

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL
SISTEMA PRODUCTIVO “LEAN
MANUFACTURING” EN UNA EMPRESA AL
SERVICIO DE LA INDUSTRIA**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

PETER SAUL NUÑEZ RODRIGUEZ

PROMOCION 2001-I

LIMA-PERU

2007

DEDICATORIA:

A mi querida esposa, por su dulce compañía, por el apoyo incondicional y fortaleza que me han permitido alcanzar mi meta.

A mis padres, y demás familiares, por sus sabios consejos, por la confianza y la motivación que depositaron en mi persona.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PRÓLOGO	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Importancia del tema	3
1.2 Propósito del informe	6
1.3 Alcances y Limitaciones	7
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
2.1 Reseña histórica	8
2.2 Actualidad	9
2.2.1 Política de Calidad y Medio Ambiente	10
2.2.2 Ubicación del domicilio	11
2.2.3 Personal de trabajo	11
2.2.4 Organigrama	11
2.3 Descripción de procesos	13
2.4 Descripción de productos más representativos	15
2.4.1 Bombas Centrífugas	15
2.4.2 Mangueras Industriales	16
2.4.3 Productos de Goma	18
2.4.4 Hidrociclones	19
2.4.5 Válvulas Industriales	20

	Pág.
3. FUNDAMENTO TEÓRICO	22
3.1 Metodología Lean Manufacturing	22
3.1.1 Historia	22
3.1.2 Definición	24
3.1.3 Objetivos	25
3.1.4 Beneficios	26
3.1.5 Principios del Pensamiento Lean	27
3.1.6 Los Siete desperdicios	28
3.2 Herramientas del Sistema Lean	32
3.2.1 Las 5 eses	33
3.2.2 Sistema Pull	36
3.2.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM)	37
3.2.4 Controles Visuales	42
3.2.5 Jidoka	43
3.2.6 Poka Yoke (A prueba de errores)	44
3.2.7 Andón (Alarma)	45
3.2.8 SMED	46
3.2.9 Kanban	48
3.2.10 Justo a tiempo	51
3.2.11 Heijunka	52
3.2.12 Kaizen	53
3.2.13 Mapeo de Cadena de Valor	57

	Pág.
4. IMPLANTACIÓN Y MEJORAS	59
4.1 Compromiso de la Organización	60
4.2 Fases para la mejora del proceso	61
4.3 Aplicación de las 5S	64
4.4 Aplicación de los Controles Visuales	72
4.5 Aplicación del TPM	74
4.6 Aplicación del Poka Yoke	86
4.7 Aplicación de Andón	87
4.8 Aplicación de SMED	90
4.9 Aplicación de Kaizen	94
4.10 Aplicación de Kanban	100
5. SEGUIMIENTO Y CONTROL	108
5.1 Cuestionario de Evaluación	109
5.2 Indicadores de Desempeño	113
5.1 Mejoramiento Continuo.	116
6. COSTES Y BENEFICIOS	117
6.1 De la herramienta 5S	125
6.2 De la herramienta Poka Yoke	130
6.3 De la herramienta SMED	133
6.4 De la herramienta Kaizen	136

	Pág.
CONCLUSIONES	142
BIBLIOGRAFÍA	146
APÉNDICES	147
APÉNDICE A: Matriz de habilidades	148
APÉNDICE B: Ejemplo de SOP Área Prensas	149
APÉNDICE C: Cuestionario de Evaluación Lean	152
APÉNDICE D: Indicador OEE y las 6 grandes pérdidas	162
APÉNDICE E: Glosario del Pensamiento Lean	163

PRÓLOGO

El presente informe de ingeniería está basado en la experiencia profesional obtenida en la empresa trasnacional Vulco Perú; y enfoca la optimización del proceso de producción en las diferentes áreas de la empresa mencionada aplicando algunas herramientas de la metodología Lean Manufacturing, que puede considerarse como un sistema productivo muy eficiente y avanzado, como ha podido comprobarse sobradamente por los éxitos de las empresas que lo aplican.

No solo se ha aplicado los conocimientos de ingeniería mecánica, sino también otros conocimientos adquiridos en cursos de capacitación durante mi crecimiento profesional.

En el **Capítulo 1**, se empieza con una breve introducción y se detallan los objetivos, alcance y limitaciones al cual estará orientado el presente informe.

En el **Capítulo 2**, se describe a la empresa estudiada a través de una breve semblanza, así como datos internos de la organización.

En el **Capítulo 3**, se presenta un fundamento teórico en el que se describirán conceptos y definiciones importantes, con el fin de obtener un sustento y una mayor comprensión de lo que es la implantación del sistema productivo, Lean Manufacturing y sus herramientas.

En el **Capítulo 4**, se detalla las principales fases de la implantación y se describen algunas de las mejoras, en las áreas productivas, aplicando las herramientas del sistema productivo Lean.

En el **Capítulo 5**, se describe los procesos de monitoreo y seguimiento para poder saber en que estado se encuentra la empresa, con respecto a la fase de la implantación.

En el **Capítulo 6**, se muestran los resultados y beneficios, asimismo se demuestra la satisfacción económica por las mejoras realizadas en las diferentes áreas de la empresa.

Finalmente deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Gerente Oscar Bauer (Vulco S.A.) por su confianza depositada en mi persona y por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente, a mis profesores de la FIM, a mis familiares y a mi esposa Jenny, quienes siempre me apoyaron y alentaron a la culminación con éxito del presente trabajo.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Importancia del Tema

Hoy en día en mayor o menor grado, dependiendo del sector industrial, las empresas están siendo presionadas por sus clientes con requerimientos de rapidez en tiempos de entrega, desarrollo e innovación de nuevos productos, entregas en lotes pequeños más frecuentes y con mayor variedad de productos, precios con tendencia decreciente, cero defectos en calidad y confiabilidad y en ocasiones fabricación a la medida.

En algunos casos los requerimientos de los clientes están establecidos por contrato incluyendo cláusulas de penalización con cargos monetarios por incumplimiento en tiempo de entrega, cantidades, variedad de productos, calidad y confiabilidad. Existen clientes que establecen cargos por hora o día de paro por atrasos en entregas o pago de todos los daños y perjuicios en caso de defectos de calidad. Los clientes ya no tienen

tiempo de inspeccionar los artículos comprados, ni quieren hacerlo, ya que consideran que esto es responsabilidad de los proveedores.

