



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN Y
OPERACIONES

Elaboración de un plan para la implementación de la herramienta
***Pull Flow System* en la sección Metal Mecánica de la empresa**
Induglob.

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

AUTOR:

David Alejandro Idrovo Toledo

DIRECTOR:

Edmundo Reinaldo Cárdenas Herrera

CUENCA - ECUADOR

2014

DEDICATORIA

A mi mamá Alicia, quien ha dedicado su vida entera a formarme como un hombre de bien y me ha demostrado incansablemente su eterno amor por mí.

A mi abuela Betty, que ha sido la compañera de mil batallas que en difíciles momentos juntos hemos atravesado.

A mi esposa Shenja, que supo renovar la vitalidad de mi ser y llenar mi vida de amor, esperanza y nuevas alegrías.

A mi hija Alina, que día tras día me regala la mayor ilusión que una persona puede experimentar y la felicidad única de ser padre.

A todos mis familiares, a quienes entrego toda mi confianza y no dudo que siempre podré contar con ellos.

AGRADECIMIENTO

A mi mamá, que supo entregarme todos sus conocimientos y brindarme su ejemplo de perseverancia, fortaleza y amor, permitiéndome así culminar esta etapa de mi vida y formarme como un profesional.

A mis profesores de la Escuela de Ingeniería de Producción y Operaciones quienes transmitieron generosamente sus conocimientos y experiencias para el desarrollo de todos sus estudiantes.

A la empresa Induglob y todo el personal de la sección de Metal Mecánica, en especial a los Ingenieros Edison Encalada y Patricio Pacheco, quienes me permitieron elaborar mi trabajo de grado en estas instalaciones.

A mi esposa, quien supo motivarme y brindarme todo su apoyo.

A mi director de tesis, Ingeniero Edmundo Cárdenas, por brindarme su tiempo y conocimientos.

**ELABORACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA
HERRAMIENTA *PULL FLOW SYSTEM* EN LA SECCIÓN METAL
MECÁNICA DE LA EMPRESA INDUGLOB.**

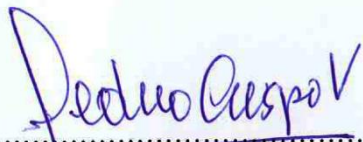
RESUMEN

El presente trabajo de grado, está elaborado en la sección de Metal Mecánica de la empresa Induglob en la ciudad de Cuenca, y se enfoca en establecer un control del sistema productivo y realizar un seguimiento del mismo mediante una monitorización computarizada, con la finalidad de aplicar la filosofía *Pull Flow System*, que en español representa al sistema productivo jalar; para tal efecto se realiza un levantamiento de datos sobre la situación inicial del área y se genera un diagnóstico de las posibles causas que ocasionan pérdidas de productividad.

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene como objetivo principal optimizar los tiempos y procesos productivos de la sección de Metal Mecánica, y de esta manera mejorar el desempeño del área, perfeccionando el uso de recursos y reduciendo desperdicios.

PALABRAS CLAVES

Pull Flow System (Sistema de Flujo Jalar), Kanban, Sistemas Visuales de Carga de Maquinaria, Eficiencia General de los Equipos, *Plantnode*.



Ing. Pedro José Crespo Vintimilla

Director de la carrera de Ingeniería de
Producción y Operaciones



Ing. Edmundo Reinaldo Cárdenas Herrera

Director de Trabajo de Grado



David Alejandro Idrovo Toledo

Autor

**DEVELOPMENT OF A PLAN FOR THE IMPLEMENTATION OF A PULL
FLOW SYSTEM TOOL IN THE METAL-MECHANICS SECTION AT
INDUGLOB COMPANY**

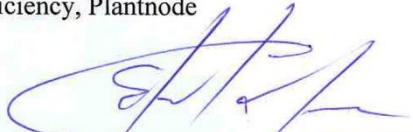
ABSTRACT

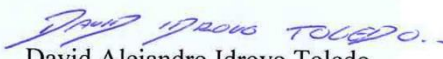
This graduation paper is carried out in the Metal-Mechanics section at *Induglob* Company in the city of Cuenca, and focuses on establishing control of the production system and keeping track of it by computerized monitoring in order to apply the Pull Flow System philosophy, which in Spanish represents the “*Sistema de producción jalar*”. For this purpose, a data gathering on the area’s initial situation is performed, and a diagnosis of possible causes that result in productivity losses is generated.

The development of this graduation work has as main objective to optimize time and production processes at the Metal Mechanics section, and thus boost the performance of the area, improving the use of resources and reducing waste.

KEYWORDS: Pull Flow System (*Sistema de Flujo Jalar*), Kanban, Machine Loading Visual Systems, Equipment General Efficiency, Plantnode


Ing. Pedro Jose Crespo Vintimilla
School Director


Ing. Edmundo Reinaldo Cárdenas Herrera
Thesis Director


David Alejandro Idrovo Toledo
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
DPTO. IDIOMAS


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA INDUGLOB, SECCIÓN METAL MECÁNICA..... 3

1.1 Reseña histórica de la empresa	3
1.2 Innovaciones	4
1.3 Descripción de la sección metal mecánica.....	5
1.3.1 Procedimientos.....	6
1.3.2 Materiales.....	8
1.3.3 Maquinaria	9

CAPITULO II ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA SECCIÓN METAL MECÁNICA..... 13

2.1 Levantamiento de datos históricos de la sección	13
2.1.1 Análisis de desperdicios y reprocesos de la sección	16
2.2 Análisis de tiempos de para de líneas de ensamble atribuidos a metal mecánica	19
2.3 Muestreo y análisis de tiempos no productivos de maquinaria y mano de obra en la sección metal mecánica.....	21

CAPITULO III PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS VISUALES DE CARGA DE MAQUINARIA Y OEE “EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS”..... 23

3.1 Elaboración de propuesta de implementación de sistemas visuales de carga de maquinaria y oee “eficiencia general de los equipos” de la sección de metal mecánica ...	24
--	----

3.1.1 Mecanismo.....	26
3.2 Plan de acción	28
3.3 Implementacion piloto de sistemas visuales de carga de maquinaria y oee.....	32
3.3.1 Etapa de capacitación.....	32
3.3.1 Análisis de resultados.....	34
 CAPITULO IV PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS KANBAN	 40
4.1 Elaboración de propuesta de implementación de herramientas kanban en sección de metal mecánica.....	40
4.2 Elaboración de una propuesta de reaprovisionamiento de material para prensado mayor y prensado menor de la sección de metal mecanica.....	43
4.3 Herramientas visuales para reaprovisionamiento de material.....	44
 CAPITULO V RESULTADOS DE HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA OBTENER COMO RESULTADO UN SISTEMA PULL EN LA SECCIÓN METAL MECANICA.	 47
5.1 Proyección de reducción de paras de línea	47
5.2 Analisis de productividad de la sección.....	50
5.3 Reducción de desperdicios.....	51
5.4 Plan de acción para mantener herramientas implantadas.....	53
CONCLUSIONES GENERALES	56
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Centros de trabajo Metal Mecánica	6
Figura 2. Pieza Embutida	6
Figura 3. Pieza troquelada.....	7
Figura 4. Pieza Doblada	7
Figura 5. Pieza Estampada	7
Figura 6. Pulido de Piezas.....	8
Figura 7. Bobinas	8
Figura 8. Prensas	10
Figura 9. Matriz	11
Figura 10. Desbobinadora.....	12
Figura 11. Cumplimiento Programa Producción - Metal Mecánica	14
Figura 12. Indicador Desperdicios Metal Mecánica	19
Figura 13. Tiempo de Paras de Línea Metal Mecánica.....	20
Figura 14. Códigos de barras Metal Mecánica.....	27
Figura 15. Sistema Plantnode Metal Mecánica.....	28
Figura 16. Capacitación Plantnode en Planta.....	33
Figura 17. Identificación de tiempos no planificados	34
Figura 18. Tiempos Productivos	34
Figura 19. Resultado inicial prensas: Presross y Ona Press.....	35
Figura 20. Análisis de paras por set up	36
Figura 21. Análisis de paras por falta de material.....	37
Figura 22. Análisis de paras por ausencia de personal.....	38
Figura 23. Análisis de la eficiencia general de los equipos	38
Figura 24. Boceto de cartelera de programa de producción.....	41
Figura 25. Cartelera Kanban de control de producción	42
Figura 26. Cartelera Kanban Implantada	42
Figura 27. Representación de tiempo de ciclo de producción	44
Figura 28. Tarjetas de Reaprovisionamiento Kanban	46
Figura 29. Reducción de tiempo de paras de línea Metal Mecánica.....	49
Figura 30. Mejora de cumplimiento Metal Mecánica.....	51
Figura 31. Control de desperdicios Metal Mecánica	52
Figura 32. Mejora en eficiencia general de los equipos.....	52

Figura 33. Plan de acción para mantener herramientas implantadas	54
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales Metal Mecánica.....	9
Tabla 2. Productividad Metal Mecánica	14
Tabla 3. Atrasos Metal Mecánica	15
Tabla 4. Control Desperdicios y Reprocesos	16
Tabla 5. Indicador de Desperdicios y Reprocesos	18
Tabla 6. Tiempo de Paras de Línea Metal Mecánica	20
Tabla 7. Tiempo Improductivo de Máquinas	21
Tabla 8. Tiempo de para por máquina	22
Tabla 9. Plan de Acción Instalación Plantnode Metal Mecánica.....	29
Tabla 10. Plan de acción para Identificación de Pérdidas de Productividad.....	30
Tabla 11. Evaluación de factores	36
Tabla 12. Reducción de tiempo de paras de línea Metal Mecánica	49
Tabla 13. Mejora de Productividad Metal Mecánica	50
Tabla 14. Reducción de desperdicios Metal Mecánica	51

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO PARA CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN.....	59
ANEXO 2: CERTIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	60

Idrovo Toledo David Alejandro

Trabajo de Graduación

Ing. Edmundo Reinaldo Cárdenas Herrera

Octubre 2014

ELABORACIÓN DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA *PULL FLOW SYSTEM* EN LA SECCIÓN DE METAL MECÁNICA DE LA EMPRESA INDUGLOB.

INTRODUCCIÓN

La empresa Induglob conserva el objetivo de crecer como tal e incrementar su mercado nacional, así como el internacional, es por ello que se mantiene una constante lucha por ser cada día más competitivos tanto en la calidad como en el precio de sus productos, buscando el éxito en la optimización de sus procesos productivos y la reducción de desperdicios.

Partimos de la iniciativa del personal de la sección de Metal Mecánica por buscar un proceso de mejora continua que permita cubrir la necesidad del cliente interno oportunamente, evitando de esta manera retrasos en cadena y como consecuencia para en la línea de ensamble final tanto para refrigeración como para cocinas.

Al enfocarnos hacia el “cliente interno” consideramos que las herramientas más pertinentes a utilizar se basan en la filosofía “*Pull Flow System*”, las mismas que incluirán la implementación de sistemas visuales para la distribución de la carga en las máquinas, permitiendo conocer el avance del programa de producción dentro de las áreas de prensado mayor y prensado menor de la sección Metal Mecánica; agilizando de esta manera los cambios de proceso y los montajes necesarios para los mismos, reduciendo considerablemente tiempos muertos de maquinaria y mano de obra. Se emplearán adicionalmente herramientas Kanban, las mismas que permiten organizar el flujo de la producción y mantener una comunicación basada en señalización. Abarca además sistemas de control mediante el uso de indicadores, carteleros informativos y sistemas de reuniones rápidas.

La elaboración de un plan para la implementación de la herramienta “*Pull Flow System*” se enfocará en la optimización de los procesos productivos, y el correcto uso de los recursos tanto materiales como humanos de los que dispone el área, con el fin de perfeccionar el “Servicio al Cliente”.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA INDUGLOB, SECCIÓN METAL MECÁNICA

En el presente capítulo se describe el origen de la empresa Induglob, y la trayectoria que ha tenido a través de los años, consiguiendo situarse como una compañía líder en la fabricación de electrodomésticos de línea blanca.

Se menciona también las innovaciones que Induglob realiza en la actualidad con el objetivo de distinguir su prestigiosa marca manteniéndose pionero en tecnología, cumpliendo de esta manera las expectativas del mercado.

Además se realiza una breve descripción de la Sección Metal Mecánica, incluyendo sus procesos productivos, y hacia donde se enfoca el proyecto de mejora *Pull Flow System*.

1.1 Reseña histórica de la empresa

“En la ciudad de Cuenca, Ecuador en el año de 1972 se inicia la actividad económica de “Indutechnia” e “Indurama” en un área de trabajo de 100m² y 20 personas en las calles Hermano Miguel y Sangurima, en aquel entonces límite norte de la ciudad de Cuenca; Taller destinado a la producción de calefones, prensas, lámparas y otros productos metálicos.

Dos años más tarde, se incorpora la compañía “Multicomercio” con la importación y ensamble de bicicletas y producción de cocinetas, calderos, cocinas, pailas de camionetas, aprovechando el ingenio y creatividad Metal - Mecánica en conjunto con la visión comercial del negocio.

En 1976 se traslada este taller a las calles Turuhayco y Calle Vieja en unas instalaciones que albergaban 120 personas, cambiando su razón social a “Multindustrias”.

