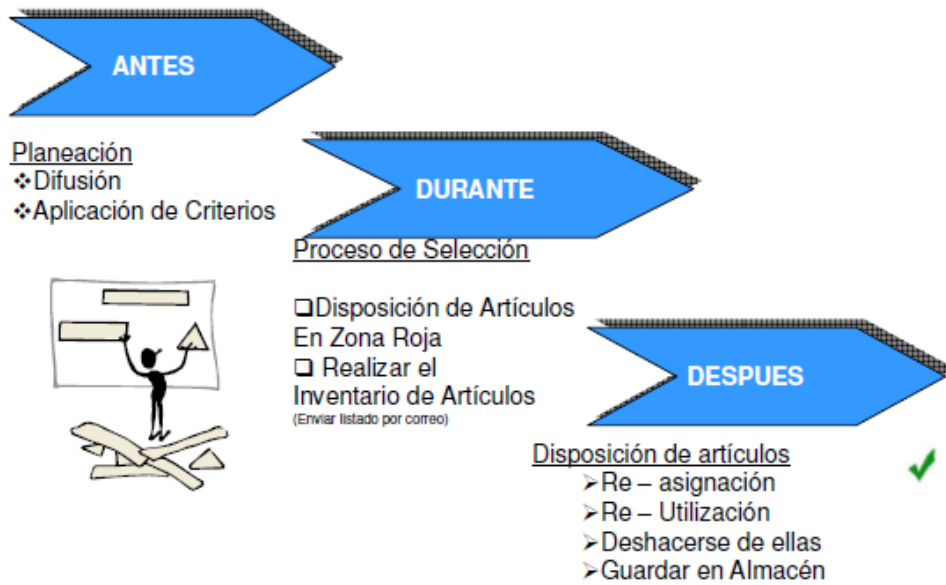


Figura 7.9: Proceso de Implementación de la 1° S

Con el fin de este proceso, estamos listos para seguir con la 2° “s”. Este proceso se realizara durante las primeras 2 semanas de Enero de 2012.

2's, Orden

Después de terminar el primer proceso de seleccionar solamente las cosas que necesitamos en nuestro proceso, proseguimos a asignarle un lugar para ellos. Para esto modificamos el layout de nuestra estación de trabajo en caso de que se haya llevado alguna modificación durante el proceso de selección.

Como primer paso se mandó el formato estándar para los layouts de las zonas, este se adoptara por toda la planta, en la Figura 7.10 se muestra un ejemplo de dichos layouts:

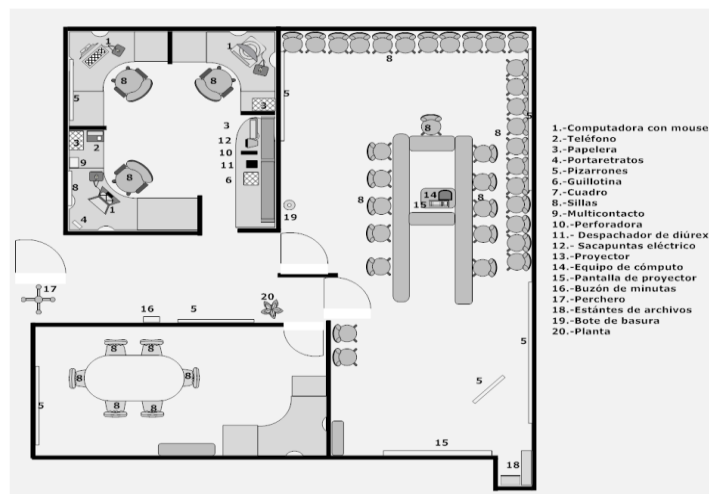


Figura 7.10: Ejemplo de formato para Layouts

El 31 de enero de 2012, se proseguirá a revisar los layouts para verificar que todo los layouts se encuentre al formato base, también se verificara que el layout coincida a lo que se tiene en la estación de trabajo. Esta verificación se llevara a cabo con el siguiente diagrama de flujo mostrado en la Figura 7.11:

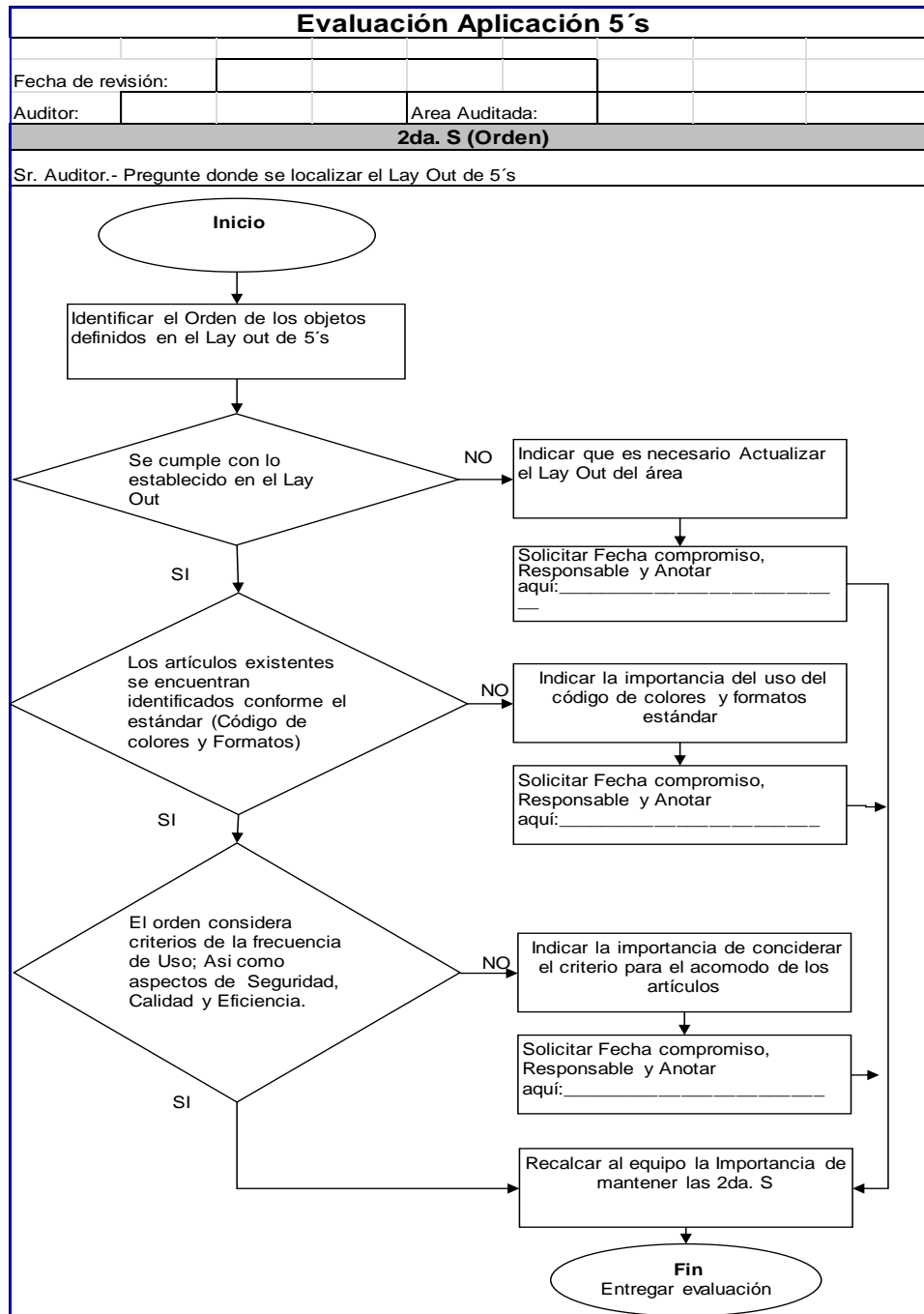


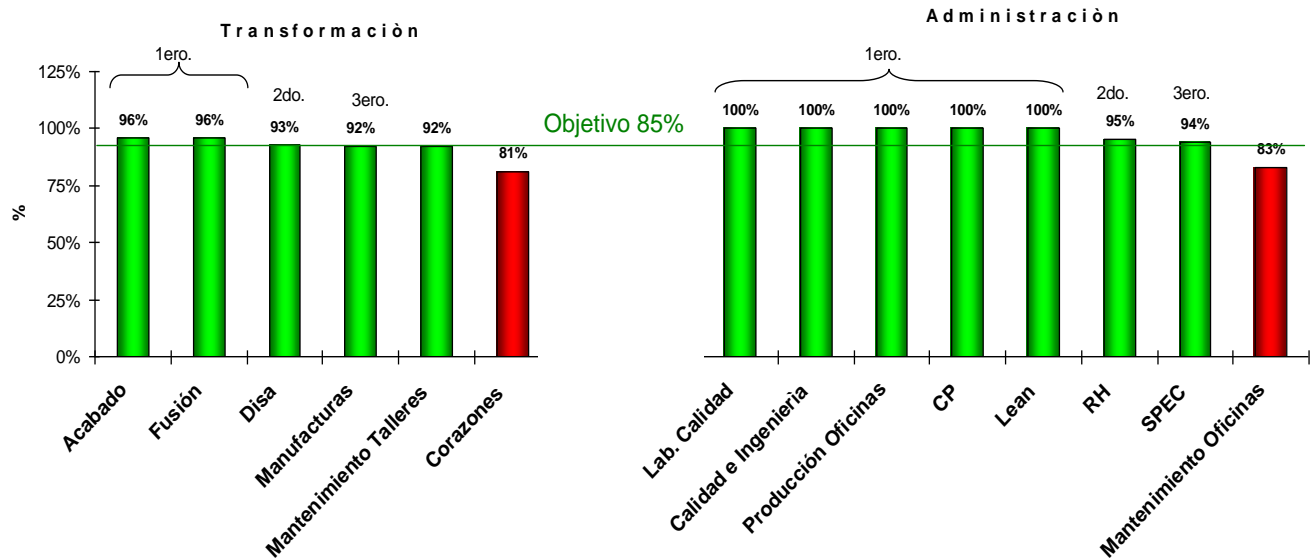
Figura 7.11: Diagrama de flujo para auditar el Layout

En caso de no cumplir con algún punto mencionado anteriormente, se proseguirá a levantar una no conformidad estableciendo un responsable y una fecha para realizar la contramedida. En la fecha establecida por el responsable, el departamento de DOS verificara que la contramedida se haya realizado.