Esta situación ha ocasionado que las empresas de manufactura busquen nuevas alternativas para garantizar cumplir los requerimientos del cliente, una de las que han sido fundamentales es el establecimiento de un sistema de calidad basado en las normas internacionales ISO 9001:1994 o QS 9000, mismo que en primera instancia les permite estandarizar sus operaciones y proporcionar productos y servicios en forma consistente. En muchos casos esto no ha contribuido lo suficiente para mejorar en forma apreciable su competitividad. La nueva versión ISO 9001:2000 tiene un enfoque diferente, ya que antepone como prioridad la satisfacción del cliente como parte de la mejora continua y su implantación tendrá el objetivo de mejorar su posición competitiva.

Por ejemplo, en México, un grupo reducido de empresas han adoptado el esquema del Premio Nacional de Calidad con un enfoque más amplio hacia la administración por calidad en toda la empresa, estimulando hacer mejoras continuas en todas las áreas con un enfoque al cliente externo e interno incluyendo el desarrollo y reconocimiento de los empleados. Desafortunadamente, este esquema toma mucho tiempo en ser implantado, al menos cinco años, lo que puede representar un periodo inaceptable por las presiones competitivas actuales. Esto no quiere decir que las empresas deban desechar el esquema, que es muy

bueno, sino más bien se debe complementar con otros métodos que proporcionen resultados más rápidos.

Si tomamos como analogía que competir en los mercados actuales es como participar en una carrera de 100 metros planos, algunas empresas se han dado cuenta que tienen pocas posibilidades de ganar por ser "lentas" y poco flexibles en su reacción ante los cambios. Entre las causas principales de lo anterior se encuentran: la burocracia organizacional que causa lentitud en la toma de decisiones que a su vez es centralizada; se mantienen inventarios altos en general; tienen muchas actividades que no agregan valor (inspecciones, papeleos, procesos de firmas lentos, retrasos, almacenamientos, etc.); agotan a los empleados por largas jornadas y hay poca comunicación horizontal entre miembros de diferentes departamentos. Por tanto, si quieren ganar, es necesario que sean más flexibles en todos los aspectos y que minimicen el uso de recursos para la manufactura. Para lograr lo anterior, algunas empresas están iniciando la implantación o ya han implantado lo que se denomina sistema de producción Lean Manufacturing, el cual es un método de manufactura que se desarrolló en Japón desde la década de los años sesenta y que ayudó a que las empresas japonesas como la Toyota pudieran competir en el mercado internacional.

En nuestro país el sistema Lean Manufacturing está ganando terreno lentamente. A pesar de esto, esta filosofía es de mucha utilidad en

nuestras empresas industriales ya sean grandes, medianas o pequeñas. Debido a esto, se hace interesante explorar las posibilidades que tienen las herramientas del sistema Lean en una empresa al servicio de la minería e industria como Vulco Perú S.A.

Es importante que los ingenieros ya no solo nos dediquemos a ser especialistas en áreas técnicas, si no tener también el dominio de herramientas de gestión, ya que será este profesional reconvertido, él que tendrá un pensamiento globalizado, un horizonte más amplio y los suficientes conocimientos técnicos para resolver los problemas que se le presenten en cualquier organización.

En un mundo globalizado como el que estamos viviendo, el que no está a la vanguardia desaparece, en otras palabras, estamos compitiendo contra ingenieros en todo el mundo y seguramente ellos tienen herramientas tecnológicas más avanzadas que nosotros, pero el seguir las técnicas de mejora continua y sobre todo una filosofía en nuestra vida de satisfacción al usuario final, podremos competir con ellos al tu por tu.

1.2 Propósito del informe

El propósito del presente informe, es mostrar que a través de la aplicación de las herramientas del sistema productivo Lean Manufacturing, en las diferentes áreas productivas de una empresa industrial, se pueden mejorar los procesos eliminando todo desperdicio que no agrega valor al producto o al proceso. Asimismo, le permitirá a la empresa nuevas oportunidades de crecimiento, disminuyendo los costos y aumentando la satisfacción del cliente.

1.3 Alcances y limitaciones

El presente trabajo se enfoca exclusivamente en las áreas que tienen que ver directamente con los procesos de producción de la empresa Vulco Perú.

Las herramientas del sistema productivo Lean que se aplicarán en este estudio se pueden utilizar en otras empresas industriales, obteniendo diferentes resultados.

El estudio solo se limitará a describir brevemente las mejoras que se realizaron en las áreas de la empresa, ante la necesaria y obligada protección y confidencialidad de la información, por ser política de la organización.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Reseña histórica

La empresa fue formada por iniciativa de Vulco Chile, que es la casa matriz y fue fundada el 7 de julio de 1933 en San Bernardo, Chile. Inicialmente las actividades de la empresa se concentraron en la fabricación de artículos de goma para la industria, ampliándose en el año 1958 al ramo de las pinturas industriales, adhesivos y pavimentos para pisos. A partir del año 1960 se inició la fabricación de equipos y repuestos para la minería e industria en general.

En el año 1984, Vulco Chile se incorpora al grupo de empresas Envirotech Pump Systems. En el año 1987 Vulco Perú inicia sus primeras actividades que eran solo comerciales y que tenía sus instalaciones administrativas en el distrito de San Isidro. En 1994, Vulco Chile y Vulco Perú fueron adquiridos por Weir Group, líder mundial en el diseño y

fabricación de bombas, revestimiento de molinos, ciclones y válvulas de pulpa para la minería e industria de procesamiento de minerales.

2.2 Actualidad

Vulco Perú es una empresa al servicio de la minería e industria peruana en la solución de problemas relacionados con abrasión y corrosión, ha sido proveedor por más de 19 años, de equipos y repuestos que han contribuido al proceso de desarrollo minero e industrial del país.

En la actualidad los equipos y repuestos fabricados y/o comercializados por Vulco Perú, se encuentran en un gran número de plantas mineras e industriales del país. Los productos de la empresa también son exportados al mercado boliviano y chileno. La clave de este éxito es alta tecnología, calidad, servicio y permanente apoyo al cliente.

La empresa ha estado permanentemente preocupada de atender los requerimientos de sus clientes, con especial énfasis en todos aquellos aspectos que permitan que sus productos y servicios sean de más alta calidad, por lo que la empresa ha implementado un sistema de calidad basado en la norma internacional ISO 9001.

Asimismo, en respuesta a la creciente necesidad de identificar y reducir el impacto que sus productos y servicios tienen en el medio ambiente, la

empresa ha invertido en la implementación de sistemas que cumplen con la norma ISO 14001, bajo la cual está certificada.

La empresa cuenta con un calificado equipo de profesionales especializados, que asesora y apoyan al usuario desde el proyecto hasta la puesta en marcha y mantención.