La demanda creciente de artefactos de uso doméstico impulsó a un tercer cambio de ubicación a su localidad actual y nace la empresa “Indurama” en 1980 ubicada en las

calles Don Bosco y Av. de las Américas en el límite Sur de la ciudad con una extensión de 30.000 m²

Durante estos años, Indurama ensamblaba refrigeradoras bajo el asesoramiento y licencia de WCI – USA y cocinas de horno con el respaldo de Tecnogas – Italia, fabricando productos de calidad Multimarca, entre ellas Indurama.

La cercanía al consumidor fue siempre clave para el desarrollo de Indurama, un sistema denominado “Sugerencias Mercado-Calidad” motivó a la empresa a escuchar al cliente y cumplir sus necesidades técnicas, calidad, diseño y funcionalidad.

Fue 1982, un año especial, se introdujo en su planta un moderno sistema de producción en serie, incorporando maquinaria de vanguardia de origen Europeo.

Tres años más tarde en 1985 inicia la actividad exportadora de Indurama hacia el vecino mercado de Perú, visión que se ha consolidado exitosamente situándola hoy en una marca presente en más de 25 países de la región latinoamericana de Centro y Sur América.

La solidaridad con su gente constituye un aspecto de vital importancia para la empresa, un sistema de trabajo en “círculos de superación” ha constituido un modelo ejemplar con participación voluntaria sobre el 80% de colaboradores en proyectos de beneficio compartido y reconocido en el ámbito nacional e internacional

La actividad productiva y comercial de Indurama, hoy en día a cambiado su nombre por INDUGLOB y se ha consolidado en 2 plantas de fabricación que superan los 80.000 m² con una capacidad de 1.000.000 de unidades entre cocinas y refrigeradoras constituyéndose en una de las empresas líderes en la región.”¹

1.2 Innovaciones

Para diciembre del 2013 la empresa Induglob, bajo pedido gubernamental ha desarrollado las primeras cocinas de inducción, en las cuales la cocción se realiza mediante el magnetismo y su funcionamiento depende del uso de la energía eléctrica.

¹ Fuente: Departamento de Comunicación - Induglob

Estas cocinas tienen la capacidad de calentar más rápido que otras con sistemas de gas o eléctrico con uso de resistencias.

Además este sistema requiere el uso de utensilios de hierro fundido o acero inoxidable magnético que absorben la totalidad de calor optimizando el consumo de energía.

Para garantizar soluciones y respaldo para actuales y futuros clientes, la empresa pondrá a disposición los kits de conversión de gas a inducción, el cual permitirá transformar las cocinas a gas, a la nueva tecnología de inducción que impulsa el gobierno en su proyecto de migración de la matriz energética.

Por otro lado, enfocado a la mejora de recursos medio ambientales, la empresa Induglob ha puesto en marcha el cambio agentes contaminantes de la capa de ozono en la fabricación de poliuretanos, por agentes amigables con la naturaleza.

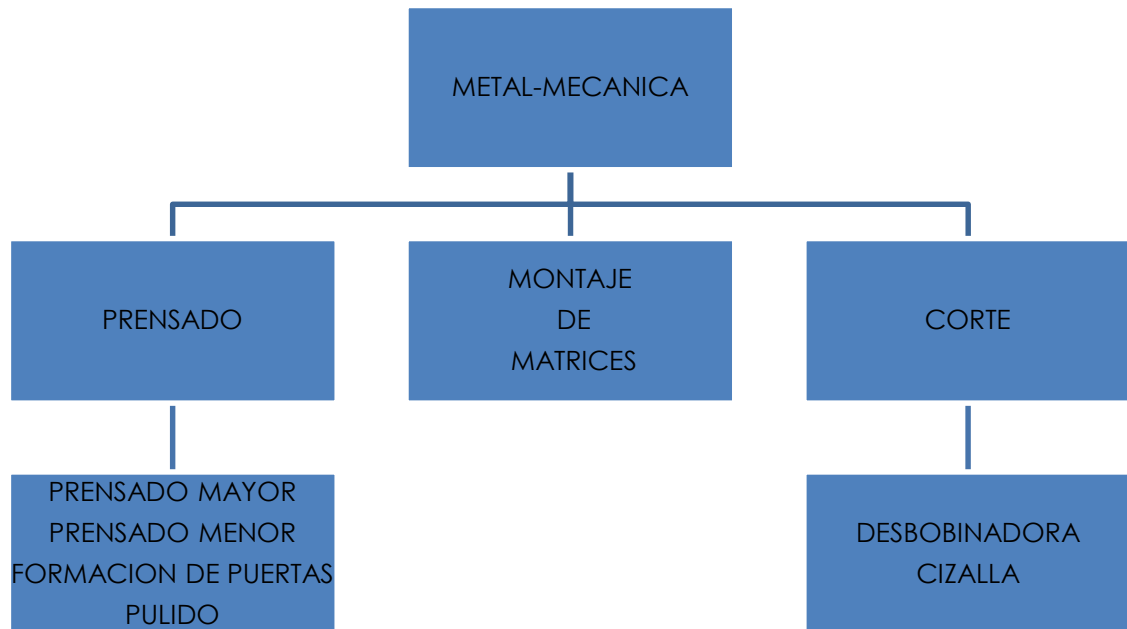
El cambio consiste en reemplazar el agente espumante 141B cuyo objetivo es crear una reacción expansiva en la mezcla de polioli e isocianato para cubrir toda la zona en la que es disparado, pero que su uso causa un impacto ambiental en la capa de ozono, el cual es sustituido por el agente espumante Pentano, que cumple la misma función pero sin causar daños al ecosistema ni a la capa de ozono. Este proceso inició en el mes de diciembre del 2013 y se prevé concluir con el mismo para el mes de febrero del 2014.

1.3 Descripción de la sección metal mecánica

La sección de Metal Mecánica tiene como principal función la fabricación de partes metálicas para el ensamble de artefactos de refrigeración, combustión, y a futuro inducción, cumpliendo especificaciones de calidad por pieza elaborada, según material, color, y dimensiones.

Los procesos de la sección tienen inicio en el área de corte en donde se recibe las bobinas de materia prima y se realiza un corte inicial, obteniendo una pre-formación de planchas a medida, las cuales serán entregadas al área de formación de piezas para el moldeado respectivo.

Figura 1. Centros de trabajo Metal Mecánica

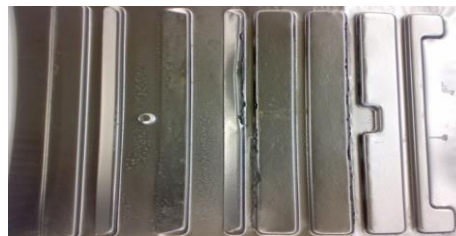


Fuente: Manual de Producción Metal Mecánica - Induglob

1.3.1 Procedimientos

Embutido es un procedimiento que consiste en realizar una formación en la chapa metálica mediante un punzón, el mismo que se encuentra resaltado en la matriz.

Figura 2. Pieza Embutida



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Troquelado es la acción que ejecuta la matriz al perforar un material cuando este es presionado mediante una prensa.

Figura 3. Pieza troquelada



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Doblado Consiste en doblar un ángulo determinado mediante una matriz, partiendo de una pieza plana.

Figura 4. Pieza Doblada



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Estampado Consiste en formar una moldura definida en la matriz, mediante el golpe de la misma, en la pieza inicial.

Figura 5. Pieza Estampada



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Pulido consiste en realizar una limpieza de la pieza formada, para garantizar que la misma no tenga filos cortantes, residuos de troquelados o imperfecciones que se dan durante la formación.

Figura 6. Pulido de Piezas



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

1.3.2 Materiales

Los materiales utilizados en la sección de Metal Mecánica, consiste básicamente en bobinas metálicas con sus respectivas diversidades.

Figura 7. Bobinas



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Clasificación de Materiales Metálicos

Ferrosos

Los principales productos representantes de los materiales metálicos son:

- Fundición de hierro gris
- Hierro maleable
- Aceros

- Fundición de hierro blanco

No ferrosos

Los principales metales no ferrosos utilizados en la manufactura son: aluminio, magnesio, plomo, zinc, cobre, níquel y titanio

Propiedades de los Materiales Metálicos

En los procesos de manufactura son de gran importancia las propiedades de ingeniería, de las que destacan las siguientes:

- Resistencia a la tensión
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la torsión
- Prueba al impacto o de durabilidad
- Dureza
- Resistencia a la tracción, fricción y tenacidad.

Tipos de materiales

Según la necesidad de la sección, y el uso que se le vaya a dar en los diferentes componentes para el armado de una cocina o refrigeradora, se utiliza los siguientes materiales:

Tabla 1. Materiales Metal Mecánica

Material	Uso
Metales enlozables – EK2 / EK4	Componentes resistentes al calor
Aceros Inoxidables	Componentes visibles y estéticos
Galvanizados	Componentes protectores
Pre - pintados	Puertas Refrigeración
Colaminados	Puertas Refrigeración

Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

1.3.3 Maquinaria

La maquinaria que dispone la sección de Metal Mecánica básicamente está comprendida por prensas, cuyo funcionamiento consiste en aplicar una determinada fuerza al cierre de la matriz, la cual a su vez se encargará de moldear la plancha metálica según la necesidad.

Prensa es una máquina que permite moldear o formar materiales, mediante la aplicación de presión.

Tipos de Prensas

Figura 8. Prensas

Prensa hidráulica	
Prensa excéntrica	
Perfiladora	

Dobladora	
Prensa de dados	
Punzonadora Múltiple	

Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Matriz Es una herramienta en forma de molde, que sirve para realizar producción de piezas en serie

Figura 9. Matriz



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

Cortadora es una máquina que permite desbobinar los rollos de material, para luego ser cortados en planchas.

Figura 10. Desbobinadora



Fuente: Manual de Montaje Metal Mecánica - Induglob

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA SECCIÓN METAL MECÁNICA

La sección de Metal Mecánica al ser un eje fundamental en la elaboración de componentes iniciales para el armado de refrigeradoras y cocinas, se convierte en un proceso fundamental que marca el ritmo de fabricación de artefactos por día.

2.1 Levantamiento de datos históricos de la sección

En la sección de metal mecánica se cuenta con un número de 160 colaboradores destinados al trabajo de semi elaborados y 3 supervisores de área los cuales trabajan en 3 turnos diarios de 8 horas de lunes a viernes, teniendo un tiempo real de trabajo diario de 22,5 horas. Además la sección cuenta con 1 supervisor de montaje y su cuadrilla de 12 montajistas los cuales laboran conjuntamente con la necesidad de 3 turnos por día. En la dirección se encuentra el Jefe de Línea.

La sección está compuesta por 32 prensas las cuales se encuentran distribuidas en el área de prensado mayor y menor según su tonelaje.

Se dispone de un área de corte y formación compuesto por 6 cizallas y 3 desbobinadoras.

Además para el proceso de montaje se cuenta con un total de 150 matrices para el formado de piezas y 2 montacargas.

Productividad

Para obtener una perspectiva de la productividad de la sección se realiza un levantamiento de datos a partir de enero del 2013 hasta junio del 2013 enfocado en el cumplimiento del programa de producción.

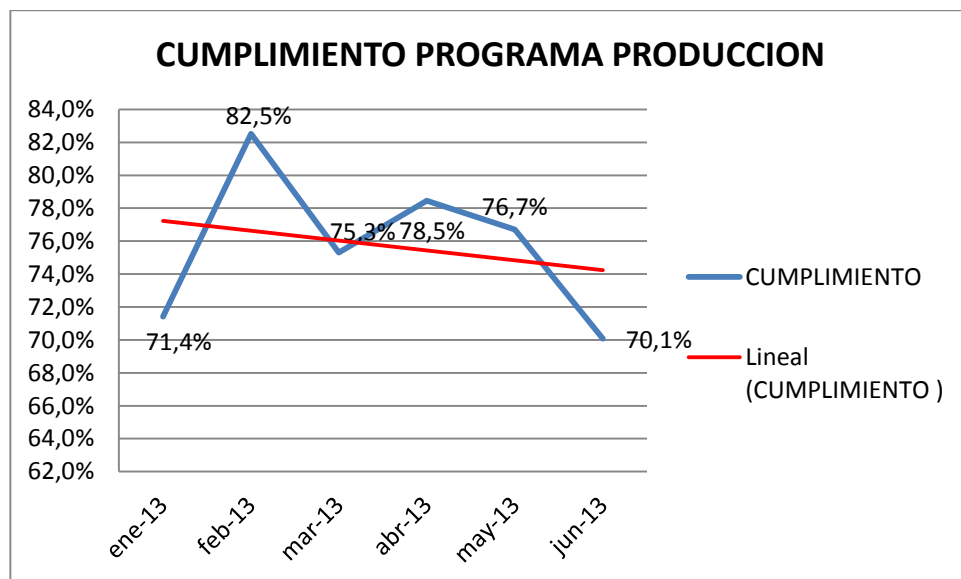
PRODUCTIVIDAD METAL MECÁNICA

Tabla 2. Productividad Metal Mecánica

MES	PIEZAS REALIZADAS	PIEZAS PROGRAMADAS	CUMPLIMIENTO
ene-13	249960	350020	71,4%
feb-13	152100	184300	82,5%
mar-13	152000	201840	75,3%
abr-13	402180	512580	78,5%
may-13	342780	446880	76,7%
jun-13	327960	468040	70,1%
Total	1626980	2163660	75,2%

Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial - Induglob

Figura 11. Cumplimiento Programa Producción - Metal Mecánica



Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial - Induglob

Como se puede observar en los datos obtenidos sobre el cumplimiento del programa de producción de los seis primeros meses del año 2013, la sección de Metal Mecánica no consigue cumplir con el mismo el cual está realizado en base a la capacidad que la sección dispone, por lo tanto se puede deducir que existe una falta de control tanto en procesos como en procedimientos de la misma, los cuales generan oportunidades de mejora.