Resultados

Los resultados de las auditorías correspondientes a los meses de Agosto, Septiembre y Octubre se presentan a continuación para demostrar la mejora que se ha obtenido en la planta en la implementación de esta disciplina:

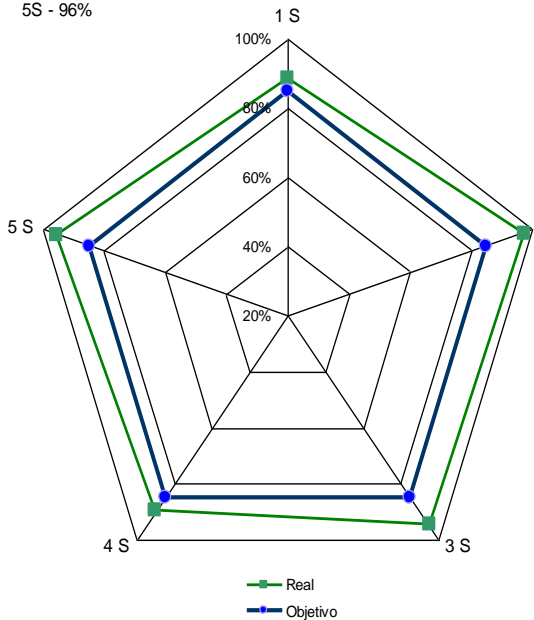
Resultados Auditoría 5'S Agosto



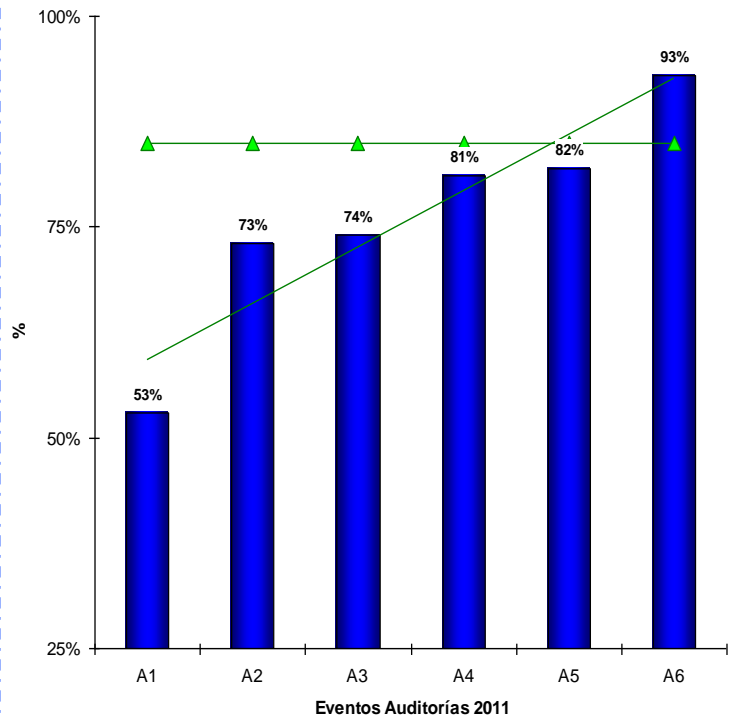
Resultados 5's Planta 5ta. Auditoría

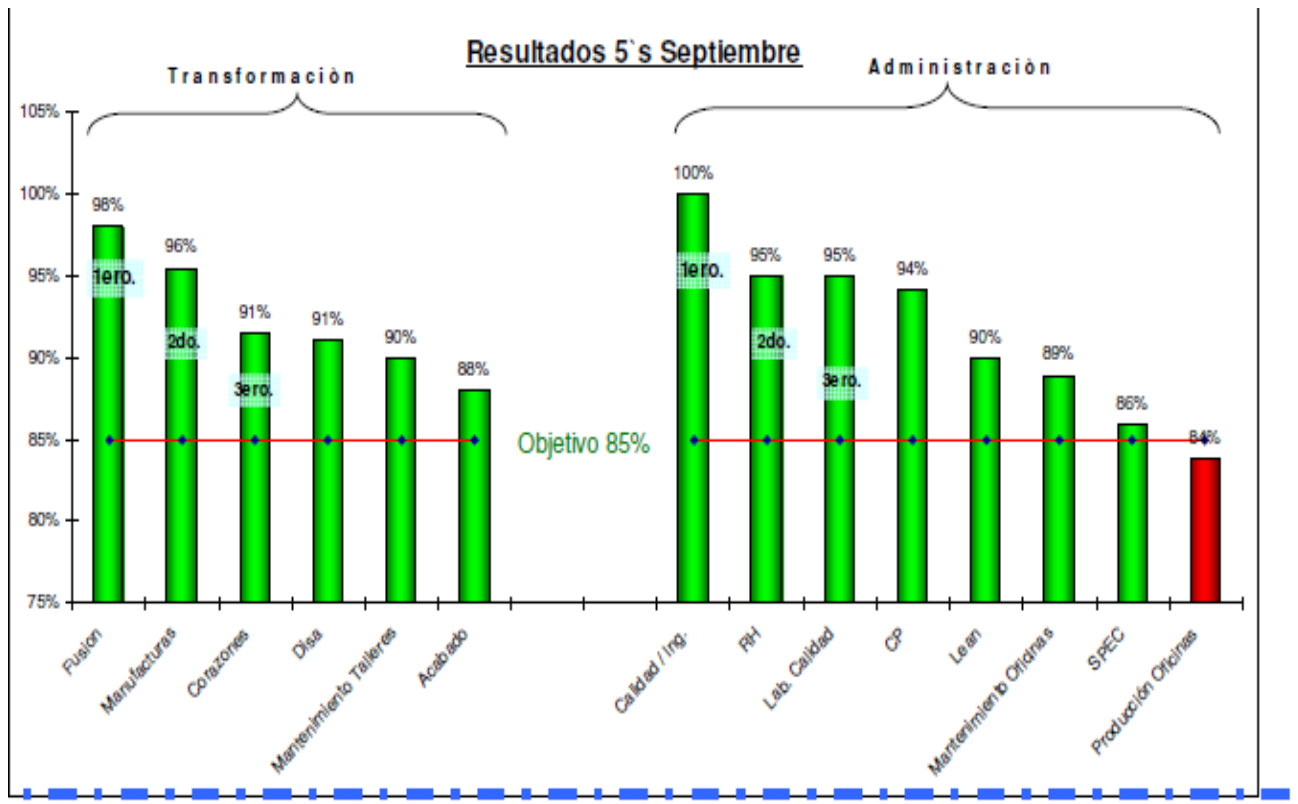
Resultados

1S - 88%
2S - 97%
3S - 95%
4S - 90%
5S - 96%



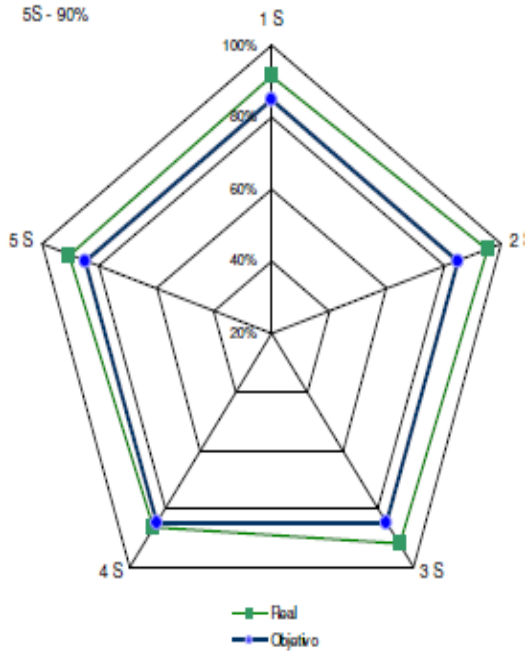
Avance 5's 2011 Resultado Planta (Ene - Ago)