2.2.1 Política de Calidad y Medio Ambiente

Vulco Perú es líder en la fabricación, almacenamiento, distribución y comercialización de Equipos y Repuestos para minería e Industria, por lo que se compromete a:

- a. Cumplir con los requerimientos y necesidades de nuestros clientes, así como también dar cumplimiento a las normas legales vigentes y otras regulaciones aplicables a nuestra gestión.
- b. Entregar productos que satisfagan las expectativas de nuestros clientes en cuanto a su calidad, plazos de entrega y rendimiento, asegurando además que ningún trabajo se realiza bajo condiciones de riesgo para nuestro personal y el medioambiente.
- c. Buscar el mejoramiento continuo en nuestros procesos, en la prevención de accidentes y en la prevención de la contaminación de todas las áreas de la compañía, a través de

un sistema integrado de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente.

La calidad, seguridad y medio ambiente en nuestra empresa son conceptos integrales que comprenden a nuestros clientes, trabajadores, proveedores y la sociedad.

La relación con nuestros clientes no termina cuando un producto es entregado, ya que esta relación es continua y permanente.

2.2.2 Ubicación del domicilio

La planta industrial y las oficinas principales están situadas en la Av. Argentina 1969 en el distrito de Cercado de Lima y ocupa una superficie de 4,082 metros cuadrados. Tiene una sucursal en la ciudad de Arequipa, en la cual solo tiene oficinas comerciales.

2.2.3 Personal de trabajo

La empresa cuenta con 83 trabajadores divididos de la siguiente manera: 48 trabajadores en el nivel operativo y 35 empleados en el nivel administrativo.

2.2.4 Organigrama

La organización de la empresa está distribuida tal como se muestra en el organigrama que se representa en la figura 2.1, en la cual se indican los responsables para el periodo: Enero de 2005 a Octubre de 2006.

VULCO PERÚ S.A.

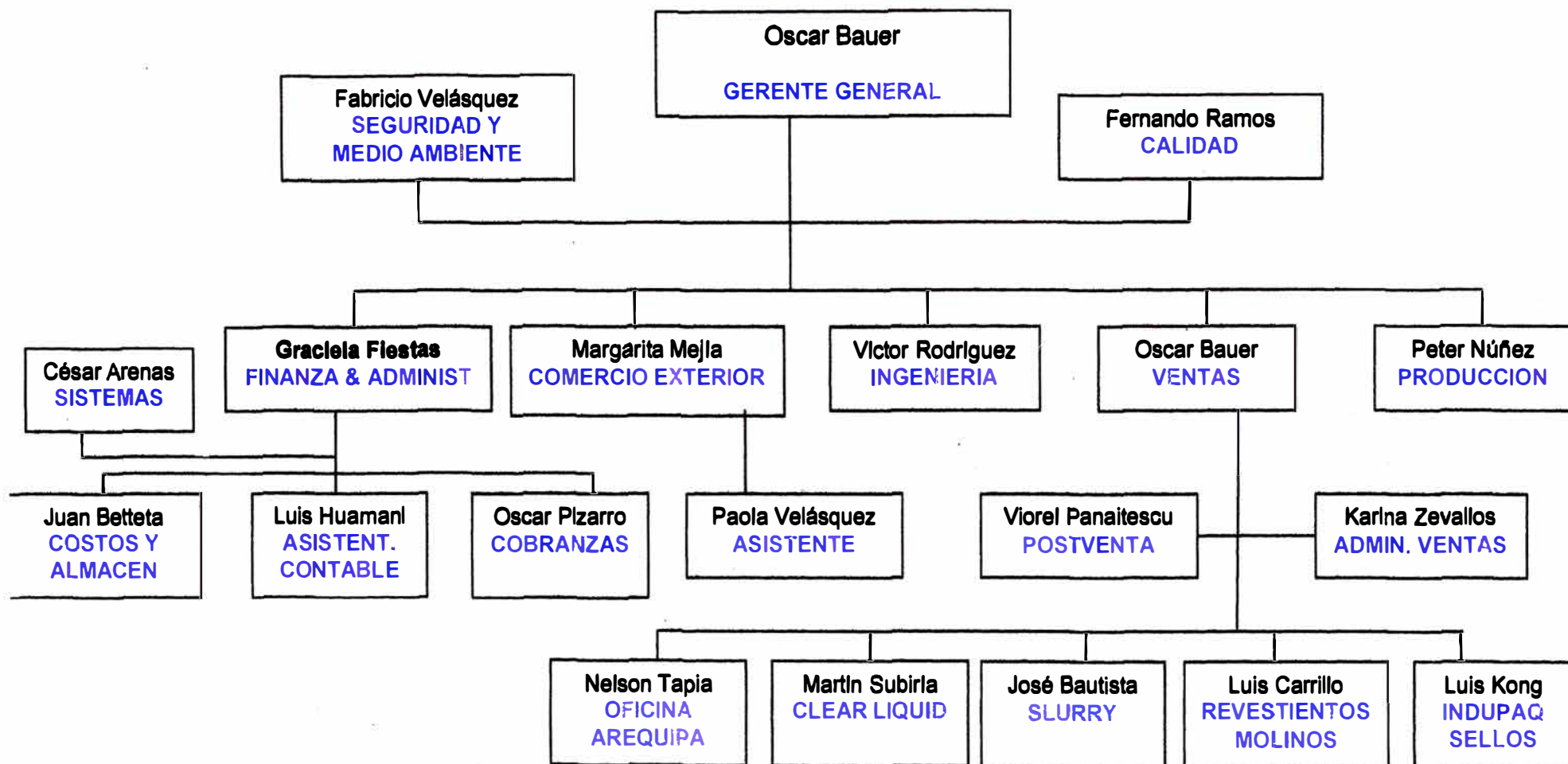


Figura 2.1: Organigrama empresa Vulco Perú S.A.

2.3 Descripción de procesos

Los procesos en la empresa se muestran en la figura 2.2 y son categorizados de la siguiente manera:

- **Procesos de gestión.**- Dentro de estos procesos se encuentra la planificación del sistema de gestión integrado, revisión por la dirección y la mejora continua.
- **Procesos críticos.**- Son los que incluyen procesos relacionados con el cliente y la producción. Entre estos procesos se encuentra ventas, comercio exterior, ingeniería, almacén, y los procesos de manufactura como son: metalmecánica, revestimientos de goma y ensamble.
- **Procesos de apoyo.**- Dentro de estos procesos se incluye recursos humanos, compras, mantenimiento, inspección de calidad, seguridad y preservación del medio ambiente.