Al ser una sección destinada a la fabricación de semi elaborados cuenta con áreas de clientes internos que esperan el cumplimiento oportuno de las órdenes de trabajo según la programación, y que al no cumplir con la misma se ven directamente afectadas causando retrasos en cadena de procesos y al final paras en las líneas de ensamble a causa de faltantes de materiales.

Tabla 3. Atrasos Metal Mecánica

ATRASOS		
MES	PIEZAS	DIAS
ene-13	100060	5,6
feb-13	32200	1,8
mar-13	49840	2,8
abr-13	110400	6,1
may-13	104100	5,8
jun-13	140080	7,8
Total	536680	29,82

Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial - Induglob

La tabla anterior muestra el total de faltantes generados en los seis primeros meses del año 2013 a causa del incumplimiento del programa, lo que refleja que se necesitaría un total de 30 días para recuperar la producción perdida.

Para evitar que las líneas de ensamble arrastren un atraso similar se trabajan horas extra los días sábados, tomando esta acción como una medida de contención para evitar una pérdida en la fabricación de electrodomésticos y consecuentemente pérdidas económicas.

A su vez el departamento de ingeniería industrial trabaja a la par con el departamento de mercadeo, lo que les permite tener datos reales de la oferta y demanda del mercado lo cual permite realizar sinceramientos en el programa de producción y reducir atrasos y faltantes hacia los ensambles.

El objetivo de generar un Sistema *Pull Flow* es tener procesos productivos controlados que permitan cumplir las necesidades de los clientes internos y por lo tanto optimizar el desempeño de la sección Metal Mecánica, reduciendo la necesidad de tomar medidas emergentes y obteniendo un cumplimiento oportuno del programa de producción mensual.

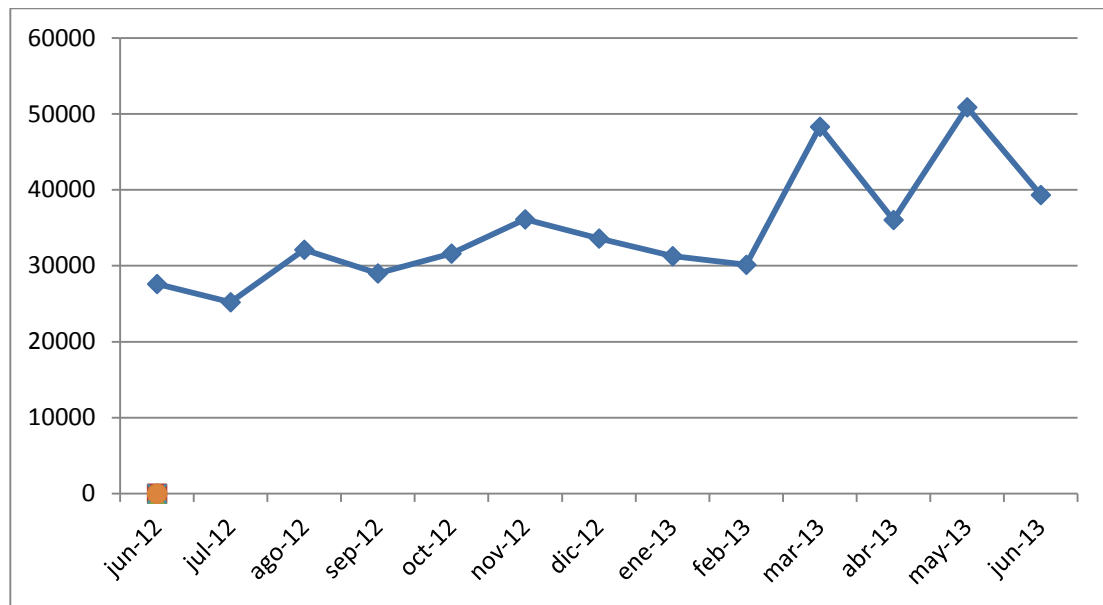
2.1.1 Análisis de desperdicios y reprocesos de la sección

Se tomará como referencia los valores del mes de junio del año 2013 como muestreo del análisis que se realiza repetitivamente mes a mes en los cuales se puede observar los ítems con mayor índice de desperdicio y reproceso y a su vez el costo que los mismos representan para la organización.

Tabla 4. Control Desperdicios y Reprocesos

CONTROL DE DESPERDICIOS Y REPROCESOS																					
Sección: Metalmecánica						Periodo del 01 / 06 / 2013 al 30 / 06 / 2013															
						EMBUTIDO					TROQ.										
PIEZAS	Lote	Desperdicio	Porcentaje	Costo unitario	Costo total	Calibración 20	Roto 21	Arrugas 22	Plástico 23	Basuras 24	Material 25	Marcado 26	Mal apegado 27	Corte 28	Perfilado 29	Perforado 30	Doblado 31	Estampado 32	Remachado 33	Almacen. 34	Golp-rall 35
Tablero 24" Ac.In.	104 65	11 52	11, 01	6, 8	7833 ,6	31 8	55 6	1 1 1	7			41			3	5					11 1
Frente 24" Spacio Ac.In.	845 0	18 44	21, 82	3, 19	5882 ,36	39 8	10 46	6 4				11 6				1					21 9
Tablero 32" Ac.In.	927 1	56 8	6,1 3	8, 97	5094 ,96	65	22 7	1 6				27	9		11	81					13 2
Tablero 24 Quarzo Acin	638 8	36 7	5,7 5	8, 12	2980 ,04	36	10 8	1 8		1	7 7	97	1		1	3					25
Frente 32" Spacio Ac In	370 7	68 5	18, 48	4, 09	2801 ,65	52	29 4	1 0		3	9	8			2	11				2 4	17 8

								4													
Pta cta pto 32 Q Ac in	3326	546	16,42	4,47	2440,62	234	184	81	9	5		3									30
Pta.Cta.Ptos. 24 Q Acin	5389	511	9,48	4,4	2248,4	136	272	43				2			12						46
Pta.Cta.Plato 24" Ac.In.	6917	545	7,88	3,3	1635	134	245	23	13			22	8		5						95
Pta. Cta.Plato 32" Ac. In.	6334	330	5,21	3,81	1257,3	68	174	2				6			2	4				2	72
Lateral de horno	58054	677	1,17	1,27	859,79	50	615	5				4									3
Tablero Quarzo 32 ac in	3652	59	1,62	9,34	551,06	5	4	15				10									25
Aplique frente 32 inox	3015	211	7,0	2,57	542,27					32		62				15					102
Frente 32" Avant Ac.In.	2871	67	2,33	7,82	523,94		23			2		1			4						37
Contrapuerta 24" Avant -Spacio	9925	155	1,56	2,54	393,7	9	91	14				28	7							2	4
Caja compresor peq.	3909	129	3,30	2,44	314,76	74	55														
Aplique p/h 32 Ac.In.	2075	84	4,05	3,63	304,92					3		50	8				6				17
Soporte compresor GTA-485	17998	135	0,75	2,1	283,5		8	1			4	16	99			7					
Divisor inferior 425 - 480	16516	182	1,10	1,52	276,64	15	10				13	20	59			17				1	47
Frontal 24"	27396	107	0,39	2,27	242,89	6					1	15	73			6					6
Frente 24" Spacio met.	4951	174	3,51	1,35	234,9	74	81					6			3						10
Contrapuerta 32" Avant-Spacio	8531	69	0,81	3,25	224,25	21	22	3	1		7	12	1							2	
Frente 32" Avant met.	1052	118	11,22	1,87	220,66	72	43														3
Contrapuerta Quarzo 32	3763	58	1,54	3,34	193,72	4	30	6				6	6								6
Bandeja grande	19495	122	0,63	1,54	187,88	22	65	5				4	10								16
Divisor central peq.	10819	214	1,98	0,86	184,04	15				10	35	1	41	29		83					
Pta cta pto 32 QEK2	1081	84	7,77	2,11	177,24	8	69	2	1			3									1
Bandeja pequeña	21317	149	0,70	1,08	160,92	13	48	12				25	15		9					7	20
frente 24 Qz ac in	4146	71	1,71	2,22	157,62	2				1		18				3					47
protector posterior 24", 32"	10528	77	0,73	1,8	138,6			6					23			17					31
Frente Quarzo 32" Ac.in.	999	42	4,20	2,7	113,4							5									37
Frente 24 avant inox		17		6,34	107,78				1			16									
Frontal Quarzo 32"	6886	27	0,39	3,44	92,88	2						20	5								
Contrapuerta Quarzo 24"	6074	36	0,59	2,5	90	8	9				2	4	3								10
Frente 32" Spacio met.	751	48	6,39	1,83	87,84	17	8								1						22
Pta.Cta.Plato 32"met.	1638	42	2,56	1,81	76,02	14	17	1				7			3						
Tablero 32 Qz EK2	231	13	5,63	5,56	72,28																
Posterior 32"	8695	23	0,26	3	69			1				1	21								
Frontal 32"	8542	20	0,23	2,9	58		2					2	15								1
Frente Quarzo 32 met.	350	40	11,43	1,32	52,8	9						30									1
Divisor central gde.	4299	35	0,81	1,38	48,3	3						11	20								1
Aplique frente 32 bl	1625	33	2,03	0,99	32,67							8									25

Figura 12. Indicador Desperdicios Metal Mecánica

Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial - Induglob

Realizando un análisis comparativo observamos que en el último semestre del año 2012 se obtiene un promedio de \$17938,83 generados a causa del desperdicio y reproceso, mientras que en el primer semestre del año 2013 se obtiene un promedio de \$39344,5 lo cual representa un incremento del 54,41%; dándonos una clara perspectiva que es un tema en el cual se debe trabajar.

Como podemos ver mes a mes se ha generado un incremento de desperdicios y reprocesos y por lo tanto un acrecentamiento en el costo que los mismos representan; observando así que existe una falta de control en estos elementos tan importantes para mantener una productividad y una rentabilidad exitosa en una industria.

2.2 Análisis de tiempos de para de líneas de ensamble atribuidos a metal mecánica

El incumplimiento oportuno del programa de producción generan faltantes de materiales en las secciones hacia adelante los mismos que son arrastrados hacia las líneas de ensamble ocasionando paras en las mismas y acumulación de artefactos rezagados, llamados así debido a que se encuentran con la carencia de algún componente y por lo cual no pueden ser ingresados a producto terminado, dejando abiertas órdenes de lotes de producción.

Se realiza un análisis del tiempo de para que se tiene en las líneas de ensamble tanto de cocinas como de refrigeradoras a causa de incumplimientos generados en la sección de metal mecánica.

Al igual que en los análisis anteriores consideraremos los valores referentes a los seis primeros meses del año 2013 para obtener una referencia del tiempo de para promedio al mes arraizado en esta sección:

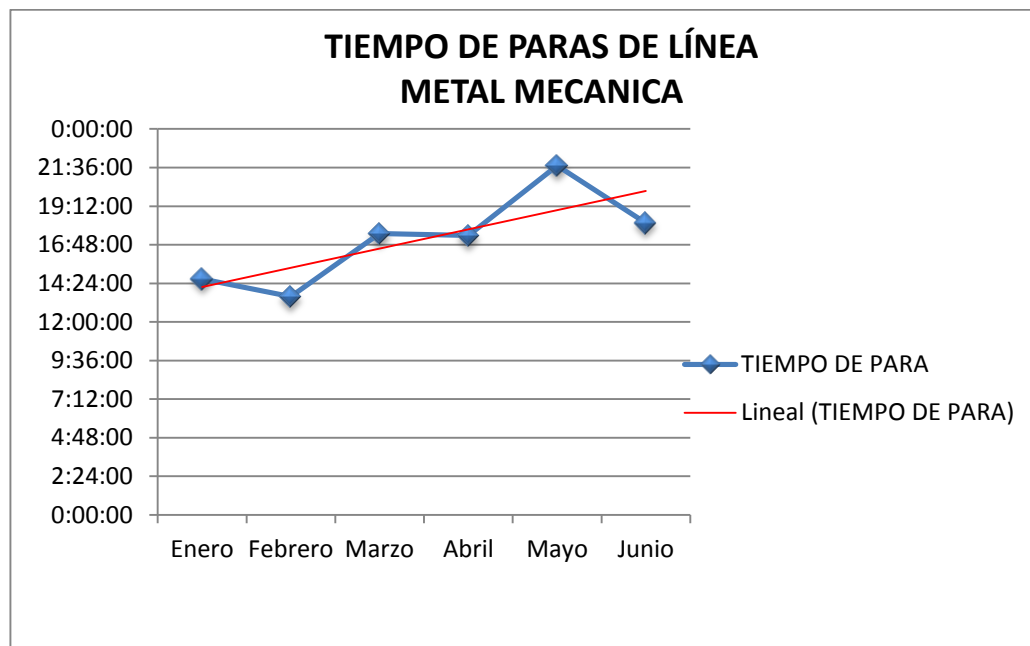
TIEMPO DE PARAS DE LÍNEA METAL MECANICA

Tabla 6. Tiempo de Paras de Línea Metal Mecánica

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio
14:40:02	13:34:12	17:29:55	17:22:44	21:43:00	18:09:11	17:10:40

Fuente: Autor – **Datos:** Departamento Ing. Industrial - Induglob

Figura 13. Tiempo de Paras de Línea Metal Mecánica



Fuente: Autor – **Datos:** Departamento Ing. Industrial - Induglob

En los datos adquiridos se contempla un tiempo promedio de 17:10:40 de paras de línea al mes atribuidas a diferentes factores mencionados a continuación:

- Acumulación de inventarios
- Lead Times prolongados

- Tiempos improductivos de maquinaria
- Tiempos improductivos de mano de obra
- Tiempos improductivos de set ups.