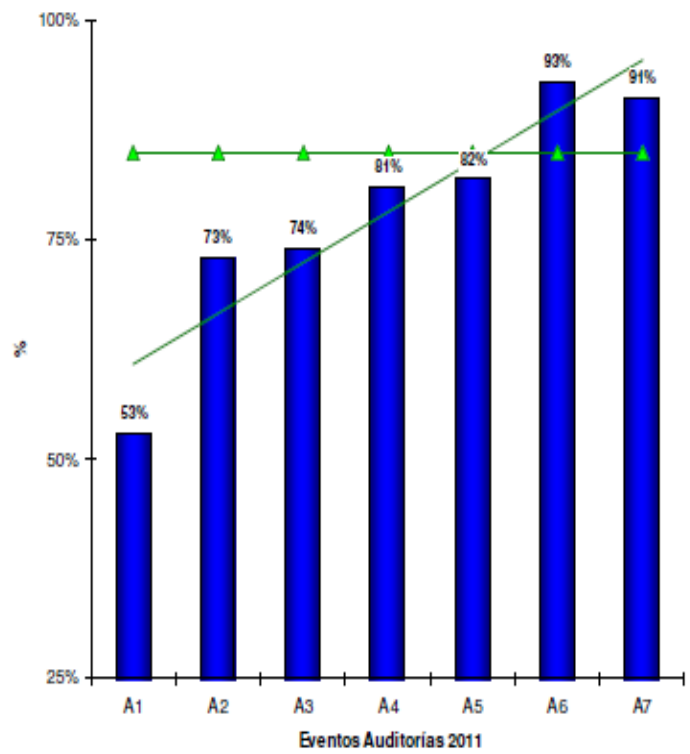


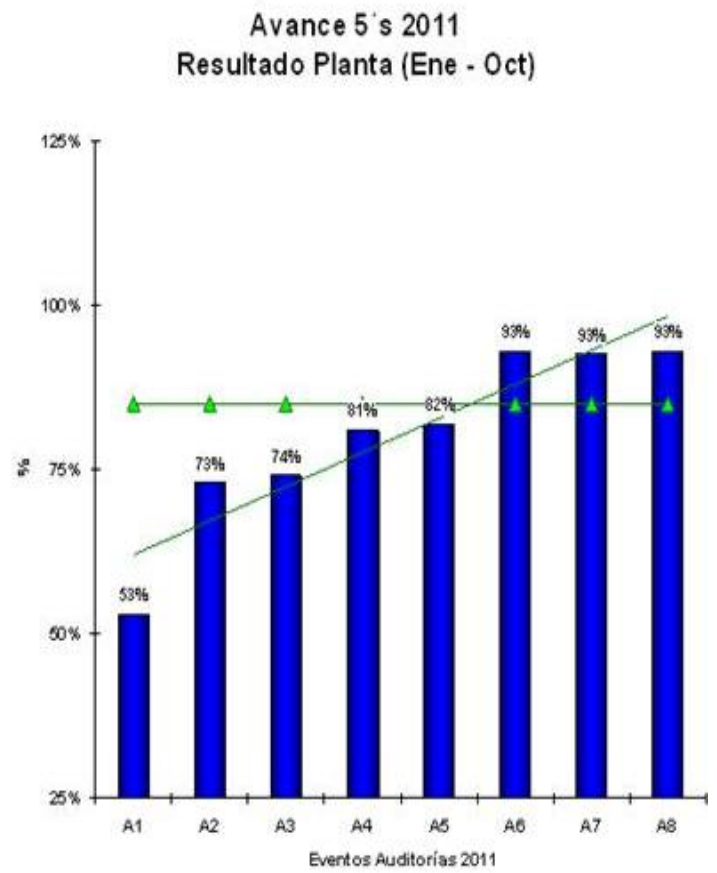
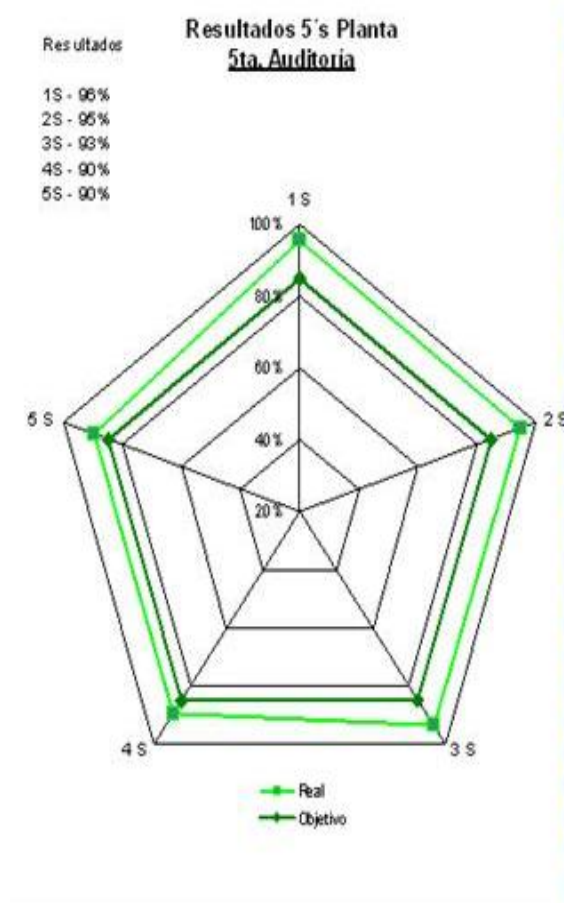
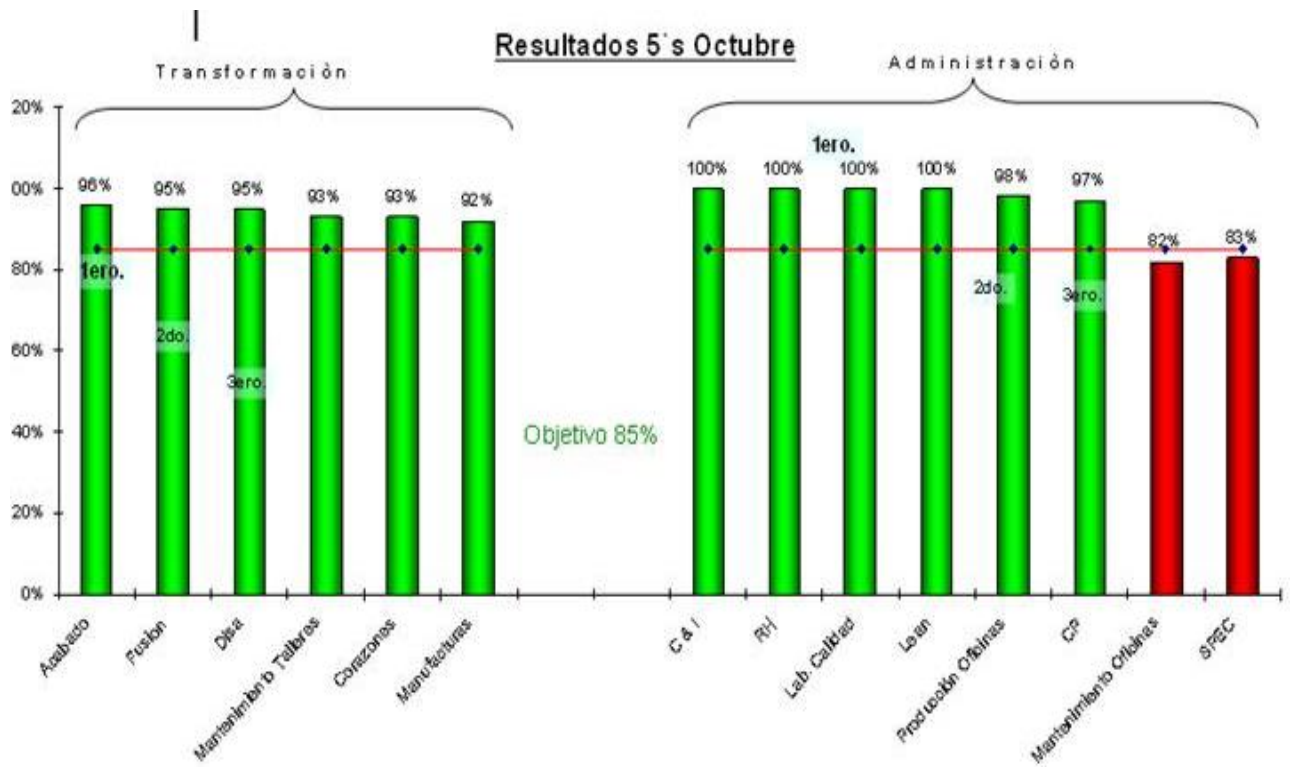
Resultados
**Resultados 5's Planta
5ta. Auditoría**

1S - 92%
2S - 95%
3S - 92%
4S - 87%
5S - 90%



**Avance 5's 2011
Resultado Planta (Ene - Ago)**





CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del DOS en la planta de Autometales aprendí de manera práctica la forma de implementar las herramientas que nos ofrecen el Lean Manufacturing. Se desarrolló todo el Workshop propuesto por el DOS para el mapeo de procesos e identificación de desperdicios que se generan durante el proceso de producción y eliminarlos para hacer más eficiente nuestro proceso. En el transcurso de la toma de datos para obtener los tiempos por elementos pude identificar mejor las operaciones y aprender acerca del proceso de fundición que desarrollamos.