Los procesos de gestión y de apoyo están para ayudar a los procesos críticos. Los clientes de cada proceso pueden ser internos o externos a la empresa.

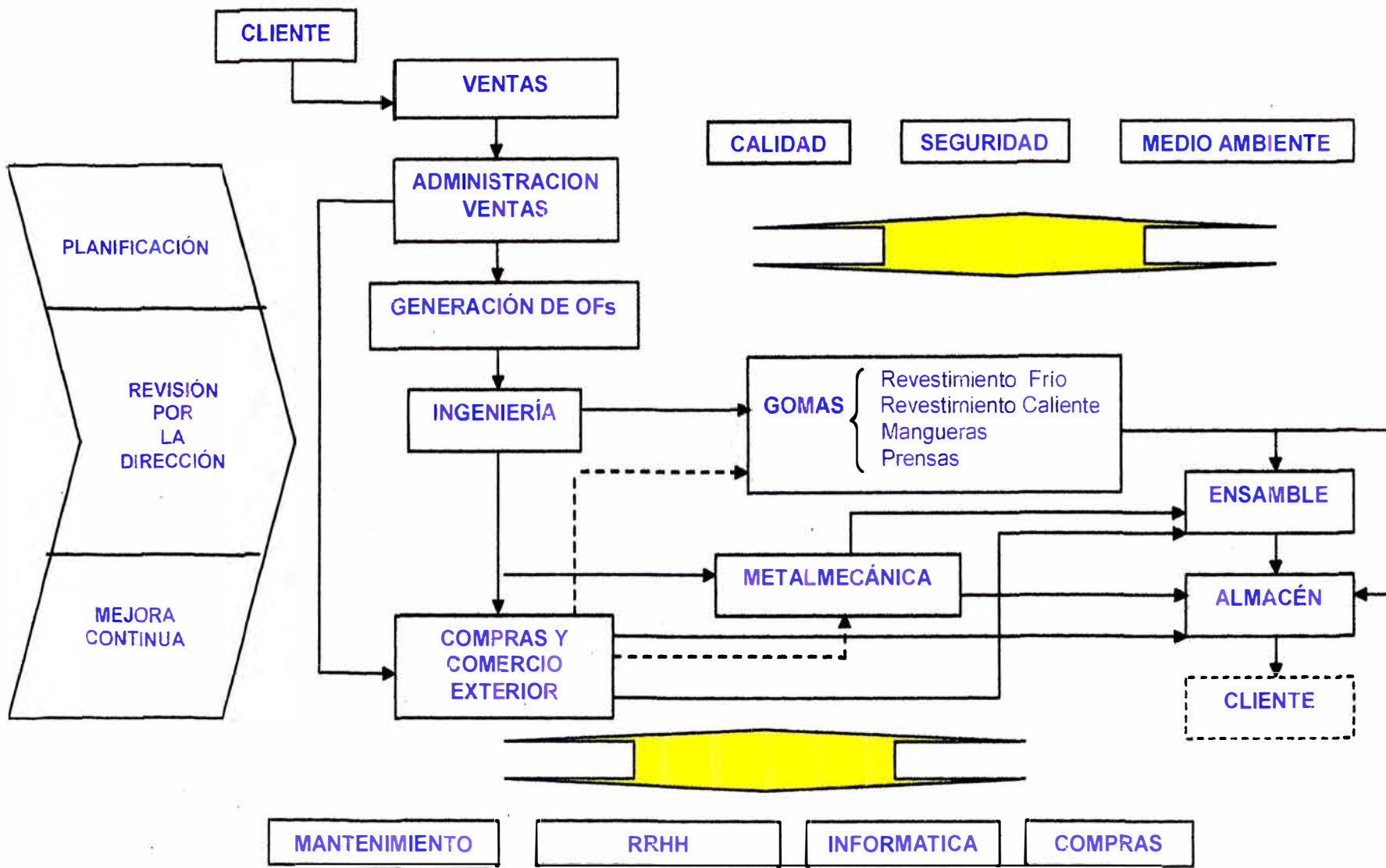


Figura 2.2: Cuadro de Procesos de Vulco Perú

2.4 Descripción de productos más representativos

La empresa tiene las principales familias de productos:

2.4.1 Bombas centrífugas

a. Serie Bombas AH-SRH/C-L-VRA1000

Bombas centrífugas con impulsor y revestimientos de carcasas recambiables, fabricado en elastómeros o metal para lodos erosivos y/o corrosivos. Esta línea de bombas combina la robustez con un avanzado diseño hidráulico, proporcionando alta eficiencia, mayor vida útil del impulsor y revestimientos, además de una manutención simplificada.

Tamaños : 3/4" x 1" hasta 30"x28"

Capacidades : hasta 10.000 m³/h 44.000 GPM)

Altura de descarga : hasta 70 m. (230 ft)

b. Serie Bombas ASH MCH/C-MMC

Estas bombas están especialmente diseñadas para manejar partículas de gran tamaño en lodos erosivos, altamente concentrados, como en los circuitos de molienda primaria convencional o Semi Autógena (SAG)

Tamaños : desde 5" X 4" hasta 34" X 30"

Capacidades : hasta 14.000 m³/h

Altura de descarga : hasta 50m (165 ft)

c. Serie Bombas GALIGHER VERTICAL 5000 , 100-2000

Las bombas Galigher son conocidas en el mundo entero por su construcción robusta y su fácil manejo. Algunas de sus características son:

Materiales anticorrosivos, anticorrosivos disponibles a elección, diseño de eje voladizo, doble succión, portarrodamiento alternativo para aplicaciones de alta, media o baja altura, agitador externo dentro del sumidero mientras la bomba trabaja.

Tamaños : 3/4" a 8"

Capacidades : hasta 300 m³/h (1.320 GPM)

Altura de descarga : hasta 25 m (82 ft)

2.4.2 Mangueras Industriales

Las mangueras tienen diversas aplicaciones en la minería e industria. Debido a la gran variedad de usos y condiciones ambientales en que funcionan, es importante la especificación del tipo de manguera adecuada a cada necesidad. Para ello la empresa fabrica una importante línea de mangueras especiales, orientadas a satisfacer los requerimientos específicos de cada faena en las empresas mineras, pesqueras, y otras.