Estos elementos servirán de directrices para trabajar en el proyecto planteado y obtener un círculo de mejora continúa con el fin de reformar la productividad y el servicio al cliente de la sección.

2.3 Muestreo y análisis de tiempos no productivos de maquinaria y mano de obra en la sección metal mecánica

Se realiza un muestreo de las principales operaciones en el área de prensado mayor y menor de la sección Metal Mecánica para determinar un valor promedio por turno de tiempo no productivo de máquinas atribuido a los siguientes factores:

- Re aprovisionamiento de material
- Cambios de proceso según modelo de producción
- Abandono de máquinas por operador

Tabla 7. Tiempo Improductivo de Máquinas

PROCESO	TIEMPO PROMEDIO DE PARA MAQUINA/HORA		
	Reaprovisionamiento de material	Cambios de modelo según programa	Abandono de operador
PRENSADO MAYOR	6,31 min	7,09 min	5,13 min
PRENSADO MENOR	6,28 min	19,51 min	5,45 min

Fuente: Autor – Datos: Metal Mecánica - Induglob

En el muestreo realizado se puede observar los tiempos promedio que han sido tomados de las áreas de prensado mayor y menor considerando a las máquinas como la constante y a los demás factores como las variables que generan los tiempos de para a ser analizados.

Promedio de para por maquina: 6,052 min/maq/hora

Promedio de para por maquina: 0,100866667 hora/maq

Tabla 8. Tiempo de para por máquina

	Nº. Máquinas	Tiempo de para	Tiempo turno	Total tiempo de para (horas)
Máquinas prensado mayor:	10	0,100866667	8	8,07
Máquinas prensado menor:	15	0,100866667	8	12,104
TIEMPO TOTAL DE PARA POR TURNO EN LA SECCION:		20,17		

**TIEMPO
TOTAL DE
PRODUCCIÓN: 200 horas**

**% DE TIEMPO
PERDIDO: 10,08%**

Fuente: Autor – Datos: Metal Mecánica - Induglob

Como se ha analizado, el tiempo de paras de máquinas se ha convertido en una restricción de los procesos que se realizan en la sección. Esta genera una pérdida del 10,08% del tiempo productivo, el cual al ser optimizado permitiría reducir retrasos en el cumplimiento de las órdenes de producción.

CAPITULO III

PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS VISUALES DE CARGA DE MAQUINARIA Y OEE “EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS”

Siguiendo la filosofía *PULL FLOW SYSTEM* que utilizaremos para mejorar la productividad de la sección se deberán considerar todos los factores que nos permitan perfeccionar el control de los procesos y cumplir a tiempo con el abastecimiento de productos semi-elaborados que las secciones hacia adelante demanden, evitando trabajar para cubrir urgencias y garantizando la satisfacción del cliente.

“En la orientación pull o jalar, las referencias de producción provienen del precedente centro de trabajo. Entonces la precedente estación de trabajo dispone de la exacta cantidad para sacar las partes disponibles a ensamblar o agregar al producto. Esta orientación significa comenzar desde el final de la cadena de ensamble e ir hacia atrás hacia todos los componentes de la cadena productiva, incluyendo proveedores y vendedores. De acuerdo a esta orientación una orden es disparada por la necesidad de la siguiente estación de trabajo y no es un artículo innecesariamente producido. La orientación pull es acompañada por un sistema simple de información llamado Kanban. Así la necesidad de un inventario para el trabajo en proceso se ve reducida por el empalme ajustado de la etapa de fabricación. Esta reducción ayuda a sacar a la luz cualquier pérdida de tiempo o de material, el uso de refacciones defectuosas y la operación indebida del equipo. El sistema de jalar permite: reducir inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas, hacer sólo lo necesario facilitando el control, minimiza el inventario en proceso, maximiza la velocidad de retroalimentación, minimiza el tiempo de entrega y reduce el espacio”²

² Fuente: SLIDESHARE, Sistema Jalar, Internet
<http://es.slideshare.net/iorifoar/sistema-de-jalar-kanban>
Consultado: Febrero 2014

3.1 Elaboración de propuesta de implementación de sistemas visuales de carga de maquinaria y oee “eficiencia general de los equipos” de la sección de metal mecánica

El objetivo de implementar un sistema de cargas visuales es la optimización del uso de maquinaria, a través del seguimiento en tiempo real del desempeño de los equipos, mediante un sistema al que lo conoceremos como *Plantnode*.

Con la implementación de sistemas visuales de carga de maquinaria se podrán capturar en forma certera la información del área de operaciones en tiempo real, obteniendo datos de las situaciones que afectan la productividad, permitiendo así estar en capacidad de tomar acciones inmediatas con resultados directos, mediante una gestión apropiada de la información y de los factores que afectan a la operación.

El sistema *Plantnode*, mediante su funcionalidad y reportes incluidos, provee la información requerida para realizar análisis más detallados que guíen los esfuerzos de la sección Metal Mecánica hacia el mejor aprovechamiento de su capacidad instalada. Esto repercute de manera directa en los resultados económicos de la empresa.

Las características que un sistema visual computarizado de cargas de materiales ofrece son:

- **Captura precisa y en tiempo real de la información:** la recolección de datos inexactos y fuera de tiempo son eliminados a través de la automatización de la toma de datos y la facilidad de ingresar información complementaria por medio del escáner de código de barras.
- **Reportes exactos e inmediatos:** provee información detallada y en tiempo real que permite visualizar, entender y, por lo tanto, tener un impacto positivo en el desempeño de los equipos y maquinaria de la sección. Entre otros se incluyen reportes de producción, planificación, control de piso, calidad y mejoramiento continuo.
- **Configuración personalizada:** Además de los reportes estándar, permite la configuración de variables personalizadas que complementan la información necesaria para tener una visión integral de la situación del proceso monitoreado.

- **Alertas de para Producción / Mantenimiento / Administración / Logística:** este sistema cuenta con una conexión a un servidor especificado, el cual puede ser configurado para generar alertas automatizadas e instrucciones, minimizando retrasos costosos en las operaciones.
- **Despliegue visual para operadores y administradores de planta:** el sistema de cargas visuales entrega una retroalimentación en tiempo real tanto a operadores como a los administradores de planta a través de información que es desplegada en una pantalla instalada en las máquinas, que forma parte de la solución, proveyendo al personal la información que necesita para responder a cualquier cambio en el ambiente de planta de manera inmediata, y promoviendo una cultura interna de sana competencia y mejora continua.
- **Cálculo automático de indicadores estandarizados:** calcula y reporta automáticamente el índice de eficiencia OEE (Eficiencia General de los Equipos), mediante tres parámetros; disponibilidad, desempeño y calidad.
- **Reportes de la variación de trabajo:** puede medir el desempeño de uno o varios productos, incluyendo la habilidad de monitorear el costo a través de varias líneas de trabajo, permitiendo identificar la mejor y peor línea de producción.

Como resumen podemos mencionar que el correcto desempeño de un sistema visual de carga de maquinarias tiene como propósito permitir monitorear y obtener el control de todos los procesos que se realicen en la sección, pudiendo de esta manera evitar retrasos por paradas de maquinaria y tener una visión de las operaciones que necesitan ser reforzadas para romper las restricciones existentes.

EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS “OEE”

El uso de un sistema visual de cargas de maquinaria genera la posibilidad de mantener un control computarizado y por lo tanto más exacto de los índices de eficiencia por máquina con la finalidad de obtener reportes automáticos constantes que identifican las causas de disminución de rendimiento en cada estación de trabajo, lo cual nos deja visible la acción correctiva que deberá ser tomada inmediatamente.

Los parámetros que este sistema mide consideran la eficiencia a través de tres variables:

- **Disponibilidad:** identifica las horas de maquinaria asignadas a una falta de materia prima a ser procesada.
- **Desempeño:** mide las uph (unidades por hora) programadas según el desempeño real que se está manejando en cada máquina que posee el sistema, es decir si la velocidad en se trabaja está de acuerdo con la programada. El dato de uph asignado a cada máquina y proceso, es proporcionado por el departamento de ingeniería industrial bajo previo estudio.
- **Calidad:** además el sistema permite medir la eficiencia de los productos que han sido procesados según la carga de la orden de producción, es decir si se cumple la cantidad solicitada por el sistema o se requiere fabricar más productos a causa de desperdicios o reprocesos.

3.1.1 Mecanismo

El funcionamiento del sistema visual *Plantnode* requiere la instalación de un sistema automatizado de control de la producción que basa su funcionamiento en los siguientes componentes:

Lector de barras: tiene la función de reportar al sistema el estado en el que la máquina monitoreada se encuentra. El operador que se encuentre manipulando la máquina tiene la obligación de reportar cualquier acción que se realice en la misma, por ejemplo al iniciar una tarea el operador deberá pasar el lector de barras asignado al ítem que comenzará a producir; y de inmediato la máquina reconoce la cantidad de piezas asignadas según el número de orden de producción y las unidades por hora cargadas a ese ítem. En el caso de que la máquina pare por cualquier razón se debe nuevamente pasar el lector de barras por la codificación que indique la razón de para, como puede ser: reaprovisionamiento de material, re-calibración de maquinaria, set up de maquinas, para por necesidad de operario y todos los parámetros que se crean necesarios. De no ser reportada la causa de para de la máquina, el sistema asumirá que la persona que manipula la misma no está cumpliendo con la cantidad de piezas por hora (uph) programadas.

Figura 14. Códigos de barras Metal Mecánica

CODIGOS DE PROBLEMAS	
 EN ESPERA DE MONTACARGAS	 EN MANTENIMIENTO
 EN ESPERA DE MATERIAL	 EN MATRICERIA
 EN ESPERA DE MONTAJE	 RECALIBRACIONES
 AUSENCIA DE OPERADORES	 FALTA DE MEDIOS
 FALTA APROBACIONES	 PARO PROGRAMADO
 AUTORIZACION DE ARRANQUE	COMANDO ESPECIAL
 ERRORES DE PROGRAMACION	 PRODUCTO DEFECTUOSO

Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica

Central Computarizada: el sistema cuenta con una central cargada con un software que procesa los datos adquiridos generando el reporte de las acciones que se van dando en la máquina monitoreada y expone el informe de la misma en un computador receptor.

Pantalla informativa: para verificación del proceso que la máquina está ejecutando, este sistema contiene una pantalla informativa que reproduce la acción que ha sido cargada mediante el lector de barras.

Pantalla PLC: la cual permite corregir parámetros de calibración para la máquina monitoreada.

Figura 15. Sistema Plantnode Metal Mecánica



Fuente: Proveedor Novatech

3.2 Plan de acción

Se trabaja con el personal de la sección de Metal Mecánica y con el proveedor que se designa por parte de la jefatura del área para plantear un plan de acción inicialmente para la instalación del sistema *Plantnode* y a continuación un plan de acción en base a los resultados que se generan en la implementación del sistema de control visual de maquinaria y que permitan tomar acciones inmediatas de contención y posteriormente de mejora continua.

PLAN DE ACCIÓN PARA INSTALACIÓN DE SISTEMA PLANTNODE EN SECCIÓN DE METAL MECÁNICA

Tabla 9. Plan de Acción Instalación Plantnode Metal Mecánica

No	Semana	Actividad	Descripción	Participantes	Duración	Observaciones.
1	1	Validación de los datos tomados por la solución Plantnode	Revisión de las señales implementadas y su validación. Calibración para todos los productos.	Gerente de Planta, Jefe de Planta. Gerente de Mantenimiento, Jefe de Mantenimiento,	4 horas	Manejo de Setup. Cómo se está manejando el inicio y fin de Setup. Posibilidad de automatización.
2	1	Reunión Inicial	Reunión informativa sobre el objetivo del Programa de Adopción de la Solución Plantnode y revisión del Cronograma detallado. Definición de responsables del proyecto (miembros del equipo de producción). Definición de equipos de trabajo y sus responsabilidades. Acuerdo de actividades recurrentes para la primera semana (reuniones internas para revisión de tiempos de paro).	Todos los involucrados.	3 horas	Documentación de un caso de éxito.
3	1	Seguimiento inicial de actividades recurrentes	Capacitación detallada de los reportes a usar, la información a recolectar, y su utilización. Desarrollo de los formatos a utilizar durante este proceso.	Jefe de Planta y Supervisores. De ser posible 1 o 2 operadores claves.	4 horas	Parámetros para el análisis de varianzas.
4	2	Primera reunión de seguimiento	Revisión de los registros de tiempos de paro. Identificación de las principales razones escaneadas y definición de acciones a tomar durante la siguiente semana. Acuerdo de actividades recurrentes para la segunda semana (registro de acciones de mejora y su repercusión en los tiempos de paro).	Gerente de Mantenimiento, Jefe de Mantenimiento, Gerente de Planta, Jefe de Planta y Supervisores.	2 horas	Posibilidad de automatizar razones de paro a través de la implementación de módulos Adam o conexión a los PLC.
5	3	Segunda reunión de seguimiento	Evaluación del impacto de las medidas implementadas. Comparación de los registros de tiempos de paro de la segunda semana con respecto a la primera semana. Definición de medidas adicionales de mejora para reducir tiempos de paro. Acuerdo de actividades recurrentes para la tercera semana (monitoreo de la aplicación de mejoras y su efecto en los paros).	Gerente de Mantenimiento, Jefe de Mantenimiento, Gerente de Planta, Jefe de Planta y Supervisores.	2 horas	Informe de avance a la Gerencia y resultados obtenidos.
6	4	Tercera reunión de seguimiento	Evaluación de la aplicación de las medidas de mejoramiento sobre las razones de paro. Revisión general de los parámetros de velocidad y calidad registrados. Redefinición de parámetros referenciales de velocidad (de ser necesario).	Gerente de Mantenimiento, Jefe de Mantenimiento, Gerente de Planta, Jefe de Planta y Supervisores.	2 horas	Informe directo a la gerencia sobre incumplimiento de actividades planificadas.
7	4	Reunión general de evaluación.	Presentación de los resultados obtenidos hasta el momento. Definición de actividades de mejoramiento con compromiso de la Gerencia.	Todos los involucrados.	3 horas	Informe final de resultados conseguidos. Definición de recomendaciones y siguientes pasos.