Después de realizar el Yamazumi y el Work Balance Table, pudimos identificar junto con el grupo interdisciplinario que conformamos los departamentos de Ingeniería, Mantenimiento, Producción y DOS que el cuello de botella en nuestra operación era la Limpieza de piezas en las máquinas Wheelabrator, por lo cual se decidió que durante el mes de diciembre de 2011 se hiciera un mantenimiento profundo a las máquinas. Primero entregaríamos la Wheelabrator 1 (su mantenimiento duraría 15 días) y posteriormente la Wheelabrator 2 (su mantenimiento duraría 15 días), ya que los requerimientos que tenemos en este año 2012 durante los meses de enero a junio serán por arriba de las 1600 Toneladas mensuales, por lo cual es necesario eliminar la limpieza como una restricción de nuestra operación y que el tiempo por pieza este dentro del Takt Time establecido para cada mes, esto con el fin de tener a tiempo la entrega de nuestros productos a los clientes en la fecha establecida.

Actualmente se está desarrollando de nuevo el Workshop para la planta, para saber ahora a donde se desplazó el cuello de botella en la operación ya que, a pesar de que el flujo de piezas es más rápido, sigue habiendo estancamientos de material al principio de la línea de Acabado, sin embargo, uno de los objetivos del departamento de DOS es la mejora continua por lo cual seguiremos en busca de eliminar desperdicios dentro de la operación y balancear la carga de trabajo entre nuestros operadores.

Otro objetivo propuesto durante mi estancia fue desarrollar 3 proyectos de ergonomía en piso para reducir la fatiga física de nuestros operadores y ayudar a que desarrollen su trabajo de mejor manera para reducir posibles riesgos a la salud. Mediante la evaluación por el Método REBA para saber los grados de severidad ergonómica, pudimos concluir que estos indicadores se encontraban en negro, es decir, se requería intervención inmediata para corregir el método de trabajo. Después de realizar el proyecto ergonómico, se evaluaba de nuevo con nuestro métrico que era el Método REBA, y se veía una reducción de 2 grados de severidad ergonómica.

Ahora bien una vez implementados los proyectos ergonómicos, se sigue monitoreando la operación para saber si el operador utiliza el nuevo método de trabajo. Durante mi estancia el problema más fuerte que encontré al implementar las mejoras fue la resistencia al cambio del método de trabajo por parte de los operadores. Sin embargo, se trata de inculcarles que estos proyectos se realizan para su beneficio y cuidarlos a ellos, ya que ellos componen el activo más importante para nuestra empresa. Actualmente se están utilizando los 3 proyectos que implemente en piso.

El proyecto para el empaque del proyecto del RDU, fue un proyecto que surgió de la observación. Ya que un día al estar observando la operación de inspección, me di cuenta que el operador perdía

demasiado tiempo en ir por las tarimas y después romperlas y acomodarlas de tal manera que se adaptara al área del rack. Al medir el tiempo que se perdía en acomodar las tarimas se me hizo demasiado: 27%.

Al tener el métrico y documentar la acción a corregir, se prosiguió a la compra de las tarimas, posteriormente se realizó el cambio del método de empaque en el sistema CIM, ya que en esta base de datos se encuentran concentrados los métodos de trabajo que se siguen en la planta.

Con este proyecto me di cuenta que muchas veces queremos hacer maravillas en proyectos grandes, sin embargo, si hacemos pequeñas mejoras en las áreas, poco a poco vamos a ir eliminando desperdicios de la operación. En esta parte de mi estancia me di cuenta que siempre hay algo que mejorar y que el estado ideal que propone el DOS solo se puede alcanzar mediante el tiempo y la mejora continua en nuestra planta.

La auditoría ISO: TS 16949 fue mi primera experiencia en una auditoría real, a pesar de que tenía una idea de cómo se llevaban a cabo, fue emocionante vivir una auditoría. En esta nos pedían documentación y evidencia de que estábamos llevando los procesos de acuerdo a la norma. El resultado de esta auditoría fue bueno, solo tuvimos 3 no conformidades menores, las cuales en el 1° semestre del año 2012 deben quedar cubiertas; porque en diciembre de 2012 se realizara de nuevo esta auditoría pero será más severa porque en esta se renovará la certificación de la norma en nuestra planta.

La implementación y seguimiento de las 5' se ha desarrollado de forma exitosa, ya que al ver nuestros indicadores de la primera auditoría que se realizó contra la última auditoría, se puede notar un claro incremento de la conciencia acerca de esta disciplina.

Sin embargo tenemos que reforzar la disciplina, por lo cual se empezó de nuevo los proyectos de la Zona Roja (1's) y la 2's para que este conocimiento sea un hábito para las personas que laboran dentro de nuestra planta. Porque el estado ideal, es no realizar auditorías cruzadas, que la gente por conciencia y hábito sepa que su lugar de trabajo debe estar ordenado y limpio, porque esto genera seguridad durante el trabajo y hace más agradable el desarrollo de las funciones. Tenemos que ser intolerantes con el desorden y la suciedad.

Por último se nos pidió cotizar el CB MM, para esto el departamento de ingeniería requirió que los apoyáramos con una simulación para saber si con la capacidad actual podríamos satisfacer la demanda de nuestros clientes y la del nuevo cliente.

Al realizar la simulación vimos que actualmente no somos capaces de procesar el producto, ya que nos falta capacidad, necesitaríamos equipo adicional como la instalación de otra DISA para cumplir la demanda. Estos datos se pasaron a Gerencia para que se realizara el análisis costo – beneficio, es decir, si era conveniente invertir para el nuevo equipo para satisfacer la nueva demanda.

Esta experiencia como becario fue mi primera experiencia profesional en el campo de la Ingeniería Industrial. Aprendí a utilizar las herramientas adquiridas durante la carrera y como aplicarlas en la industria, ya que cada proceso tiene su característica particular, por lo cual es necesario saber si la herramienta es adecuada al proceso y ya una vez seleccionada hay que saber cómo aplicarla en nuestro proceso para obtener los datos y resultados deseados.

Dentro de la experiencia adquirida dentro de mi estancia fue el hecho del trato con las personas, ya que al implementar un nuevo método de trabajo, es natural que la persona se resista al cambio porque lo estamos sacando de su zona de confort. Por lo cual hay que idear la forma de hacerle ver que el cambio es bueno y es para su beneficio.

En resumen se cumplieron los objetivos propuestos al principio del reporte de experiencia profesional y se adquirió experiencia en la aplicación de las herramientas Lean en un proceso de fundición.

BIBLIOGRAFÍA

- Chase B. Richard, Jacobs F. Robert, Aquilano J. Nicholas
Operations Management for competitive advantage
11° Edición, McGraw – Hill
EUA 2006
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Company
Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan
2° Edición, Junio 1994
- García Criollo, Roberto
Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo
2° Edición, McGraw-Hill
México D.F.
- Janania Abraham, Camilo
Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos
3° Edición, Limusa
México D.F. 2008
- Hignett S., McAtanney L.
REBA: Rapid Entire Body Assessment
Año 2000

GLOSARIO

5's: El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Corazón: Es un modelo de tamaño natural de las superficies interiores de la parte. El corazón se inserta en la cavidad del molde antes del vaciado, para que al fluir el metal fundido, solidifique entre la cavidad del molde y el corazón, formando así las superficies externas e internas de la fundición.

Diagrama de Espagueti: Es un método de visualización de datos para visualizar los posibles flujos a través de los sistemas. Flujos representado de esta manera aparecen como los tallarines, por lo tanto, la acuñación de este término. Este método de la estadística se utiliza para realizar un seguimiento de enrutamiento a través de las fábricas. Visualizar el flujo de esta manera puede reducir la ineficiencia en el flujo de un sistema.

Diagrama Yamazumi: Yamazumi es una palabra japonesa que significa "apilar". Diagrama Yamazumi en el Lean Manufacturing se refiere a un diagrama de columnas apiladas que representa las formas en que se reparte el tiempo o la capacidad de los medios productivos entre producción y problemas. Entendiendo como problema toda parada no planificada de los medios de producción.

Hierro Nodular: El hierro dúctil o nodular se obtiene mediante la introducción controlada de magnesio en el hierro fundido, y bajas proporciones de azufre y fósforo.

Key Performance Indicators (KPI's): Son indicadores que miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando el rendimiento de los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

Lean Manufacturing: Es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los ocho tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos, potencial humano subutilizado) en productos manufacturados.

Mejora Continua: Es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios y procesos. Postula que es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo.

Poka Yoke: Es un dispositivo (generalmente) destinado a evitar errores; algunos autores manejan el poka-yoke como un sistema anti-tonto el cual garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios, proceso o procedimiento, en el cual se encuentren relacionados, de esta manera, no provocando accidentes de cualquier tipo; originalmente que piezas mal fabricadas siguieran en proceso con el consiguiente costo.

Sistema Pull: En un sistema pull el consumo de material necesario para un proceso desencadena la reposición por el proceso precedente, con lo que únicamente se reemplaza el material consumido por el proceso posterior.

Takt Time (TT): La cadencia a la cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente.

Total Productive Maintenance (TPM): Es una filosofía originaria de EE.UU, pero mejorada por los Japoneses, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

Trabajo Estandarizado: Establece procedimientos de trabajo normalizados para sus propios equipos humanos de trabajo (Teamwork), al mismo tiempo, gente haciendo las cosas de acuerdo a los lineamientos establecidos. Representa la revisión continua de los procedimientos de trabajo, a fin de lograr el mejoramiento de la eficiencia, calidad y condiciones del trabajo. Asimismo, permite una sólida base para mantener La Productividad y La Seguridad en sus más altos niveles.