Las mangueras VULCO se producen en una planta dotada de alta tecnología y operada con personal especializado, lo cual garantiza la calidad del producto final.

a. Materiales

Estas mangueras se fabrican con formulaciones propias en:

Caucho natural	Neopreno
Acrilonitrilo	EPDM
Hypalon	Vitón
Otros	

Sus refuerzos se diseñan de acuerdo al uso a que estarán destinadas.

b. Tipos de Mangueras

Mangueras para: aire comprimido, vapor, ácidos, petróleo, arena, agua, oxígeno-acetileno, vino, fumigaciones, grouting, ventilación, alimentos, bebidas, contra incendio, pesqueras, hidráulicas, etc.

Especial mención merece la producción de:

- Mangueras para succión y descarga de petróleo en faenas terrestres y marítimas.
- Ductos y mangas para succión y descarga de pescado.
- Mangueras especiales para faenas mineras, con acoplamiento Vulcolex de aluminio, que permite ser montado mecánicamente alrededor del extremo de la manguera.

Como este acoplamiento no entra en contacto con el material conducido no se desgasta y permite ser reusable.

2.4.3 Productos de Goma

La empresa fabrica una gran cantidad de productos de goma que satisfacen los requerimientos de la industria y minería. Debido a la amplia variedad de estos y a las formulaciones de goma utilizadas como materia prima, es necesario conocer la especificación de las condiciones operacionales y/o ambientales de dichos productos, de manera de seleccionar el compuesto mas adecuado.

a. Materiales

Los productos de goma son fabricados en diversos materiales, con formulaciones propias en los siguientes compuestos o combinaciones de ellos:

Caucho natural	Neopreno
Acrilonitrilo	EPDM
SBR	Poli butadieno
Hypalon	Vitón
Otros	

También existen diversos refuerzos y/o almas metálicas fabricada de acuerdo a las condiciones operacionales de la pieza.

b. Familia de Productos de Goma

Los productos de goma fabricados por la empresa se pueden agrupar en las siguientes familias:

- Recubrimiento de Rodillos y Poleas
- Revestimiento de Molinos
- Revestimiento de Celdas
- Revestimientos de Bombas, Ciclones, etc.
- Mangas para válvulas
- Mallas de Harneros
- Diafragmas
- Revestimientos de Estanques y Cañerías
- Perfiles de Goma (Rodones, juntas de dilatación, etc.)
- Planchas de goma (lisas y dentadas)
- Otros

2.4.4 Hidrociclones

En la construcción tradicional se utilizan una diversidad de materiales, dado que el grupo WEIR cuenta con fundiciones, fabrica de goma y poliuretano, como también la utilización de nuevos materiales que aportan alta precisión dimensional y menor peso.

2.4.5 Válvulas Industriales

La empresa ofrece una amplia gama de válvulas diseñadas para el manejo de fluidos y/o corrosivos. Su fácil operación y bajo costo de mantenimiento satisface ampliamente los requerimientos de la minería e industria.

Estas se proporcionan con revestimientos y/o manga en elastómero de acuerdo al tipo de fluidos que manejará, con piezas totalmente intercambiables entre si y fácil reemplazo. Son suministradas con accionamiento manual mediante volantes a caja reductora, accionamiento hidráulico o eléctrico.

a. Características Generales

- Revestimiento y/o manga de elastómero diseñado para operar con fluidos abrasivos y/o corrosivos.
- Diseño robusto y de servicio pesado.
- Posibilidad de accionamiento manual, neumático o eléctrico.
- Bajo costo de mantenimiento..
- Fácil operación.

b. Modelos de Válvulas

Válvula de cuchillo Wafer o Estándar.

Válvula Pinch de cuerpo abierto.

Válvula Pinch de cuerpo cerrado.

- Válvula de control de flujo.
- Válvula de cambio.
- Válvula Check.
- Otras válvulas como de tapón, de diafragma, etc.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTO TEORICO

3.1 Metodología Lean Manufacturing

En esta sección se hará una breve descripción sobre el origen, objetivos y beneficios del sistema productivo Lean.

3.1.1 Historia

Hasta los principios del siglo XX, existía una producción artesanal que desapareció cuando Henry Ford comenzó a trabajar en serie a fin de rebajar costes y reducir precios. Fue pionero en la fabricación en cadena, y quince millones de unidades de sus coches, todos absolutamente iguales, salieron de sus fábricas. Sin embargo, no había flexibilidad de producción y se generaba grandes inventarios.

Después de la Segunda Guerra Mundial, mientras que en los Estados Unidos seguían produciendo en masa, en Japón, la

escasez de recursos, tanto de material, como de mano de obra y de recursos financieros, hicieron nacer una nueva forma de producir que representara menos costes.

Estos nuevos métodos de producir habían sido utilizados desde la década de los sesenta y se afinó en la década de los setenta con la participación de los directivos de Toyota, Taiichi Ohno, Shingeo Shingo y Eiji Toyoda, quienes desarrollaron un nuevo sistema llamado "Toyota Production System". El objetivo de este sistema era minimizar el consumo de recursos que no añadían valor a un producto y una continuada búsqueda de mejoras. Este nuevo sistema hizo que Toyota se convirtiera en una industria muy eficiente y muy competitiva.

El término "Lean" fue acuñado por un grupo de estudio del "Massachusetts Institute of Technology", para analizar a nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz.

El término fue popularizado en América por los años 90 en el libro "La máquina que cambió al mundo" por los autores James P. Womack y Daniel T. Jones. En este libro se ilustra claramente y por primera vez las diferencias significativas en su funcionamiento de la industria automotriz japonesa en relación a las occidentales, explicando porque los métodos

japoneses usaban menos de todo -esfuerzo, inversión de capitales, instalaciones, inventarios y tiempo humano- en la fabricación, el desarrollo del producto, piezas fuentes y relaciones con el cliente.

Muchas empresas decidieron transformar su sistema de producción en Lean Manufacturing lo que les llevó a ser mucho más eficientes. Hoy en día el Lean Manufacturing es un sistema conocido en todo el mundo y que cada día tiene más adeptos.

3.1.2 Definición

El Lean Manufacturing es un metodología de sistemas de producción, que está compuesta por un conjunto de herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y/o a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Asimismo reduce desperdicios y mejora las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

El sistema de producción Lean está basada principalmente en:

La eliminación planeada de todo desperdicio.

- El respeto por el trabajador.
- La mejora consistente de la productividad y calidad.

La búsqueda de rentabilidad en las empresas está impulsando la implantación de esta metodología, basada en el sistema japonés del fabricante automovilístico Toyota, y cuyos principios básicos se están convirtiendo en un estándar de procedimientos operativos en muchas empresas debido a los beneficios que aporta.