Fuente: Autor - Jefatura Metal Mecánica – Induglob

PLAN DE ACCION PARA IDENTIFICAR PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD

Tabla 10. Plan de acción para Identificación de Pérdidas de Productividad

ACCIONES	OBJETIVO	PASOS	HERRAMIENTA	DONDE	QUIEN	CUANDO
CAPACITACION	Concientizar al personal y los responsables sobre la importancia y beneficios de identificar perdidas de producción y actuar.	1. Determinar el contenido de la capacitación	Presentaciones en Power Point de ejemplos de implementación en otras empresas, videos de motivación	Sala de sesiones	Grupo de mejora continua	Semana 1
		2. Formar grupos lean				
		3. Capacitar al personal				
SELECCIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSA DE PERDIDAS DE PRODUCCIÓN	Determinar las causa que generan mayor variación en pérdidas de producción.	1. Controlar indicadores de sistema de cargas visuales de maquinaria	Indicadores de sistema Plantnode	Oficinas de la sección	Grupo de mejora continua	Semana 1
	Determinar la maquinaria critica en la que se va actuar	1. Controlar indicadores de sistema OEE. “Eficiencia general de los equipos”	Indicadores de sistema Plantnode	Oficinas de la sección	Grupo de mejora continua	Semana 1

OBSERVAR Y DOCUMENTAR EL PROCESO ACTUAL	Analizar las causas que generan las pérdidas de producción	1. Realizar seguimiento a todo el proceso de producción	Observación directa y registro de datos	Área de producción	Grupo de mejora continua	Semana 2
		2. Determinar la razón principal que ocasiona la variación (consumos, estructura, reportes, sistema, etc.)				
	Analizar los montos mensuales que generan las pérdidas de producción	1. Realizar seguimiento a la programación, parámetros de manufactura y control en la unidades producidas	Observación directa y sistema JDE (Sistema de planificación de producción)	En el área de producción y logística	Grupo de mejora continua	Semana 2
		2. Obtener datos de costos para valorar el tiempo y el costo por perdidas de producción				

Fuente: Autor

3.3 Implementacion piloto de sistemas visuales de carga de maquinaria y oee

Se inicia el proyecto de implantación de sistemas visuales de carga de maquinaria y eficiencia general de los equipos a partir del mes de enero del 2013 con la finalidad de replicar este sistema de control en toda la sección de Metal Mecánica.

Llegar a conocer el sistema y definir al proveedor extiende el tiempo considerado inicialmente para la implantación, motivo por el cual se dispone del sistema completamente instalado para finales del mes de junio, por lo que validaremos el seguimiento de información tomada a partir del mes de julio.

Iniciamos el proceso de implantación piloto del sistema *Plantnode* en dos prensas del área de prensado mayor de la sección Metal Mecánica.

Se identifican dos prensas con alta carga de producción mensual en las que se requiere con suma urgencia optimizar procesos de control de producción.

Prensa 1: **PresRoss**

Prensa 2: **Ona Press**

Para efectos del seguimiento de datos se utilizará el nombre de cada prensa con la finalidad de analizar por separado los resultados del proceso inicial de monitoreo.

3.3.1 Etapa de capacitación

Una vez concluido el proceso de instalación de quipos y software, consideraremos como arranque del proyecto piloto la etapa de capacitación al personal, el cual estará comprendido por las jefaturas de área, supervisores y operarios de la sección.

Esta etapa se ve dirigida por personal capacitado de la empresa *NOVATECH*, proveedora del sistema *Plantnode*.

Mandos altos y mandos medios

Son instruidos sobre el manejo del software utilizado por el sistema *Plantnode*, el mismo que se encuentra ligado al software de control de producción de la fábrica *Oracle JD Enterprise*.

Se capacita además sobre la interpretación de los indicadores generados por el sistema en tiempo real y en datos de almacenamiento.

Se genera conjuntamente con jefaturas y supervisiones los parámetros que serán medidos, y se capacita al mismo la forma de modificación que se podrá realizar a futuro con variación en las calibraciones.

Se dota a personal autorizado la clave de acceso al sistema del controlador que permitirá realizar las configuraciones en planta.

Se establece escenarios de calibración en sistema de controlador según requerimientos de personal autorizado.

Se generan códigos de barras conformes a las necesidades definidas como parámetros de control.

Operarios y personal de planta

Se realiza un proceso completo de capacitación al personal de planta sobre el manejo de las herramientas del sistema Plantnode.

Se explica detenidamente la forma de manipulación del lector de barras, el significado de cada código de barras y cuando deben ser empleados.

Se compromete además al personal de la sección a ejecutar el sistema con responsabilidad y criterio con la finalidad de optimizar la productividad de la sección.

Se designa personal autorizado para cada prensa, el cual deberá llevar la responsabilidad del buen manejo del sistema.

- Revisar Anexo 1.

Figura 16. Capacitación Plantnode en Planta



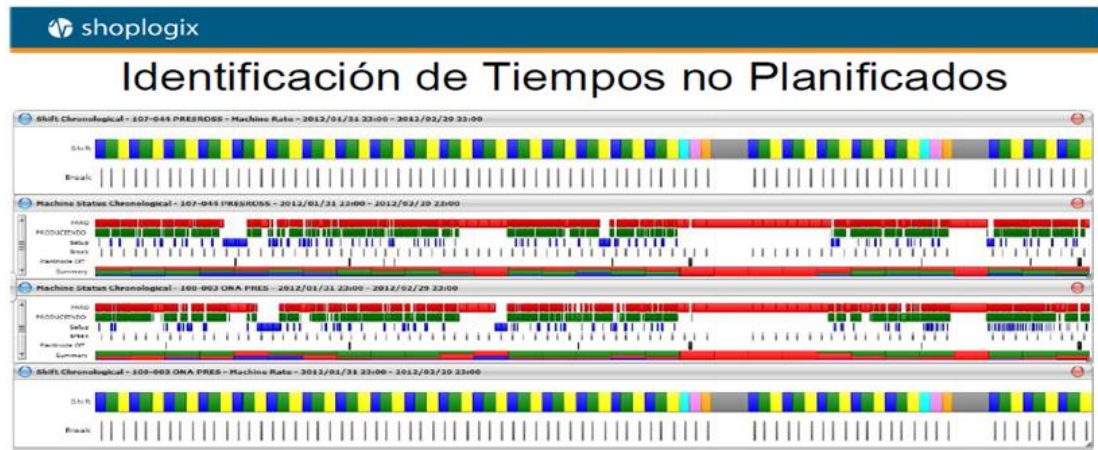
Fuente: Autor

3.3.1 Análisis de resultados

Etapas Iniciales

Consideraremos como etapa inicial de la implementación piloto del sistema visual de carga de máquinas, a los primeros resultados generados durante todo el mes de julio en las dos prensas monitoreadas.

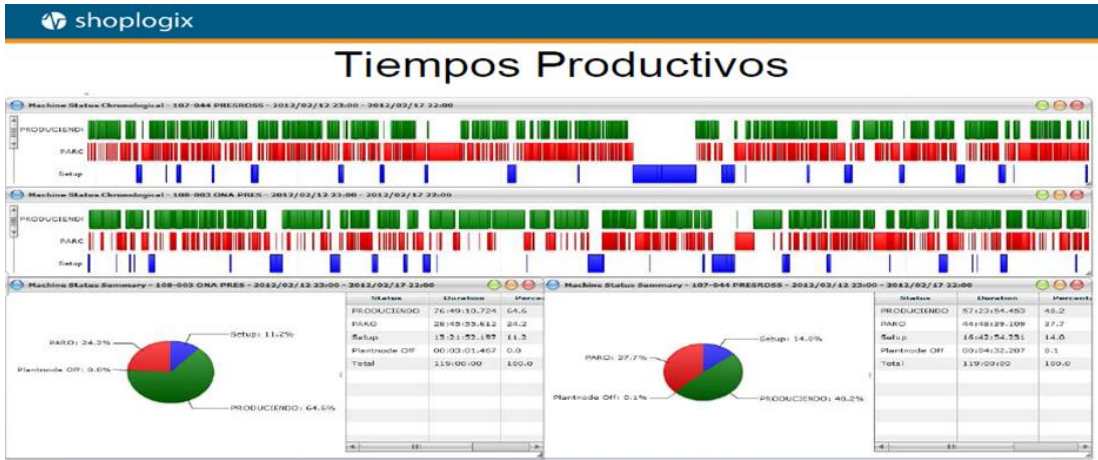
Figura 17. Identificación de tiempos no planificados



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

Durante el mes de julio se detectaron eventos continuos generadores de paras prolongadas, que se identificaron posteriormente como no planificados, y que dentro de los parámetros de control Plantnode no estaban identificados como tales.

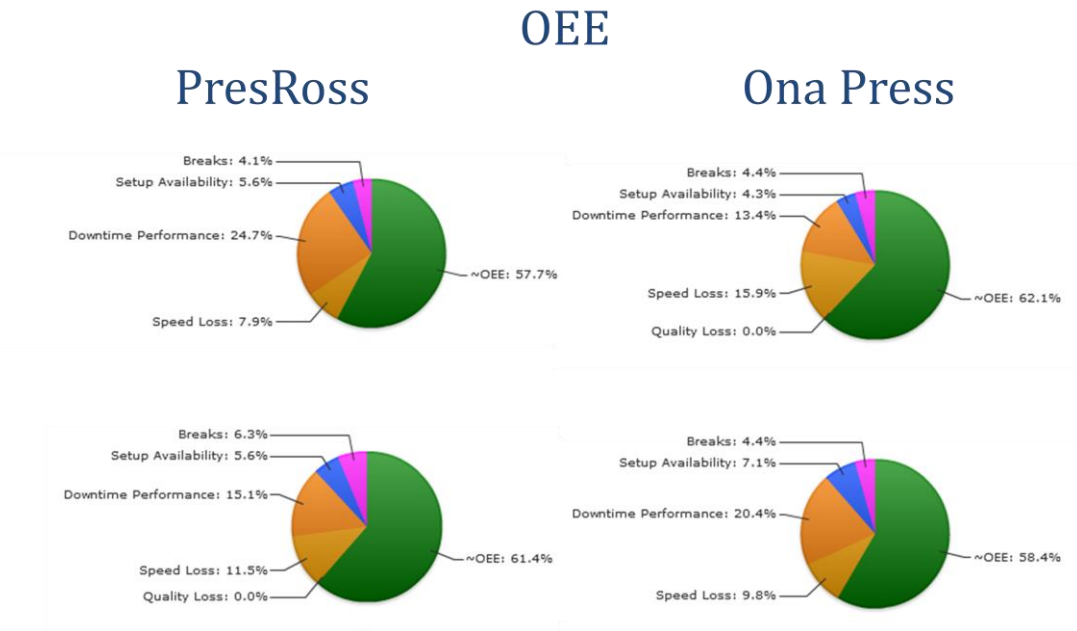
Figura 18. Tiempos Productivos



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

Al realizar un análisis detenido del indicador de producción semanal , la prensa Ona Press muestra un 64,6% de producción y la prensa PresRoss un 48,2%. Esta tendencia se mantiene todas las semanas de julio.

Figura 19. Resultado inicial prensas: Presross y Ona Press



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

Realizando un estudio de la eficiencia general de los equipos, los indicadores muestran una eficiencia global de todo el mes con un resultado del 61% en la prensa PresRoss y una eficiencia del 62,1% en la prensa Ona Press.

De esta manera concluye el análisis de la etapa inicial de la implantación piloto evidenciando resultados escasamente claros, que no permiten generar acciones correctivas para atacar las falencias en el control productivo de las máquinas.

Con estos estudios se reúne la directiva de la sección y se analiza los factores que maquillaron los resultados obtenidos.

Se determina como principal causa la falta de identificación de parámetros a controlar y la negligencia por parte de los operarios para el uso oportuno de las herramientas del sistema, pues en los indicadores se evidencia paras prolongadas en las máquinas sin causales precisos que justifiquen la misma.

Se evalúan las falencias y se genera una tabla para la corrección inmediata de los eventos no identificados por el sistema.