Value Stream Mapping (VSM): Es técnica utilizada para analizar y diseñar el flujo de materiales e información necesaria para brindar un producto o servicio a un consumidor.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de materias de Ingeniería Industrial usadas en el reporte de experiencia profesional:

		PROYECTOS				
		Implementación del DOS	Proyectos de ergonomía	Auditoría ISO:TS 16949	Proyecto de Portaengrane RDU para reducir el tiempo de empaque	Implementación y auditorías 5's
M A T E R I A S	Estudio del Trabajo					
	Diseño de Sistemas Productivos					
	Sistemas de Calidad					
	Ingeniería Industrial y Productividad					
	Procesos Industriales					
	Relaciones Laborales y Organizacionales					
	Ergonomía					
	Temas Selectos de Logística y Sistemas					

Anexo 2

Análisis de operaciones de Acabado

Limpieza: WH1 y WH2						
Elemento	Tiempo ajustado (seg)					
Espera	229	W				
Opera carro transportador	17	I				
Limpia banda transportadora	17	I				
Opera carro transportador	79	I				
Descarga WH1	144	I				
Carga WH1	144	V.A.				
Opera carro transportador	64	I				
Espera	47	W				
Opera carro transportador	54	I				
Espera	546	W				
Opera carro transportador (Limpia)	80	I				
Espera	36	W				
Descarga WH2	83	I				
Carga WH2	111	V.A.				
Espera	118	W				
Opera carro transportador	0	I				
Limpia banda transportadora	21	I				
Opera carro transportador	0	I				
Fluctuación (seg)						
303			TT			
Elementos periodicos (seg)			TMR	1790	29.83333	14.9
Cambio de granalla		I	TF	303	6.06	2.5
Recoger granalla	25	I	TFP	25	0.5	0.2
					36.39333	17.65
					976	
Banda transportadora 1° operador						
Elemento	Tiempo ajustado (seg)					
Toma pieza	1	I				
Inspecciona / Trabaja pieza	3	V.A.				
Deja pieza	1	I				
Espera		W	TMR	5		
Fluctuación (seg)			TF	12		
12			TFP	0		
					17	
Banda transportadora 2° operador						
Elemento	Tiempo ajustado (seg)					
Toma / Deja pieza	2	I				
Inspección - Trabajo pieza	0	I	TMR	2		
Fluctuación (seg)			TF	13		
13			TFP	0		
					15	
Limpieza: WH3 (Carga)						
Elemento	Tiempo ajustado (seg)					
Carga racimo	35	V.A.				
Espera		W				
Prepara siguiente carga	7	I				
Fluctuación (seg)						
22						
Elementos periodicos						
Checar granalla	10 veces al turno / 3 min	W	TMR	42	7	4.666667
Checar que el deshecho caiga	2-3 días / 10 min	I	TF	22	4	2.444444
Recoger granalla	Principio turno / 20 min	I	TFP	4	0.7	0.444444
					11.33333	7.555556

Para el análisis WBT se consideraran estos datos por piezas por lo tanto, los resultados de la tabla anterior se dividirán entre 60 piezas que es la capacidad de las 2 WH juntas.

Para el análisis WBT se consideraran estos datos por piezas por lo tanto, los resultados de la tabla anterior se dividirán entre: CB= 6 pzas.
PEGr = 9 pzas.
PECh = 18 pzas.
En el ejercicio consideraremos un CB

Limpieza: WH3 (Descarga)			Consideraran estos datos por piezas por lo tanto, los resultados de la tabla anterior se dividiran entre: CB= 6 pzas. PEGr = 9 pzas. PECh = 18 pzas. En el ejercicio consideraremos un CB		
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Descarga racimo	72	V.A.			
Prepara siguiente descarga	7	I			
Espera		W			
Fluctuación (seg)					
162					
Elementos periodicos					
Checkar granalla	10 veces al turno / 3 min	W	TMR	79	13
Checkar que el deshecho caiga	2-3 días / 10 min	I	TF	162	27
Recoger granalla	Principio turno / 20 min	I	TFP	4	0.7
			40.83333 27.22222		
Esmerilado FOX 1° Operario					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma pieza	4	I			
Esmerila pieza	27	V.A.			
Deja pieza	1	I			
Espera		W			
Fluctuación (seg)					
9			TMR	32	
Elementos periodicos			TF	9	
Cambio de rueda	1 vez cada 7 días	I	TFP	0.06	
			41.06		
Esmerilado FOX 2° Operario					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma pieza	3	I			
Esmerila pieza	39	V.A.			
Deja pieza	1	I			
Espera	2	W			
Fluctuación (seg)					
12			TMR	45	
Elementos periodicos			TF	12	
Cambio de rueda	1 vez cada 7 días	I	TFP	0.06	
			57.06		
Esmerilado FOX 3° Operario					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma pieza	3	I			
Esmerila pieza	22	V.A.			
Deja pieza	2	I			
Espera		W			
Fluctuación (seg)					
15			TMR	27	
Elementos periodicos			TF	15	
Cambio de rueda	1 vez cada 7 días	I	TFP	0.06	
			42.06		
Esmerilado fino 1° Operador					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma pieza	5	I			
Esmerila pieza	11	V.A.			
Descansa / espera		W			
Fluctuación (seg)					
10			TMR	16	
Elementos periodicos			TF	10	
Cambio de disco	7 - 14 ruedas por turno	I	TFP	3.5	
			29.5		

Esmerilado fino 2° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	0	I	
Esmerila pieza	12	V.A.	
Descansa / espera		W	
Fluctuación (seg)			
7			TMR 12
Elementos periodicos			
Cambio de disco	7 - 14 ruedas por turno	I	TFP 3.5
			22.5
Prueba de fuga 1° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza y la coloca	7	I	
Espera máquina	26	W	
Coloca pieza	17	I	
Espera	0	W	
Trabaja pieza con martillo	0	V.A.	TMR 50
Fluctuación (seg)			
80			TF 80
			TFP 0
			130
Prueba de fuga 2° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	3	I	
Trabaja pieza	12	V.A.	
Coloca piezas en riel	20	I	
Espera		W	TMR 35
Fluctuación (seg)			
38			TF 38
			TFP 0
			73
Prueba de fuga 3° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	3	I	
Trabaja pieza	29	V.A.	
Coloca piezas en riel	14	I	
Espera		W	TMR 46
Fluctuación (seg)			
44			TF 44
			TFP 0
			90
Pintura (Bajar pieza)			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	4	I	
Inspecciona / Trabaja pieza	4	V.A.	
Coloca pieza en mesa	2	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
9			TMR 10
Elementos periodicos			
Traer tarimas	10 a 12 veces al turno / 2 min	I	TF 9
Traer pintura	2 veces a la semana / 40 min	I	TFP 0.5
			19.5

Inspección 1° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Bajar pieza	2	I		
Inspección / Trabajo pieza	5	V.A.		
Dejar pieza	3	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
7				
Elementos periodicos				
Traer tarimas	10 a 12 veces al turno / 2 min	I	TMR	10
			TF	7
Traer pintura	2 veces a la semana / 40 min	I	TFP	0.5
				17.5
Inspección 2° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Bajar pieza	2	I		
Inspección / Trabajo pieza	12	V.A.		
Dejar pieza	3	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
26				
Elementos periodicos				
Traer tarimas	10 a 12 veces al turno / 2 min	I	TMR	17
			TF	26
Traer pintura	2 veces a la semana / 40 min	I	TFP	0.5
				43.5
Embarque 1° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Dejar pieza	9	V.A.		
Regresar	4	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
15				
Elementos periodicos				
Traer tarimas	10 a 12 veces al turno / 2 min	I	TMR	13
			TF	15
Traer pintura	2 veces a la semana / 40 min	I	TFP	0.5
				28.5
Embarque 2° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza y lleva	4	V.A.		
Acomoda	1	I		
Regresar	7	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
64				
Elementos periodicos				
Traer tarimas	10 a 12 veces al turno / 2 min	I	TMR	12
			TF	64
Traer pintura	2 veces a la semana / 40 min	I	TFP	0.5
				76.5

Inspección 1° Operador (Banda PE)				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	2	I		
Inspección	21	V.A.		
Deja pieza	2	I		
Coloca más parte		W	TMR	25
Fluctuación (seg)			TF	42
42			TFP	0
67				
Inspección 2° Operador (Banda PE)				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	2	I		
Inspección	17	V.A.		
Deja pieza	2	I		
Coloca más parte		W	TMR	21
Fluctuación (seg)			TF	33
33			TFP	0
54				
Esmerilado FOX (Banda PE) 1° Operario				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	7	I		
Esmerila pieza	22	V.A.		
Deja pieza	2	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
174			TMR	31
Elementos periodicos			TF	174
Cambio de rueda	1 vez cada 7 días	I	TFP	0.06
205.06				
Esmerilado FOX (Banda PE) 2° Operario				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	4	I		
Esmerila pieza	22	V.A.		
Deja pieza	1	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
18			TMR	27
Elementos periodicos			TF	18
Cambio de rueda	1 vez cada 7 días	I	TFP	0.06
45.06				
Esmerilado fino (Banda PE) 1° Operario				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	6	I		
Esmerila pieza	23	V.A.		
Deja pieza	2	I		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
7			TMR	31
Elementos periodicos			TF	7
Cambio de disco	7 - 14 discos por turno	I	TFP	3.5
41.5				