Considerado por los expertos como el sistema de fabricación del siglo XXI, al igual que el de producción en masa fue el del siglo XX, e implementado junto con un buen sistema de mejora de la gestión, los principios del Lean Manufacturing han probado un historial récord de éxitos en las áreas de estrategia y gestión, que finalmente revierten en el objetivo de incrementar el valor para el usuario final.

3.1.3 Objetivos

Los principales objetivos del sistema Lean es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Este sistema proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

Específicamente, el sistema Lean Manufacturing:

Elimina procesos que no agregan valor

Crea sistemas de producción más robustos

Crea sistemas de entrega de materiales apropiados

Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

3.1.4 Beneficios

Este sistema de producción permite organizar y administrar el desarrollo de productos, operaciones, proveedores y relaciones con los clientes de manera de lograr un proceso productivo con menos esfuerzo, espacio, capital y tiempo, resultante en manufacturas con menores defectos y que responden adecuadamente a las demandas del cliente.

La implantación del sistema Lean es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción de costos de producción

- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios

3.1.5 Principios del Pensamiento Lean

1. Definir el "Valor" desde el punto de vista del cliente:

La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

2. Identificar la "Corriente de Valor":

Esta corriente es definida como un grupo de operaciones destinadas a la producción de un bien, en donde se debe eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

3. Crear "Flujo":

Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

4. Producir el "Jale" del Cliente:

De manera de garantizar que nada de lo que se hace en la empresa no sea hecho sin que sea necesario para la actividad subsiguiente o para el cliente final.

5. Perseguir la "perfección":

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

3.1.6 Los Siete desperdicios (mudas, en japonés)

Desperdicio es cualquier cosa por lo que el cliente no está dispuesto a pagar y que toda empresa debe eliminar para reducir los costes. El uso de la eliminación de desperdicios dentro de organizaciones fue iniciado en los años 80 por el principal ingeniero de Toyota, Taiichi Ohno y el sensei Shingeo Shingo y se orienta fundamentalmente a la productividad. Las siete basuras o desperdicios comúnmente aceptados en el sistema de producción de Toyota son:

- Sobreproducción
- Espera
- Transporte
- Sobreprocesamiento

- Exceso de inventario
- Defectos
- Movimiento

1.- Sobreproducción.

La misma es el producto de un exceso de producción, producto entre otros factores de: falencias en las previsiones de ventas, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción (mayor utilización de los costos fijos), lograr un óptimo de producción (menor coste total), superar problemas generados por picos de demandas o problemas de producción.

Cualquiera sea el motivo, lo cual en las fábricas tradicionales suelen ser la suma de todos estos factores, el coste total para la empresa es superior a los costes que en principio logran reducirse en el sector de operaciones.

En primer lugar tenemos los costos correspondientes al almacenamiento, lo cual conlleva tanto el espacio físico, como las tareas de manipulación, controles y seguros. Pero además debe tenerse muy especialmente en cuenta los costos financieros debidos al dinero con escasa rotación acumulada en altos niveles de sobreproducción almacenados.

2.- Espera.

Motivado fundamentalmente por los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de ordenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

3.- Transporte.

Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a una sobre-utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

4.- Sobre Procesamiento.

Desperdicios generados por falencias en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las falencias en materia de diseño de productos y servicios.

5.- Exceso de inventario.

Tiene muchos motivos, y en el se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles subas de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos, y paso de moda.

6.- Defectos

La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos,

recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

7.- Movimiento

Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

3.2 Herramientas del Sistema Lean

El sistema productivo Lean agrupa una serie de herramientas principalmente enfocadas a minimizar el uso de recursos o reducir los desperdicios en la manufactura a través de equipos de trabajo.

Entre las principales herramientas por ser implantadas a través de equipos de trabajo coordinados por un facilitador se tienen las siguientes que a continuación se describirán:

3.2.1 Las 5 eses (5S)

5S es una filosofía de trabajo que permite desarrollar un plan sistemático para mantener organizada el área de trabajo, con orden y limpieza, lo que permite de forma inmediata una mayor productividad, mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, el tiempo de respuesta, la eficiencia y, en consecuencia, la competitividad de la organización.

Esta metodología fue elaborada por Hiroyoki Hirano, y se denomina 5S debido a las iniciales de las palabras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke que significan clasificar, ordenar, limpieza, estandarizar y disciplina.

1. Clasificar (Seiri).- Consiste en retirar del área de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamado "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los

que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios, desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

2. Ordenar (Seiton).- Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que estén al alcance de la mano y en el lugar en que lo necesitamos. Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc., es decir, "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".

3. Limpieza (Seiso).- Consiste en eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del mantenimiento implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza con el fin de identificar problemas de escapes, averías o fallas. Limpieza incluye, además de la

actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo.

4. Estandarizar (Seiketsu).- Consiste en mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3S. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. En esta etapa, que debe ser permanente, son los trabajadores quienes adelantan programas y diseñan mecanismos que les permitan beneficiarse a sí mismos. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

5. Disciplina (Shitsuke).- Significa seguir siempre los procedimientos de trabajo ya establecidos y evitar que se rompan. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal

entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, mejor calidad de vida laboral y continuar con las actividades para estandarizar.

3.2.2 Sistema Pull (Jalar)

Es un sistema de producción donde cada operación jala el material que necesita de la operación anterior. Consiste en producir sólo lo necesario, tomando el material requerido de la operación anterior. Su meta óptima es: mover el material entre operaciones de uno por uno (One Piece Flow).

En la orientación "pull" o de 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 Kankan que más adelante se describirá. 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. Este sistema permite reducir el inventario, y por lo tanto, poner al descubierto los problemas, hacer sólo lo necesario facilitando el control, minimiza el inventario en proceso, minimiza el tiempo de entrega, reduce el espacio.

3.2.3 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde los operadores hasta la alta dirección. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Los objetivos de este programa son maximizar la eficacia del equipo, buscando involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen el equipo, en la implementación del TPM. Se busca también desarrollar un sistema de mantenimiento productivo que dure toda la vida del equipo, para sacarle el mayor provecho. El TPM se debe promover a través de la motivación con actividades autónomas de pequeños grupos. Donde se pueda atender mejor a cada integrante y la comprensión sea mucho mejor, explicando que los beneficios de implementar este programa serían para todos.

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el

desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

Pilar 1: Mejoras Específicas.-

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objetivo de eliminar las pérdidas para alcanzar el máximo de la productividad de los equipos y sistemas de producción. Las mejoras implantadas son siempre las que más contribuyen a las eliminaciones de las pérdidas, es decir, obedecen a una determinada prioridad.