Tabla 11. Evaluación de factores

Factores	Causa	Acción	Plazo	Responsable	Categoría
Razones de set up no escaneadas.	Falta de claridad en la utilización adecuada de los mismos.	Eliminación de las razones de setup.	2 días	Novatech	Configuración.
Eventos de paro no escaneados	Problemas operativos.	Insistir en la importancia del escaneo.	2 sem	Indurama Supervisores	- Uso de herramienta.
Tiempos no planificados mal identificados.	Problemas de escaneo.	Manejo de la planificación vía software.	2 sem	Indurama Ingeniería	- Solución definitiva.
Largos tiempos de paro asignados a "Falta de material"	Problemas en el abastecimiento de material.	Soporte de personal auxiliar para agilizar el abastecimiento de material.	2 sem	Indurama Producción	- Solución definitiva.
Estándares de velocidad de producto incorrectos.	Falla en el concepto de "máxima velocidad" según parámetros de UPH	Redefinición de valores de UPH	2 días	Indurama Ingeniería	- Solución definitiva.

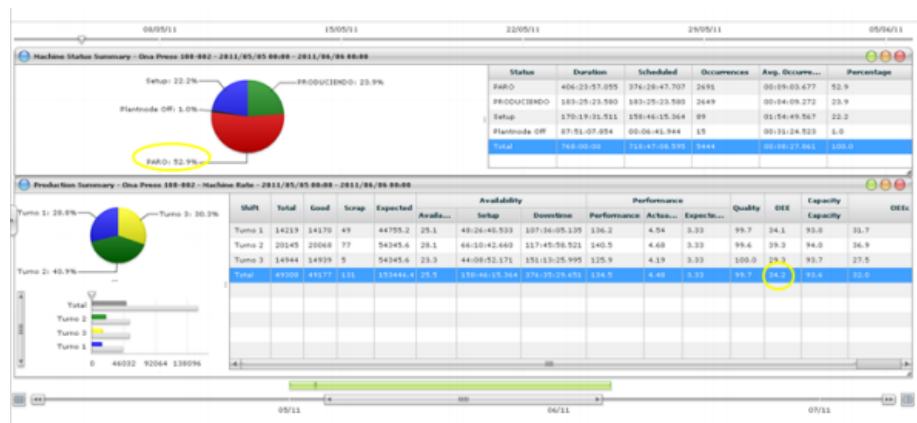
Fuente: Autor

Segunda etapa

La continuación de la valoración del proyecto piloto del sistema *Plantnode* se continúa a partir de la segunda semana del mes de agosto hasta la segunda semana del mes de septiembre, luego de corregir los errores iniciales generados en el lanzamiento del mismo.

Análisis de paras por set up

Figura 20. Análisis de paras por set up



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

En esta ocasión los resultados obtenidos al final del período analizado ya nos entregan un valor real asignado a tiempos de set up en cada máquina. Siendo así para la prensa PresRoss un tiempo promedio del 22,2% y para la prensa Ona Press del 26,5%.

Al revisar cada factor identificado por el controlador como para por set up se descubre que se generan lotes demasiado grandes de producción en ítems que no comparten calibración alguna, motivo por el cual cada cambio de modelo requiere un cambio completo de matriz y por lo tanto un set up completo.

Esta evidencia permite crear el criterio que los tiempos que marcarán el cumplimiento oportuno de la entrega de material quedan demasiado sujetos al tiempo que tomará realizar una nueva calibración por matriz.

Análisis de paras por falta de material

Figura 21. Análisis de paras por falta de material



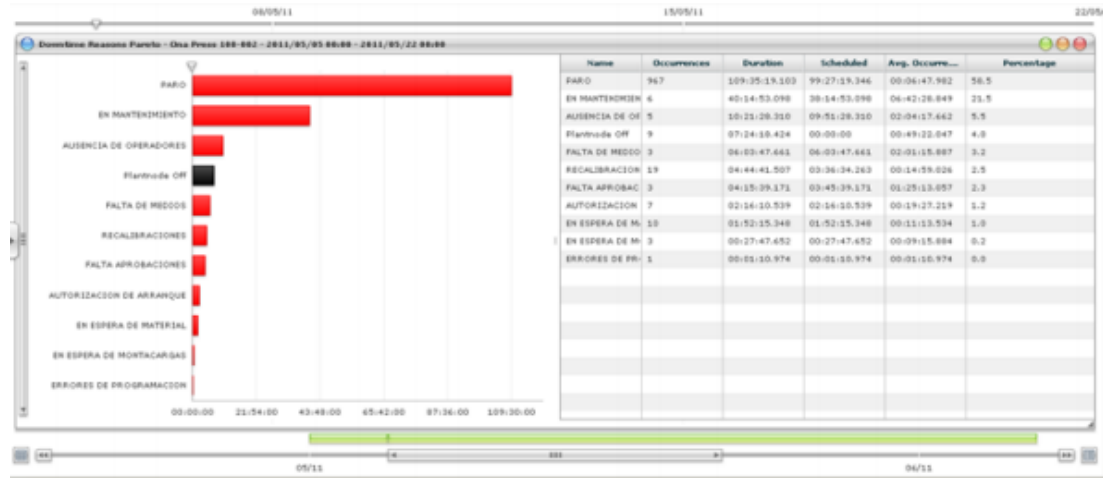
Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

De igual manera se obtienen resultados claros sobre los tiempos asignados a falta de material, teniendo como resultado un porcentaje de paras en la prensa PresRoss con un 29,3% y en la prensa Ona Press con un 30,9%, para el mes completo en análisis.

Los factores que el controlador identifica como para de máquina por falta de material permiten identificar que se generan dos escenarios, en el primero existe la falta de reaprovisionamiento de material y en segundo la falta de cestas para desalojar del puesto de trabajo el material procesado.

Análisis de paros por ausencia de personal

Figura 22. Análisis de paros por ausencia de personal



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

En este caso el controlador nos muestra diferentes factores considerados como ausencia de personal, en el que se manifiesta con una mayor valoración la reducción de la velocidad estándar por parte del operario representado por el 19,6% lo cual significa que el operador no está cumpliendo con las unidades por hora especificadas, seguido por el tiempo de para asignado a necesidades personales con el 8,7%, y en tercera posición la causa referente a falta de conductor de montacargas con 3,1%.

Los demás factores contienen un porcentaje minoritario y son asignados a causas puntuales que no se generan a menudo.

Análisis de la eficiencia general de los equipos (oee)

Figura 23. Análisis de la eficiencia general de los equipos



Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica - Induglob

Los resultados obtenidos por el controlador evidencian que se mantiene un promedio estable de eficiencia general de los equipos similar a los percibidos en la etapa inicial de la implantación piloto del sistema. Para este mes de análisis se ha obtenido un resultado del 58% de eficiencia en la prensa PresRoss y un 60,6% en la prensa Ona Press. Lo cual nos plantea una amplia perspectiva que las máquinas no están trabajando a su máxima capacidad y que las mismas son capaces de producir más rápido de lo establecido como estándar.

Se concluye exitosamente con la segunda etapa de la implantación piloto con un amplio campo de oportunidades de mejora en las que se deberá trabajar.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS KANBAN

“**Kanban** es una palabra japonés que significa tarjeta. En su esfuerzo por reducir el inventario, los japoneses utilizan sistemas que tiran del inventario a través de los centros de trabajo. Muchas veces utilizan una tarjeta para señalar la necesidad de otro contenedor de material (de ahí el nombre kanban). La tarjeta es la autorización para que se produzca el siguiente contenedor de material. Normalmente, existe una señal kanban para cada contenedor de artículos a elaborar.”³

La filosofía *Pull Flow System* se ve directamente ligada al concepto de manejo tarjetas, expuesto por la metodología Kanban, la cual basa sus directrices en guiar visualmente la necesidad generada por cada centro de trabajo.

4.1 Elaboración de propuesta de implementación de herramientas kanban en sección de metal mecánica

Una vez obtenidos los resultados del sistema visual de carga de maquinaria, se ve la necesidad de complementar esta herramienta mediante un sistema sencillo que permitan a los operarios en planta tener la información a la mano sobre el estado del programa de producción detallando la fecha requerida para cada semi-elaborado producido en la sección.

Se propone generar un sistema de cartelera como herramienta visual en cada una de las prensas del área, con la finalidad que se siga el programa de producción y se vayan completando faltantes de lotes anteriores.

Inicialmente la sección de Metal Mecánica cuenta con una persona designada a llevar la conducción operativa, la cual tiene la función de registrar el cumplimiento por cada estación de trabajo y reabastecer la información del programa de producción a cada una de ellas.

³ Fuente: CHASE Richard, JACOBS Robert, AQUILANO Nicholas. Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva. McGraw-Hill. 2005.

Un objetivo adicional de estas carteleras informativas será de tener la disponibilidad de esta persona para reubicarla en la sección con nuevos propósitos que son parte de la implementación Kanban los cuales serán descritos más adelante, pues mediante el sistema Plantnode ya se registrará indicadores completos sobre el cumplimiento de la sección en relación a los que se venía llevando.

Como primer paso se convoca a una reunión con la directiva de la sección de Metal Mecánica y se plantea la propuesta de implementar una cartelera informativa kanban que llevará el programa de producción diario, para lo que se presenta un bosquejo de la misma.

Figura 24. Boceto de cartelera de programa de producción

[illegible]

Fuente: Autor

Como resultado de esta reunión se contemplan todos los criterios de los mandos medios y altos sobre los datos que debería llevar esta cartelera. Una vez definido un criterio conjunto se aprueba la elaboración de las mismas, las cuales deberán llevar la siguiente información:

- Cantidad por día
- Unidades por hora (UPH)
- Semana actual
- Cantidad por turno
- Ítems en orden según programa de producción
- Cantidades por ítem a ser fabricadas en cada turno por día

Concluida la fabricación e instalación de las carteleras, entran en uso a partir del mes de septiembre del año 2013 en la sección de Metal Mecánica.

Figura 25. Cartelera Kanban de control de producción

DUGL B			Semana 33/36 Oct			Cant Día 4000		
HAS GLOBALES S.A.			UPH 174			Turno 1390		
			23 Oct			24 Oct		
			1º turno	2º turno	3º turno	1º turno	2º turno	3º turno
230240	Lateral de tab MA/AL/ST	222	—	—	—	—	—	—
219879	Lateral hormo S.P.S.F	2800	1040	1360	400	—	—	—
219879	Lateral hormo S.P.S.F	300	—	—	639	—	—	—
219876	Lateral hormo S.P.C.F	1200	—	—	—	—	—	—
219876	Lateral H.der.MAEECE	800	—	—	—	—	—	—

Fuente: Autor

Como etapa final en el proceso de implementación de carteleras para el control de producción, se capacita al personal de la sección sobre el correcto uso e interpretación de la información que se encuentra en ella publicada.

Se define que el llenado de las carteleras de producción será responsabilidad de los supervisores del área.

Figura 26. Cartelera Kanban Implantada



Fuente: Autor

Como siguiente etapa se adecuará un sistema visual de reaprovisionamiento de material basado en la filosofía kanban de tarjetas ilustrativas.

4.2 Elaboración de una propuesta de reaprovisionamiento de material para prensado mayor y prensado menor de la sección de metal mecanica

Para elaborar la propuesta de reaprovisionamiento de material, inicialmente se considera que los valores determinados por el sistema *Plantnode* como falta de material se debe al abandono del puesto por los operadores, los cuales son generados continuamente por la necesidad de reabastecer cada estación de trabajo con materia prima, y de igual manera por la falta de cestas para la entrega del material semi-elaborado en las áreas de almacenamiento previo al siguiente proceso.

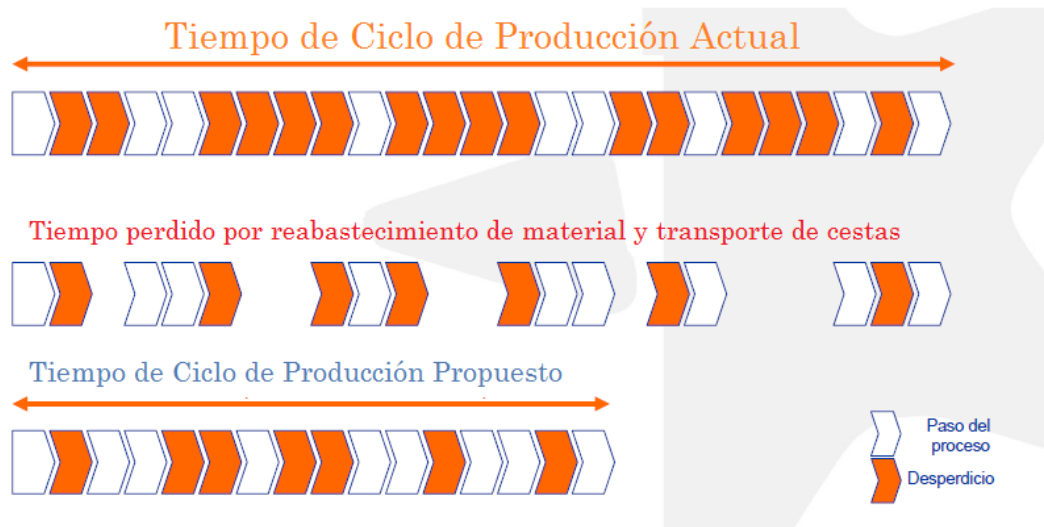
En base al análisis mencionado se propone destinar dos operadores por turno dedicados a reabastecer de material y cestas a las máquinas de la sección, evitando de esta manera que se detenga el proceso en curso y por ende tiempos muertos de maquinaria y mano de obra.

Un operador destinado al abastecimiento de prensado mayor y uno al abastecimiento de prensado menor.

Para que sea posible este movimiento de personal se destina al operador mencionado anteriormente como encargado de llevar la conducción operativa a quien se le ha relevado de sus funciones con la implementación del sistema *plantnode*, con la nueva responsabilidad de abastecer el área de prensado mayor con materia prima y cestas para producto terminado. Bajo el mismo concepto se reduce una persona en el área de pulido y se la reubica como abastecedor de materia prima en el área de prensado menor.