Esmerilado fino (Banda PE) 2° Operario			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	2	I	
Esmerila pieza	25	V.A.	
Deja pieza	2	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
9			
		TMR	29
Elementos periodicos			
		TF	9
Cambio de disco	7 - 14 discos por turno	I	
		TFP	3.5
			41.5

Anexo 3

Análisis de operaciones de Corazones

Shalco 1			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga	11	I	
Limpieza SH1	25	I	
Trabaja en pieza	102	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
219			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	3.3	I	TMR 138
			TF 219
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 3.3
34.5			
Shalco 2 y Shalco 3			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga SH2	12	I	
Limpia SH2	10	I	
Trae pieza	7	W	
Descarga SH3	7	I	
Limpia SH3	8	I	
Trabaja piezas	107	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
36			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	1.53	I	TMR 151
			TF 36
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 1.53
37.75			
Shalco 4 y Shalco 6			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga SH4	15	I	
Limpia SH4	13	I	
Trabaja piezas	78	I	
Descarga SH6	6	I	
Limpia SH6	22	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
146			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	1.53	I	TMR 134
			TF 146
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 1.53
33.5			

Shalco 5			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga SH5	10	I	
Limpia SH5	28	I	
Trabaja con pieza	68	V.A.	
Espera		W	
Transporta pieza	13	W	
Coloca pieza	7	I	
Fluctuación (seg)			
27			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	3.3	I	TMR 126
			TF 27
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 3.3
63			
Shalco 8 y Shalco 7			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga SH7	12	I	
Limpia SH7	0	I	
Trabaja con pieza	121	V.A.	
Descarga SH8	15	I	
Limpia SH8	0	I	
Trabaja con pieza	4	V.A.	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
32			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	3.3	I	TMR 152
			TF 32
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 3.3
50.7			
Shalco 9			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga SH9	9	I	
Limpia SH9	0	I	
Trabaja pieza	163	I	
Espera		W	
Fluctuación (seg)			
56			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	3.3	I	TMR 172
			TF 56
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 3.3
172			
Shalco 10			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Descarga pieza	12	I	
Limpia SH10	0	I	
Trabaja pieza	8	I	
Trabaja - Descarga SH9	232	I	
Fluctuación (seg)			
484			
Elementos periodicos (seg)			
Ir por pegamento	3.3	I	TMR 252
			TF 484
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP 3.3
252			

Shalco 11				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Descarga SH11	12	I		
Limpia SH11	0	I		
Trabaja pieza	132	V.A.		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
121				
Elementos periodicos (seg)				
Ir por pegamento	3.3	I	TMR	144
			TF	121
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP	3.3
Shalco 12				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Descarga pieza	15	I		
Limpia SH12	0	I		
Trabaja pieza	66	V.A.		
Trabaja pieza - máquina SH11	111	I		
Fluctuación (seg)				
64				
Elementos periodicos (seg)				
Ir por pegamento	3.3	I	TMR	192
			TF	64
Checar arena	Cada 5 cargas / 10 - 15 min	I	TFP	3.3
VICK 3				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Descarga V3	9	I		
Limpia V3	10	I		
Trabaja pieza	27	V.A.		
Espera		W		
Fluctuación (seg)				
29				
Elementos periodicos (seg)				
Mezclar embudo	Inicio turno / 20 min	I	TMR	46
Preparar pintura	Programación / 10 min	I	TF	29
Traer cartón	2.5	W	TFP	2.5
Loramendi 1° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Descarga	8	I		
Limpia Loramendi	10	I		
Trabaja pieza	54	V.A.		
Acomoda	6	W		
Fluctuación (seg)				
36				
Elementos periodicos (seg)				
Ir por pegamento	3.33	I	TMR	78
Checar boquillas de sople	2 -3 días cuando no falla; 1 vez cada carga cuando falla / 4 - 5 min	W	TF	36
Limpiar herramental parte superior	2-3 veces al turno / 2 min	I	TFP	3.33

Loramendi 2° Operador					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Descarga	10	I			
Trabaja pieza	67	V.A.			
Acomoda pieza	6	W			
Limpia		I			
Fluctuación (seg)					
168					
Elementos periodicos (seg)					
Ir por pegamento	3.33	I	TMR	83	20.75
Checar boquillas de soplo	2 -3 días cuando no falla; 1 vez cada carga cuando falla / 4 - 5 min	W	TF	168	
Limpiar herramental parte superior	2-3 veces al turno / 2 min	I	TFP	3.33	

Anexo 4

Análisis de operaciones de DISA – Fusión

Operador DISA PE					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma y coloca corazones	8	V.A.			TMR
Espera	11	W			TF
Opera tablero		I			TFP
Fluctuación (seg)					
31					
Elementos periodicos					
Cambio de modelo	CP / 5 min	I	TMR	19	3.2
Cambio de inductor	cada 9 meses / 36 hrs.	I	TF	31	
Limpieza domo fomet	2 cada mes / 8 hrs	I	TFP	0	
Operador DISA CB					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Toma y coloca corazones	15	V.A.			
Espera	18	W			
Opera tablero		I			
Fluctuación (seg)					
31					
Elementos periodicos					
Cambio de modelo	CP / 5 min	I	TMR	33	11
Cambio de inductor	cada 9 meses / 36 hrs.	I	TF	31	
Limpieza domo fomet	2 cada mes / 8 hrs	I	TFP	0	
Operador cabina fomet					
Elemento	Tiempo ajustado (seg)				
Opera tablero	20	V.A.			
Espera	0	W			
Operador sale de cabina		I			
Fluctuación (seg)					
20					
Elementos periodicos					
Cambio de modelo	CP / 5 min	I	TMR	20	
Cambio de inductor	cada 9 meses / 36 hrs.	I	TF	20	
Limpieza domo fomet	2 cada mes / 8 hrs	I	TFP	0	

Operador caseta agrega minerales			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Quita Escoria	69	V.A.	
Espera	99	W	
Adimenta Minerales	18	V.A.	
Espera	232	W	
Sube a fomet para el vaciado	0	I	
Espera	2215	W	
Fluctuación (seg)			
1990			
Elementos periodicos			
Sinterizado	1 vez al mes / 24 hrs.	I	TMR 2633
Vaciado	Cada 3 semanas / 3 hrs.	I	TF 1990
Arranque en frío	Dura 16 a 18 hrs.	I	TFP 0
Operador cabina Fusión y quita escoria			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Quita escoria	99	V.A.	
Opera cabina	382	V.A.	
Espera	511	W	
Otras actividades	65	I	
Fluctuación (seg)			
1443			
Elementos periodicos			
Sinterizado	1 vez al mes / 24 hrs.	I	TMR 1057
Vaciado	Cada 3 semanas / 3 hrs.	I	TF 1443
Arranque en frío	Dura 16 a 18 hrs.	I	TFP 0
Marros 1° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	3	I	
Trabaja pieza	2	I	
Deja pieza	1	I	
Espera descanso		W	
Fluctuación (seg)			
4			TMR 6
Elementos periodicos			TF 4
Cambio cabo	Usan 80 cabos al mes	I	TFP 0
Marros 2° Operador			
Elemento	Tiempo ajustado (seg)		
Toma pieza	3	I	
Trabaja pieza	4	I	
Deja pieza	1	I	
Espera descanso		W	
Fluctuación (seg)			
9			TMR 8
Elementos periodicos			TF 9
Cambio cabo	Usan 80 cabos al mes	I	TFP 0

Marros 3° Operador				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Trabaja pieza	10	I		
Espera / Descansa	0	W		
Fluctuación (seg)				
8			TMR	10
Elementos periodicos			TF	8
Cambio cabo	Usan 80 cabos al mes	I	TFP	0
Separador piezas				
Elemento	Tiempo ajustado (seg)			
Toma pieza	1	I		
Tira sobrante y regresa	5	I		
Espera	0	W	TMR	6
Fluctuación (seg)			TF	16
16			TFP	0

Anexo 5

Método REBA: Colgado de MM

MÉTODO REBA

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Nivel de riesgo

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Color	Actuación
1	0	Inapreciable		No es necesario la actuación.
2-3	1	Bajo		Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio		Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto		Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto		Es necesaria la actuación de inmediato.