Pilar 2: Mantenimiento Planificado.-

Los equipos de mantenimiento tienen como actividad, además del mantenimiento más especializado, la ejecución de los análisis de las fallas, mejoras en la eficiencia del mantenimiento y en los equipos, aumento de la disponibilidad de los sistemas de producción y estudios de nuevas técnicas de mantenimiento además del apoyo a los equipos de operación. Las actividades de este pilar comienzan por una evaluación general de los equipos levantándose su situación actual para así verificar cómo se encuentran los equipos, ejecución de las restauraciones de las deterioraciones y mejoras de los puntos deficientes. El mantenimiento

planificado que se practica en numerosas empresas presenta ciertas limitaciones como que no disponen de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.

Pilar 3: Control Inicial.-

Son las actividades para evitar problemas desde la especificación del equipo hasta su operación, tornando posible su partida vertical, o sea, cuando el equipo nuevo entra en operación, el mismo no presenta problemas derivados del inicio de operación. Para que este pilar obtenga éxito es preciso que sea trabajado con el objetivo de eliminar el máximo de problemas en las primeras fases de su concepción, o sea, en las fases de planeamiento del proyecto, pues en ésta el costo de resolver estos problemas es más bajo.

Pilar 4: Educación y Entrenamiento.-

Actividades dirigidas para evolución profesional y educación de los empleados por medio de una promoción de habilidades

y conocimientos, tornándolos así más competentes. Con esto se garantiza una mayor eficiencia de los demás pilares. Primeramente se hace un levantamiento de la situación actual de la educación general de los empleados, principalmente de los operadores y el personal de mantenimiento, definiendo así su matriz de conocimientos y habilidades, tal como se muestra en el apéndice A. En esta matriz es hecha una correlación entre las habilidades necesarias y la relación de los empleados, permitiendo así una verificación de las necesidades de entrenamientos.

Pilar 5: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).

Está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

3.2.4 Controles Visuales

Los controles visuales están relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. La finalidad de los controles visuales es que todo este visualizado, apreciado, documentado y reportado con el fin de que todo individuo que camine por la fábrica lo pueda observar y que en cuestión de minutos saber si el estado de cualquier operación es normal o anormal.

Un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio donde se encuentran los elementos.
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.

- Sentido de giro de motores
- Conexiones eléctricas.
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.
- Flujo del líquido en una tubería, marcación de esta, etc.

3.2.5 Jidoka

La palabra japonesa "Jidoka" se refiere a la automatización y detección de defectos. Es la habilidad que debe tener un proceso, una máquina, o un operador para que pueda detenerse en el momento en que ocurra alguna anomalía en algún punto del proceso, con el propósito de impedir que partes defectuosas pasen al cliente sin ser detectadas por un proceso. Cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se refiere a obtener calidad impidiendo que un producto defectuoso pase al siguiente proceso.

Jidoka puede referirse a los operadores cuando realizan un proceso de inspección visual y encuentran un problema en su estación de trabajo. Los operadores tienen la autoridad para detener el proceso en caso de identificar un problema de calidad que requiera ser atendido inmediatamente y a su vez debe informar al líder del equipo.

Jidoka también puede referirse a un equipo o máquina, en el cual emplea sistemas tales como probadores en línea, verificación por sensores presentes y correctos, verificación por sensores de los nidos apropiados, detección de defectos y detención automática del proceso.

Los buenos sistemas Jidoka liberarán a las personas de hacer inspecciones repetitivas que pueden ser realizadas por las máquinas. Esto permitirá a los empleados concentrarse en las tareas que requieren aplicar el juicio humano.

3.2.6 Poka Yoke (A prueba de errores)

Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección de las partes producidas, así como, si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Poka Yoke puede ser listas de verificación del proceso para el

operador o herramientas especiales ya sean físicas, mecánicas o eléctricas que previenen al trabajador de cometer un error que lo lleve a un defecto.

Esta técnica de calidad fue desarrollada por Shingeo Shingo en los años 60's. Desgraciadamente los trabajadores son humanos y no siempre se obtienen los resultados deseados, por eso, usar dispositivos efectivos de Poka Yoke de acuerdo a las necesidades, es uno de los conceptos básicos para un sistema de control de calidad de cero defectos.

3.2.7 Andon (Alarma)

Término japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces o señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo. Andon significa ¡AYUDA!

El Andon puede consistir en una serie de lámparas en cada proceso o un tablero de las lámparas que cubren un área entera de la producción. Un Andon para una línea automatizada se puede interconectar con las máquinas para

llamar la atención a la necesidad actual de las materias primas. Andon es una herramienta usada para construir calidad en nuestros procesos.

Si un problema ocurre, la tabla de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. Una melodía se usa junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área. Una vez el supervisor evalúa la situación, él o ella puede tomar pasos apropiados para corregir el problema. Los colores usados son:

- **Rojo:** Máquina descompuesta
- **Azul:** Pieza defectuosa
- **Blanco:** Fin de lote de producción
- **Amarillo:** Esperando por cambio de modelo
- **Verde:** Falta de Material
- **Sin luz:** Sistema operando normalmente

3.2.8 SMED (Single Minute Exchange of Dies)

SMED es un sistema que significa "Cambio de matriz en un solo minuto" (un solo minuto significa un minuto de un solo dígito o hasta 9,99 minutos). Este sistema consiste en realizar

el cambio del "Set-up" o preparación, es decir, el cambio de matrices, moldes o herramientas en un tiempo menor de 10 minutos. Este sistema fue creado por el japonés Shigeo Shingo y como ejemplo está el caso de los trabajadores de Toyota, quienes tardaban 10 minutos en cambiar una prensa de 800 toneladas, mientras que los americanos, para una operación como esa tardaban alrededor de 6 horas y los alemanes de 4 horas.

El sistema SMED nació por necesidad para lograr el sistema de producción Pull. Este sistema tiene por objetivo acortar los tiempos de la preparación de máquinas logrando que la producción sea más flexible según la demanda sin crear stocks y reduciendo los tiempos de entrega. El primer beneficio es que se producen lotes pequeños, este tipo de lotes son indispensables en estos tiempos ya que el cliente demanda diversidad de productos, y la flexibilidad en una empresa es crucial. Además la calidad del producto mejora debido a las condiciones operacionales mejoradas.

El rediseño del proceso de cambio, es una tarea fácil de implantar cuando se aportan recursos suficientes en formación y apoyo de la dirección para su aplicación en el puesto de trabajo, y esta aportación suele beneficiar a la empresa.