Es parte de la propuesta instalar una alerta sonora y visual en cada estación de trabajo, la misma que estará controlada por un botón a disposición del operador, el cual se encargará de emitir la alerta en caso de que su proceso este próximo a sufrir una para debido a falta de materia prima o producto procesado que no ha sido evacuado. La señal sonora y visual le permite al reabastecedor priorizar la estación de trabajo que necesita ser atendida emergentemente.

Figura 27. Representación de tiempo de ciclo de producción



Fuente: Autor

Mediante la figura se pretende visualizar gráficamente el tiempo desperdiciado en el ciclo del proceso a causa del reabastecimiento de material, con la finalidad de reducir el tiempo actual que se tiene por proceso. Se visualiza de color anaranjado el tiempo de paras.

Esta propuesta es llevada a la supervisión y jefatura del área de metal mecánica, la misma que es aceptada y aplicada a partir de la tercera semana del mes de septiembre del año 2013, bajo la carencia de alertas sonoras y visuales las mismas que serán instaladas más adelante sin fecha específica, bajo la verificación que la propuesta actual haya dado resultados positivos.

Se realiza una capacitación al personal que estará encargado de reabastecer el material a cada estación de trabajo, y de igual manera a todo el personal de la sección informándolos de las nuevas herramientas que se van utilizando a la marcha de la implementación del proyecto *Pull Flow System*.

4.3 Herramientas visuales para reaprovisionamiento de material

“Los sistemas Kanban consisten en un conjunto de formas de comunicarse e intercambiar información entre los diferentes operarios de una línea de producción, de una empresa, o entre proveedor y cliente. Su propósito es simplificar la comunicación, agilizándola y evitando errores producidos por falta de información.

El ejemplo más común de Kanban son las etiquetas que se les incorporan a los productos mientras son fabricados, para que posteriormente quede identificado a dónde tienen que enviarse o qué características tiene.

Los Kanban también pueden ser ordenes de trabajo, es decir, incluir información acerca de información acerca de qué operaciones se deben hacer y con cada producto, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.”⁴

Considerando que el método de reabastecimiento de material en la sección de Metal Mecánica se lo realiza mediante cestas estandarizadas transportadoras de materia prima se genera la necesidad de elaborar un espacio delimitado para las mismas y siguiéndola filosofía kanban se elabora tarjetas visuales que determinan la cantidad máxima y mínima de cestas que se podrá tener en cada estación de trabajo, con la finalidad de evitar que el proceso pare a causa de falta de material pero por otra parte que no se exceda de materia prima generando desorden en la sección. La propuesta se tratara de llevar con la metodología justo a tiempo, es decir el operador encargado de reabastecer cada puesto de trabajo deberá guiarse y cumplir con la tarjeta visual que especifica la necesidad por máquina.

Se realiza la propuesta de colocar las tarjetas kanban con un mínimo de una cesta y un máximo de dos cestas para cada estación de trabajo considerando que el espacio de almacenamiento es limitado. Además se tiene en cuenta que cada cesta tiene una capacidad de almacenamiento variable que va desde docientas hasta ochocientas unidades dependiendo del tamaño de la materia prima a ser procesada. Este valor representado en tiempo de trabajo oscila entre cuarenta minutos y ciento veinte minutos.

⁴ Fuente: PDCAHOME, Método Kanban, Internet
<http://www.pdcahome.com/metodo-kanban/>
Consultado: Febrero 2014

Figura 28. Tarjetas de Reaprovisionamiento Kanban

Fuente: Autor

En la fotografía se tiene como ejemplo la tarjeta de reaprovisionamiento de material especificada con un mínimo de una unidad y un máximo de una unidad, debido a que el área de almacenamiento de cestas de material esta dentro de la máquina y no existe espacio físico para la segunda cesta.

Se realiza la propuesta de tarjetas kanban a la jefatura de área y se establece el inicio de implementación de la misma a partir de enero del 2014 según se vaya priorizando la necesidad por máquina.

No se puede exponer el costo de la implementación de las herramientas utilizadas, pues el valor de reinversión de la fábrica Induglob se encuentra bajo una política de confidencialidad interna.

CAPÍTULO V

RESULTADOS DE HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA OBTENER COMO RESULTADO UN SISTEMA PULL EN LA SECCIÓN METAL MECANICA.

La filosofía *Pull Flow System* basa su principio en el sistema de producción “jalar”, el cual hace referencia a guiar la producción hacia la necesidad del cliente, y para ello gestiona directamente el control del flujo de producción verificando la transformación del material a medida que avanza de proceso a proceso, cumpliendo con estándares específicos, optimizando recursos y concluyendo los mismos en tiempos eficientes.

Por lo tanto implantar un sistema de “*Pull*” o “jalado” debe significar que hemos conseguido obtener el control de los procesos existentes y poder re direccionar los mismos determinando cuando producir, en qué cantidad y hacia dónde según el requerimiento del cliente.

Basados en este principio podemos definir que el objetivo de las nuevas herramientas del control de la producción se enfocarán en romper la tradicional forma de producción “*push*” o “empuje” que consiste en abastecer al cliente del material que nosotros hemos conseguido producir sin importar la necesidad del mismo, obligando de esta manera a que el producto final sea dependiente del material entregado por el proveedor interno.

5.1 Proyección de reducción de paras de línea

Al haber transcurrido dos meses después de la valoración realizada en el mes de agosto, se realiza un seguimiento al personal de la sección de Metal Mecánica en el manejo de la herramienta *Plantnode*, en el cual se observa una adaptación completamente positiva en el uso de los equipos de monitoreo de la producción, pues los operarios de las maquinarias han adquirido el hábito y la destreza de controlar cada proceso sin la necesidad de una supervisión constante, sino más bien como un paso más en los métodos que cotidianamente realizan.

Se trabaja con todo el personal de la sección optimizando los tiempos muertos de maquinaria, mano de obra y mantenimiento al utilizar el sistema de monitoreo como una herramienta de control para evitar el desperdicio de recursos y cumplir los estándares establecidos.

Originalmente se plantea la necesidad de realizar una proyección de resultados en los que se evidencie la reducción de paras en las líneas de ensamble, considerando a este indicador como uno de los principales elementos medibles que refrenden los logros conseguidos con la implantación del proyecto, pero considerando el tiempo que se ha realizado el seguimiento del mismo, podremos exponer resultados reales en un período similar al que se consideró al inicio de la propuesta realizada.

Antes de exponer los resultados finales es necesario compartir un elemento que fue considerado como objeto clave de mejora en base a los resultados obtenidos mediante los monitoreos de los procesos: la reprogramación de lotes de producción.

En base a cada uno de los escenarios mencionados en el capítulo tres se visualiza que los lotes de producción demasiado grandes están generando incumplimiento a los pedidos de los clientes internos y por ende una necesidad constante de mantener un inventario de las mismas magnitudes. A su vez esto ocasiona que los problemas de calidad sean difícilmente visibles, motivo por el cual solo son detectados por el cliente durante su proceso, siendo tarde para realizar una acción correctiva.

Es por ello que se inicia un proceso de trabajo conjunto con el departamento de ingeniería industrial para la re planificación de los lotes de producción, generando cantidades menores y organizando productos que compartan procesos, con la finalidad de reducir set ups y calibraciones en la maquinaria.

Esta propuesta es acogida inmediatamente y realizada en todos los niveles de planificación de la producción que son interdependientes con el área de Metal Mecánica, generando de esta manera programas de producción más fáciles de cumplir, inventarios de menores cantidades y se establecen nuevos tiempos de lead time para cada semi-elaborado de la sección.

Este proceso de re planificación fue ejecutado en un lapso de tres semanas durante el mes de septiembre del 2013, con consideraciones pendientes que poco a poco serían

modificadas. Este cambio generó una notable contribución para los resultados que se plantea obtener mediante un sistema *Pull Flow System*.

Al implantar esta acción correctiva en la planificación de la producción se emplea un principio del marco teórico del sistema jalar, que nos dice que nada es producido por el proveedor inicial hasta que el cliente secundario señale la necesidad.

Resultados

La meta que se propuso a la jefatura del área de Metal Mecánica, fue de disminuir los tiempos de paras de las líneas de ensamble un 70%, en relación a los datos iniciales obtenidos como referencia de partida en el proyecto.

A continuación se presenta los datos reales de tiempos de paras de las líneas de ensamble, obtenidos en un período de seis meses, considerados a partir del mes de octubre del año 2013 hasta el mes de marzo del año 2014.

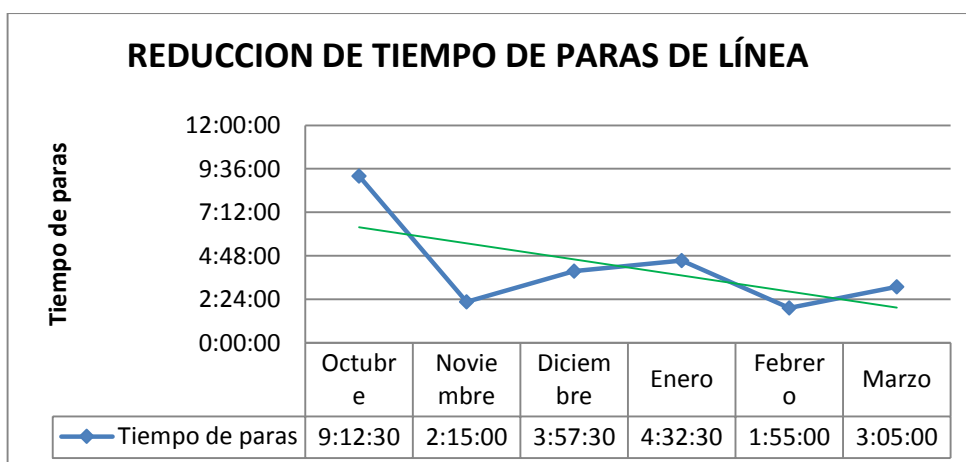
Reducción de tiempo de paras de línea ocasionadas por el área de metal mecánica

Tabla 12. Reducción de tiempo de paras de línea Metal Mecánica

Octubre 2013	Noviembre 2013	Diciembre 2013	Enero 2014	Febrero 2014	Marzo 2014	Promedio
9:12:30	2:15:00	3:57:30	4:32:30	1:55:00	3:05:00	4:09:35

Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial – Induglob

Figura 29. Reducción de tiempo de paras de línea Metal Mecánica



Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial – Induglob

Al observar los resultados generados en este período se evidencia una mejora que supera las expectativas planteadas, pues se reduce un 75,82% del tiempo de paras de líneas de ensamble. Estos resultados nos demuestran que mantener todos los procesos controlados será la clave para mantener un constante cumplimiento de los programas de producción, además de mejorar el nivel de satisfacción del cliente.

5.2 Analisis de productividad de la sección

Para realizar una revisión de la mejora en productividad obtenida con la implantación de las herramientas antes mencionadas, nos enfocaremos en analizar el cumplimiento del programa de producción de los seis meses considerados en el estudio de reducción de paras, revisaremos el índice de desperdicios y finalmente la eficiencia general de los equipos adquirida por el monitoreo del sistema *Plantnode* en la dos prensas tomadas desde el inicio del proyecto como muestreo de resultados.

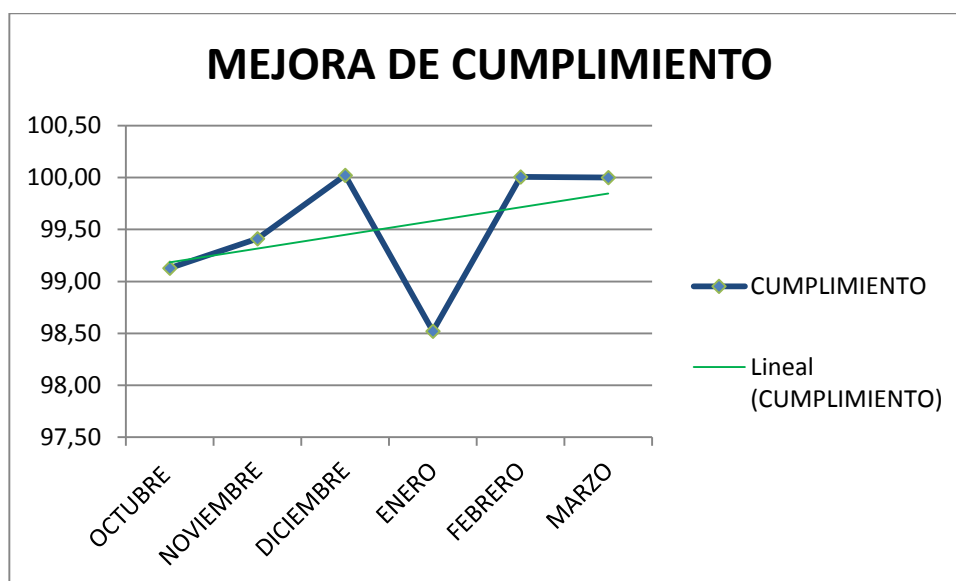
Mejora de productividad

Tabla 13. Mejora de Productividad Metal Mecánica

MES	PIEZAS REALIZADAS	PIEZAS PROGRAMADAS	CUMPLIMIENTO
OCTUBRE 2013	450020	453980	99,13%
NOVIEMBRE 2013	336546	338540	99,41%
DICIEMBRE 2013	176560	176520	100,02%
ENERO 2014	480984	488200	98,52%
FEBRERO 2014	250340	250320	100,01%
MARZO 2014	366778	366780	100,00%
TOTAL	2061228	2074340	99,52%

Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial – Induglob

Figura 30. Mejora de cumplimiento Metal Mecánica



Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial – Induglob

Como podemos observar en los datos obtenidos durante este semestre, se nota una considerable mejora ya que se logra obtener un cumplimiento promedio del 99,52% lo cual significa un incremento del 24,3% en relación a la situación inicial de la sección. Se plantea como objetivo mantener un cumplimiento diario mayor al 98%, considerando como alerta cualquier valor inferior al mismo.