**COLGADO DE MM
ANTES
MÉTODO REBA**



**COLGADO DE MM
DESPUÉS
MÉTODO REBA**



Tabla "A"				Tabla C											
Cuello				Puntuación A						Puntuación B					
1	2	3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Piernas	Piernas	Piernas		1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	2	3	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	6	3	4	4	4	6	7	8	9	9	9	9	9
4	5	6	7	4	4	4	5	7	8	8	9	9	9	9	9
5	6	7	8	5	6	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10
6	7	8	9	6	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11
				7	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
				8	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
				9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12
				10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
				11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"				Resultados											
Antebrazo				Resgno erg.											
1	2	3		Observaciones											
Muñeca	Muñeca			1. El agarre es regular (tabla "B" +1).											
1	2	3	4	2. Realiza una postura inestable (tabla "C" +1).											
2	1	2	3												
3	3	4	5												
4	4	5	6												
5	6	7	8												
6	7	8	9												

Tabla "A"				Tabla C											
Cuello				Puntuación A						Puntuación B					
1	2	3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Piernas	Piernas	Piernas		1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	2	3	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	6	3	4	4	4	6	7	8	8	9	9	9	9
4	5	6	7	4	4	4	5	7	8	8	9	9	9	9	9
5	6	7	8	5	6	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10
6	7	8	9	6	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11
				7	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
				8	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
				9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12
				10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
				11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"				Resultados											
Antebrazo				Resgno erg.											
1	2	3		Observaciones											
Muñeca	Muñeca			1. El agarre es regular (tabla "B" +1).											
1	2	3	4												
2	1	2	3												
3	3	4	5												
4	4	5	6												
5	6	7	8												
6	7	8	9												



Tabla "A"				Tabla C											
Cuello				Puntuación A						Puntuación B					
1	2	3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Piernas	Piernas	Piernas		1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	2	3	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	6	3	4	4	4	6	7	8	8	9	9	9	9
4	5	6	7	4	4	4	5	7	8	8	9	9	9	9	9
5	6	7	8	5	6	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10
6	7	8	9	6	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11
				7	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
				8	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
				9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12
				10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
				11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"				Resultados											
Antebrazo				Resgno erg.											
1	2	3		Observaciones											
Muñeca	Muñeca			1. El agarre es regular (tabla "B" +1).											
1	2	3	4	2. Realiza una postura inestable (tabla "C" +1).											
2	1	2	3												
3	3	4	5												
4	4	5	6												
5	6	7	8												
6	7	8	9												

Tabla "A"				Tabla C											
Cuello				Puntuación A						Puntuación B					
1	2	3		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Piernas	Piernas	Piernas		1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	3	4	5	2	3	3	3	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	6	3	4	4	4	6	7	8	8	9	9	9	9
4	5	6	7	4	4	4	5	7	8	8	9	9	9	9	9
5	6	7	8	5	6	6	6	7	8	9	9	10	10	10	10
6	7	8	9	6	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11
				7	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
				8	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11
				9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12
				10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
				11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"				Resultados											
Antebrazo				Resgno erg.											
1	2	3		Observaciones											
Muñeca	Muñeca			1. El agarre es regular (tabla "B" +1).											
1	2	3	4												
2	1	2	3												
3	3	4	5												
4	4	5	6												
5	6	7	8												
6	7	8	9												

Anexo 6

Método REBA: Plataforma de Levante para Loramendi

MÉTODO REBA

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Nivel de riesgo

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Color	Actuación
1	0	Inapreciable		No es necesario la actuación.
2-3	1	Bajo		Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio		Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto		Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto		Es necesaria la actuación de inmediato.

CORAZONES EN CAJA FRÍA - LORAMENDI

ANTES MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4								
	1	2	3	4								
1	1	1	1	1								
2	1	2	2	2								
3	2	2	3	3								
4	3	3	4	4								
5	4	4	5	5								
6	5	5	6	6								
7	6	6	7	7								
8	7	7	8	8								
9	8	8	9	9								
10	9	9	10	10								
11	10	10	11	11								
12	11	11	12	12								
13	12	12	13	13								
14	13	13	14	14								

Resultados	
Nivel	Resultados
Observaciones	

CORAZONES EN CAJA FRÍA - LORAMENDI

DESPUÉS MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4								
	1	2	3	4								
1	1	1	1	1								
2	1	2	2	2								
3	2	2	3	3								
4	3	3	4	4								
5	4	4	5	5								
6	5	5	6	6								
7	6	6	7	7								
8	7	7	8	8								
9	8	8	9	9								
10	9	9	10	10								
11	10	10	11	11								
12	11	11	12	12								
13	12	12	13	13								
14	13	13	14	14								

Resultados	
Nivel	Resultados
Observaciones	

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4								
	1	2	3	4								
1	1	1	1	1								
2	1	2	2	2								
3	2	2	3	3								
4	3	3	4	4								
5	4	4	5	5								
6	5	5	6	6								
7	6	6	7	7								
8	7	7	8	8								
9	8	8	9	9								
10	9	9	10	10								
11	10	10	11	11								
12	11	11	12	12								
13	12	12	13	13								
14	13	13	14	14								

Resultados	
Nivel	Resultados
Observaciones	

Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	1	2	3
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5
4	4	5	6
5	5	6	7
6	6	7	8
7	7	8	9
8	8	9	10
9	9	10	11
10	10	11	12
11	11	12	13
12	12	13	14

Tabla C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4								
	1	2	3	4								
1	1	1	1	1								
2	1	2	2	2								
3	2	2	3	3								
4	3	3	4	4								
5	4	4	5	5								
6	5	5	6	6								
7	6	6	7	7								
8	7	7	8	8								
9	8	8	9	9								
10	9	9	10	10								
11	10	10	11	11								
12	11	11	12	12								
13	12	12	13	13								
14	13	13	14	14								

Resultados	
Nivel	Resultados
Observaciones	

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Resultados	
Nivel	1
Observaciones:	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).
	3... Realiza una postura inestable (tabla "C" + 1).



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Resultados	
Nivel	1
Observaciones:	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Resultados	
Nivel	1
Observaciones:	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).
	3... Realiza una postura inestable (tabla "C" + 1).



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Resultados	
Nivel	1
Observaciones:	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8	
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9	
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9	
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10	
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11	
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11	
9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11	
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	

Resultados	
Nivel	1
Observaciones:	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).
	3... Realiza una postura inestable (tabla "C" + 1).



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	
1	2	3	1
2	1	2	2
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Tabla C		Puntuación B											
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	
3	2	3											

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Puntuación A		Tabla C										
		Puntuación B										
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	Muñeca
1	1	2	3
2	1	2	3
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Resultados	
Nivel	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
Observaciones	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).
	3... Realiza una postura inestable (tabla "C" + 1).

Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Puntuación A		Tabla C										
		Puntuación B										
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	Muñeca
1	1	2	3
2	1	2	3
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Resultados	
Nivel	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
Observaciones	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).

MÉTODO REBA



Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Puntuación A		Tabla C										
		Puntuación B										
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	Muñeca
1	1	2	3
2	1	2	3
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Resultados	
Nivel	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
Observaciones	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).
	3... Realiza una postura inestable (tabla "C" + 1).

Tabla "A"			
Tronco	Cuello		
	1	2	3
	Piernas	Piernas	Piernas
1	2	3	4
2	3	4	5
3	4	5	6
4	5	6	7
5	6	7	8

Puntuación A		Tabla C										
		Puntuación B										
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla "B"			
Brazo	Antebrazo		
	1	2	3
	Muñeca	Muñeca	Muñeca
1	1	2	3
2	1	2	3
3	3	4	5
4	4	5	6
5	6	7	8
6	7	8	9

Resultados	
Nivel	1... El peso del corazón del portadiferencial es de 8.5 kg (tabla "A" + 1).
Observaciones	2... El agarre es regular (tabla "B" +1).

Anexo 7

Método REBA: Descarga de portadiferenciales de la máquina WH3

MÉTOD REBA

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Nivel de riesgo

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador.

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Color	Actuación
1	0	Inapreciable		No es necesario la actuación.
2-3	1	Bajo		Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio		Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto		Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto		Es necesaria la actuación de inmediato.

**DESCARGA WH3
ANTES
MÉTOD REBA**



**DESCARGA WH3
DESPUÉS
MÉTOD REBA**



Tabla "A"		Cuello		
1		2		3
Piernas		Piernas		Piernas
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla "B"		Antebrazo		
1		2		
Muñeca		Muñeca		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla C		Puntuación B		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Nivel	Resultados
	1. El peso del CB es de mas de 10 kg. (tabla "A" +2) 2. El agarre es regular (tabla "B" +1) 3. Realizar una postura inestable (tabla "C" +1)

Tabla "A"		Cuello		
1		2		3
Piernas		Piernas		Piernas
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla "B"		Antebrazo		
1		2		
Muñeca		Muñeca		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla C		Puntuación B		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Nivel	Resultados



Tabla "A"		Cuello		
1		2		3
Piernas		Piernas		Piernas
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla "B"		Antebrazo		
1		2		
Muñeca		Muñeca		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla C		Puntuación B		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Nivel	Resultados
	1. El peso del CB es de mas de 10 kg. (tabla "A" +2) 2. El agarre es regular (tabla "B" +1) 3. Realizar una postura inestable (tabla "C" +1)

Tabla "A"		Cuello		
1		2		3
Piernas		Piernas		Piernas
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla "B"		Antebrazo		
1		2		
Muñeca		Muñeca		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Tabla C		Puntuación B		
1	1	2	3	4
2	2	3	4	5
3	3	4	5	6
4	4	5	6	7
5	5	6	7	8
6	6	7	8	9
7	7	8	9	10
8	8	9	10	11
9	9	10	11	12
10	10	11	12	13
11	11	12	13	14
12	12	13	14	15

Nivel	Resultados

Anexo 8

Diagrama Yamazumi

Yamazumi es una palabra japonesa que significa “apilar”. Diagrama Yamazumi en el Lean Manufacturing se refiere a un diagrama de columnas apiladas que representa las formas en que se reparte el tiempo o la capacidad de los medios productivos entre producción y problemas. Entendiendo como problema toda parada no planificada de los medios de producción.

Es muy útil para entender rápidamente en qué situación se encuentran los medios de producción y cuáles son sus problemas principales.

Estos son los pasos a seguir para crearlo:

1- Obtener Tiempo planificado de producción

1. Debemos partir del tiempo planificado para producción (el tiempo total disponible menos el tiempo de paradas planificadas).
2. No podemos esperar que nuestros medios produzcan más de lo que corresponde al tiempo planificado de producción.