Esta mejora es evidenciada por los clientes internos de la sección, logrando obtener un notable progreso en la satisfacción de los mismos.

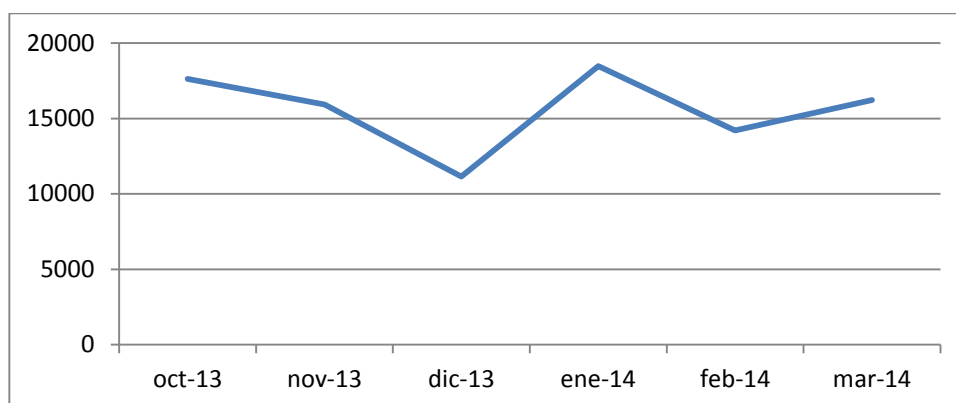
El hecho de completar oportunamente los lotes de producción permite a las líneas de ensamble reducir el número de artefactos rezagados y a su vez cumplir con la demanda propuesta por el área comercial.

5.3 Reducción de desperdicios

Tabla 14. Reducción de desperdicios Metal Mecánica

	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	Prom
Metal Mecánica (\$)	17630	15920	11142	18466	14201	16214	15595,5

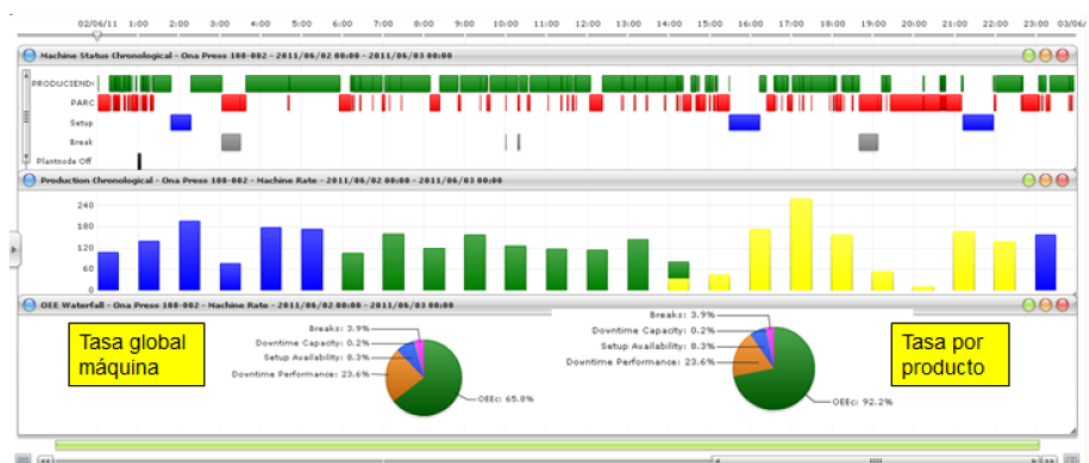
Fuente: Autor – Datos: Departamento Ing. Industrial – Induglob

Figura 31. Control de desperdicios Metal Mecánica

Fuente: Autor – **Datos:** Departamento Ing. Industrial – Induglob

Las herramientas de planificación planteadas durante el proyecto dirigidas a reducir el tamaño de los lotes de producción y por ende el tamaño del inventario, permiten mejorar el control de la calidad del producto y reducir de esta manera los desperdicios y reprocesos generados durante la fabricación de semielaborados en la sección, obteniendo un resultado promedio de \$15.595,5 el mismo que en relación al valor inicial de \$39.344,5 demuestran un avance en el control del factor mencionado. Sin embargo este valor no cumple las expectativas de la jefatura de la sección de Metal Mecánica, generando la necesidad de plantear un futuro proyecto enfocado directamente a la reducción de desperdicios y control de reprocesos.

Mejora en eficiencia general de los equipos (oee)

Figura 32. Mejora en eficiencia general de los equipos

Fuente: Sistema Plantnode Metal Mecánica – Induglob

Se considera al mes de marzo del año 2014 como último muestreo de análisis para reflejar la mejora obtenida en la eficiencia general de los equipos según los datos

obtenidos por el sistema *Plantnode* considerando al igual que en los estudios anteriores a las prensas Ona Press y PresRoss.

Durante el seguimiento realizando en este mes se obtiene un promedio de eficiencia en las dos prensas del 102% a pesar del tiempo de para considerado por set ups y falta de material. El índice de tiempo llega a exceder el 100% lo que indica que la máquina es capaz de producir más rápido de lo establecido como estándar por producto. Al final el desempeño alcanza el valor del 144,2% y si consideramos la tasa máxima de la máquina el desempeño llega al valor del 102,9%.

Estos resultados nos indican que la eficiencia de la maquinaria de la sección se pudo optimizar exitosamente y a partir de este mes se plantea la necesidad de generar nuevos estándares de medición, pues los actuales han sido superados cumpliendo de esta manera la meta propuesta.

5.4 Plan de acción para mantener herramientas implantadas

Finalmente se genera la necesidad de mantener un control permanente de las herramientas implantadas y de crear un ambiente auto disciplinado en el personal de la sección que permita que los objetivos logrados no decaigan y se mantengan el círculo de mejora continua.

Para conseguir este propósito se elabora un plan de acción final como instrumento de seguimiento.

Plan de acción para mantener herramientas implantadas

Figura 33. Plan de acción para mantener herramientas implantadas

ACCIONES	OBJETIVOS	PASOS	HERRAMIENTAS	DONDE	QUIEN	CUANDO
DETERMINAR LAS MEJORAS	Analizar indicadores y causas para plantear mejoras	1. Analizar sugerencias del grupo de trabajo	Reunión de respuesta rápida	Sección de Metal Mecánica	Supervisores, Grupo de mejora continua y Trabajadores	Diario
		2. Definir planes de acción				
IMPLEMENTAR LAS MEJORAS	Incrementar la productividad del área	1. Elaborar plan de acción	Instructivos de trabajo	En el área de producción	Supervisores, Grupo de mejora continua y Trabajadores	Diario
		2. Difundir los procedimientos				
		3. Aplicar los procedimientos				
CONTROL	Controlar el cumplimiento de las acciones de mejora	1. Controlar que se cumpla con los procedimientos establecidos	Herramientas estadísticas	En el área de producción	Supervisores, Grupo de mejora continua	Semanal
		2. Registrar cada una de las actividades				
		4. Hacer visible los resultados				

Fuente: Autor

Todos los objetivos generados durante el proyecto se enfocan en mantener un sistema productivo que no genere urgencias o imprevistos, sino que sea jalado por la necesidad de las áreas subsiguientes consiguiendo la satisfacción de las mismas al cumplir sus demandas.

- Revisar Anexo 2.

CONCLUSIONES GENERALES

- La filosofía *Pull Flow System*, permite formar diferentes escenarios de mejora con un objetivo común que consiste en generar un sistema productivo basado en la necesidad del cliente, consiguiendo de este modo optimizar los recursos existentes pues no se fabricará nada mientras no exista una demanda específica.
- El escenario que se ha puesto en práctica consiste en priorizar los métodos de control de los procesos, consiguiendo así un sistema productivo estable que permita garantizar puntualmente la entrega de los lotes de producción cumpliendo las cantidades requeridas.
- Para complementar este sistema de control se han utilizado herramientas tecnológicas que permiten mantener un monitoreo constante tanto en la maquinaria como en los procesos, creando así un sistema saludable de mejora continua, pues se consigue tener un panorama claro de las restricciones vigentes.
- Además se emplea principios de la metodología kanban para optimizar el manejo de la materia prima y de los productos semi elaborados, de una manera fácil y accesible para el personal operativo de la sección.
- Dentro del proceso de retroalimentación se consigue visualizar nuevas oportunidades de mejora, las cuales permiten fijar metas que afirman el progreso de la sección y de la empresa.
- Se concluye determinando resultados positivos obtenidos con la implantación de proyecto consiguiendo así la satisfacción del cliente interno y por lo tanto el objetivo inicial de la filosofía.

RECOMENDACIONES

- En base a los resultados obtenidos en el área de Metal Mecánica, se sugiere la implantación de sistemas de monitoreo de procesos, sistemas visuales de carga de maquinaria y eficiencia general de los equipos en las otras áreas fabricantes de productos semi elaborados y productos terminados de la empresa Induglob. De igual manera se recomienda emplear las herramientas antes mencionadas en cualquier industria dedicada a la transformación de materia prima, en la que se requiera un estricto control de procesos y se mantenga el objetivo de satisfacer tanto al cliente interno como al cliente externo, mediante un sistema cero urgencias.
- Dentro de la sección de Metal Mecánica se recomienda realizar un estudio de satisfacción del cliente interno, con el objetivo de evidenciar falencias aún existentes y plantear futuros proyectos de mejora, enfocados a mantener un sistema estable y garantizar la calidad y puntualidad del producto.
- Finalmente propone fijar nuevamente metas para la optimización de procesos y recursos, esta vez priorizando la reducción de desperdicios, manteniendo el círculo de mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas

- **ENCALADA** Edison, 2013, Jefatura Inicial, Material de Supervisión Metal Mecánica
Documentos de información interna de Induglob Cuenca-Ecuador.
- **ENCALADA** Edison, 2013, Jefatura Inicial, Material de aplicación Pull Flow System
Documentos de información interna de Induglob Cuenca-Ecuador .
- **PACHECO** Patricio, 2014, Jefatura Actual, Material de aplicación Pull Flow System
Documentos de información interna de Induglob Cuenca-Ecuador.
- **JEFFREY K.** Liker/David Meier, 2006, THE TOYOTA WAY, United States, Mc Graw Hill; pp 94-96
- **SPIBBER** Daniel/Bulfin Robert L., 1999, PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, Primera edición, Primera impresión, México D.F. Mc graw Hill; pp 220-221
- **SHINGŌ** Shigeo., 1989; A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press. pp. 228.
- **CHASE** Richard, 2005, **JACOBS** Robert, **AQUILANO** Nicholas. Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva. McGraw-Hill.

Referencias Electrónicas

- **SLIDESHARE**, Sistema Jalar, Internet
<http://es.slideshare.net/iorifoar/sistema-de-jalar-kanban>
Consultado: Febrero 2014
- **CABRERA** Carlos., Kanban. Explicación paso a paso, tarjetas de instrucción y variantes, Gestiópolis,
<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/kanban-explicacion-tarjetas-instruccion-variantes.htm>
Consultado: Noviembre 2013
- **PDCAHOME**, Método Kanban, Internet
<http://www.pdcahome.com/metodo-kanban/>
Consultado: Febrero 2014

ANEXOS

ANEXO 1: FORMATO PARA CONSTANCIA DE CAPACITACIÓN

[illegible]

Notes

Si son difusiones por acciones correctivas u otro tema que no sea capacitación, esta constancia deberá -

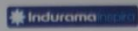
ser archivada en cada área para futuras auditorías o seguimientos

- Este registro se usa solo en capacitaciones internas, en las externas un informe de asistencia

RA01_01_44.00

ANEXO 2: CERTIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN

INDUGLOB

Fabricante de las marcas:
 

Cuenca, 17 de julio de 2014

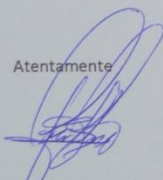
Yo, Patricio Pacheco Sarmiento, Jefe Metal Mecánica "INDUGLOB".

CERTIFICO

Que el Sr. David Alejandro Idrovo Toledo, apporto al desarrollo de mejoras del área en el proyecto "PULL FLOW SYSTEM", mediante sistemas visuales de programación de cargas de maquinaria y eficiencia de equipos, mismo que está en proceso de implantación, dentro del círculo de mejora continua, obteniéndose buenos resultados.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo el interesado hacer uso del presente en la manera que estime conveniente

Atentamente



Ing. Patricio Pacheco Sarmiento
Jefe Metal Mecánica.

MATRIZ CUENCA: Av. De las Américas y Don Bosco PBX: (07)288 2900 • QUITO: Av. Colón y Av. 10 Agosto (Edificio CFC 2do. Piso). TELEFONO/FAX: (02) 252 7870/252 7866
• GUAYAQUIL: Av. De las Américas 2787 (Frente al Estadio Modelo) - TELEFONO (04) 269 0069 FAX: (04) 239 1732