2- Obtener Tiempo de ciclo

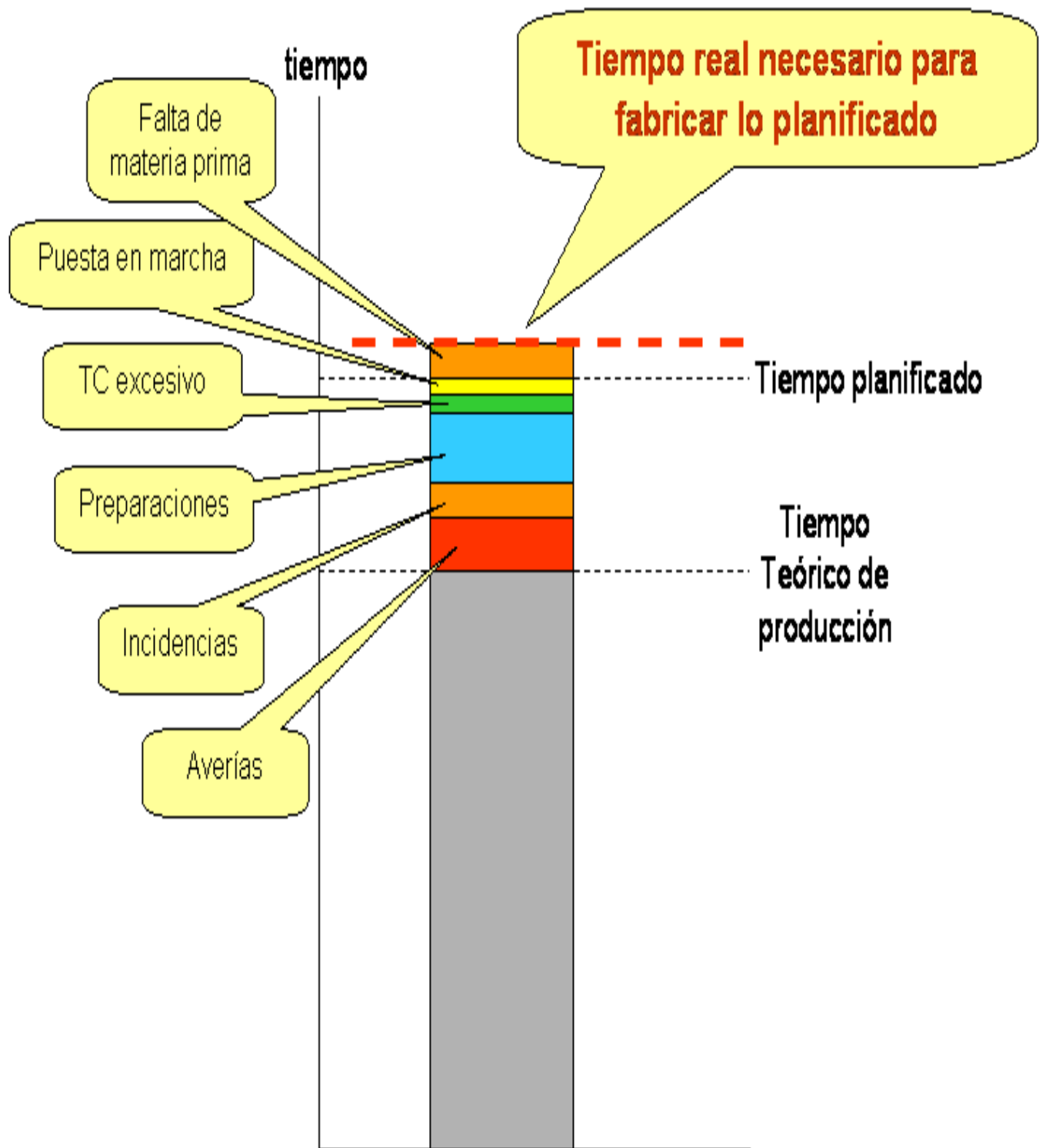
Registramos cuál es el Tiempo de Ciclo al que debe funcionar la máquina. Debemos distinguir entre:

- a. Tiempo planificado de producción
- b. Tiempo teóricamente necesario para la producción

3- Obtener Tiempo de Pérdidas

Debemos ahora registrar las paradas no planificadas (pérdidas). Hay al menos 8 pérdidas a considerar:

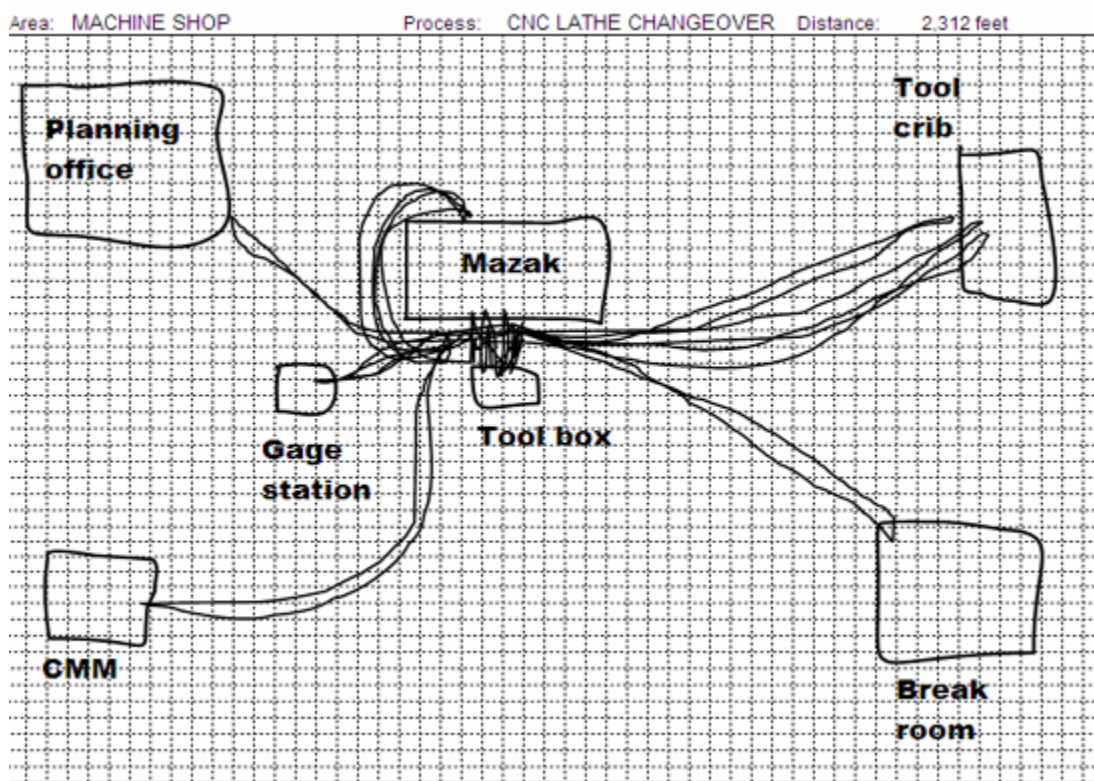
- a. Averías (largas y normalmente infrecuentes paradas no planificadas)
- b. Incidencias (“microparadas”, breves y frecuentes paradas no planificadas)
- c. Preparaciones, cambios de herramienta y ajustes (frecuentemente se planifican, pero no añaden valor y debemos considerarlas como pérdidas)
- d. Tiempos de ciclo excesivos (“lentitud” de los medios de producción)
- e. Defectos (chatarras y reprocesos)
- f. Puesta en marcha (bajos rendimientos asociados a la puesta en marcha)
- g. Falta de materia prima (no está asociada directamente a la máquina, pero las paradas por esta causa, si no están planificadas, deben tenerse en cuenta)
- h. Falta de personal (incluimos absentismo, formación, etc.)
- i. Otros...



Anexo 9

Diagrama de Espagueti

Es un método de visualización de datos para visualizar los posibles flujos a través de los sistemas. Flujos representado de esta manera aparecen como los tallarines, por lo tanto, la acuñación de este término. Este método de la estadística se utiliza para realizar un seguimiento de enrutamiento a través de las fábricas. Visualizar el flujo de esta manera puede reducir la ineficiencia en el flujo de un sistema.



Dentro de la experiencia adquirida dentro de mi estancia fue el hecho del trato con las personas, ya que al implementar un nuevo método de trabajo, es natural que la persona se resista al cambio porque lo estamos sacando de su zona de confort. Por lo cual hay que idear la forma de hacerle ver que el cambio es bueno y es para su beneficio.

En resumen se cumplieron los objetivos propuestos al principio del reporte de experiencia profesional y se adquirió experiencia en la aplicación de las herramientas Lean en un proceso de fundición.

BIBLIOGRAFÍA

- Chase B. Richard, Jacobs F. Robert, Aquilano J. Nicholas
Operations Management for competitive advantage
11° Edición, McGraw – Hill
EUA 2006
- Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Company
Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan
2° Edición, Junio 1994
- García Criollo, Roberto
Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo
2° Edición, McGraw-Hill
México D.F.
- Janania Abraham, Camilo
Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos
3° Edición, Limusa
México D.F. 2008
- Hignett S., McAtanney L.
REBA: Rapid Entire Body Assessment
Año 2000