3.2.9 Kanban

Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés "etiqueta de instrucción". Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante que medios, y como transportarlo.

1. Objetivos.- Los principales objetivos son:

- Accionar el proceso de producción sólo cuando sea necesario
- Interligar los departamentos sistemáticamente
- Permitir un excelente control en el inventario
- Permitir una fácil visualización de los materiales.

2. Tipos.- Son los siguientes:

- Kanban de producción: Contiene la orden de producción.
- Kanban de transporte: Utilizado cuando se traslada un producto.
- Kanban urgente: Emitido en caso de escasez de un componente.
- Kanban de emergencia: Cuando a causa de componentes defectuosos, averías en las máquinas,

trabajos especiales o trabajo extraordinario en fin de semana se producen circunstancias insólitas.

- **Kanban de proveedor:** Se utiliza cuando la distancia de la planta al proveedor es considerable, por lo que el plazo de transporte es un término importante a tener en cuenta

3. Funciones.- Algunas de las funciones de este sistema son:

- Establece informaciones para la retirada y movimiento de materiales.
- Establece informaciones para la programación de la producción.
- Funciona como órdenes de producción y las informaciones deben estar adjuntas
- Previene la sobre producción y exceso de inventario
- Revela los problemas existentes y mantiene el control de inventario.

4. Reglas del Kanban.- Son las siguientes:

- **Regla 1:** No se debe mandar productos defectuosos a los procesos subsecuentes, todos los productos en el sistema kanban deben estar 100% libres de defectos.

- Regla 2: Los procesos subsecuentes requerirán sólo lo necesario y no se debe requerir material sin una tarjeta Kanban.
- Regla 3. Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente y no se debe producir ninguna pieza sin la tarjeta kanban.
- Regla 4. Balancear la producción, de manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsiguientes, se hace necesario para todos los procesos, mantener al equipo y a los trabajadores de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria.
- Regla 5. Utilizar la tarjeta kanban como una orden o instrucción de trabajo.
- Regla 6. Estandarizar los procesos, debido a que el trabajo defectuoso existe si el trabajo no esta estandarizado, y si esto no es tomado en cuenta seguirán existiendo partes defectuosas.

5. Información de la tarjeta kanban.- Sería la siguiente:

- Número de parte del componente.
- Código y descripción del producto.
- Cantidad requerida.

- Tipo de manejo de material requerido.
- Donde debe ser almacenado cuando este terminado.
- Secuencia de producción del producto.

3.2.10 Justo a tiempo (Just in time)

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) desde compras hasta producción. Existen muchas formas de reducir el desperdicio, pero el Justo a Tiempo se apoya en el control físico del material para ubicar el desperdicio y, finalmente, forzar su eliminación.

La idea básica del Justo a Tiempo es producir un artículo en el momento que es requerido para que este sea vendido o utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura. La producción dentro de la célula, así como la entrega de material a la misma, se ven impulsadas sólo cuando un stock (inventario) se encuentra debajo de cierto límite como resultado de su consumo en la operación subsiguiente.

Además, el material no se puede entregar a la línea de producción o la célula de trabajo a menos que se deje en la línea una cantidad igual. Esta señal que impulsa la acción

puede ser una tarjeta Kanban, o cualquier otra señal visible de reabastecimiento, todas las cuales indican que se han consumido un artículo y se necesita reabastecerlo.

3.2.11 Heijunka

Heijunka o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka significa literalmente "haga llano y nivelado".

De manera simplificada, la definición de producción nivelada sería producir todo los productos dentro de un mismo intervalo de tiempo, cuanto menores estos intervalos, mayor el grado de nivelación. El grado de nivelación significa tener la capacidad de hacer pequeños lotes de producción (One Piece Flow), sin embargo, esto requiere tiempos de cambio más rápidos (SMED).

La nivelación permite reducción drástica del stock de productos y de materia prima, aumenta la flexibilidad de respuesta para el cliente y los cambios en los pedidos dejan de ser catastróficos, la empresa puede ajustar su dirección durante el día, semana o mes.

3.2.12 Kaizen

La estrategia de Kaizen es el concepto de más importancia en la administración japonesa (la clave del éxito competitivo japonés). La esencia de Kaizen es sencilla y directa: Kaizen significa Mejora Continua que involucra a todos, incluyendo tanto a la alta administración, gerentes y trabajadores. La filosofía de Kaizen supone que nuestra forma de vida – sea de trabajo, social o familiar – merece ser mejorada de manera constante. El mejoramiento puede definirse como Kaizen e innovación, en donde una estrategia de Kaizen mantiene y mejora el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales, y la innovación produce mejoras radicales como resultado de grandes inversiones en tecnología y / o equipo. Una estrategia exitosa delinea con claridad la responsabilidad de mantener los estándares para el trabajador, siendo la función de la administración el mejoramiento de los estándares.

La percepción japonesa de la administración se reduce a un precepto: mantener y mejorar los estándares. Kaizen es la esencia de las prácticas administrativas japonesas, ya sean de mejoramiento de la productividad, actividades para el Control Total de la Calidad o Círculos de Control de Calidad. Por eso el concepto de Kaizen es como una sombrilla que cubre todas esas prácticas: Orientación al cliente, CTC (Control Total de la

Calidad), robótica, Círculos de Calidad, sistema de sugerencias, automatización, disciplina en el lugar de trabajo, TPM (Mantenimiento Total Productivo), Kanban, mejoramiento de la calidad, JIT, Cero defectos, Relaciones cooperativas trabajadores –administración, mejoramiento de la productividad, desarrollo del nuevo producto, administración visual, 5 S's, SMED, el sistema pull, etc. Estos conceptos han ayudado a las compañías japonesas a generar una forma de pensamiento orientada al proceso y desarrollar estrategias que aseguren un mejoramiento continuo involucrando a personas de todos los niveles de la jerarquía organizacional. El mensaje de la estrategia de Kaizen es que no debe pasar un día sin que se haya hecho alguna clase de mejoramiento en algún lugar de la compañía.

Kaizen en la administración tiene dos componentes principales: Mantenimiento y Mejoramiento. El mantenimiento se refiere a las actividades dirigidas a mantener los actuales estándares tecnológicos, administrativos y de operación. El mejoramiento se refiere a las actividades dirigidas a mejorar los estándares corrientes. Bajo las funciones de mantenimiento, la administración desempeña sus tareas asignadas de manera que todos en la compañía puedan seguir el Procedimiento Estándar de Operación (SOP) establecido, lo que significa que

la administración primero debe establecer políticas, reglas, directivas y procedimientos para todas las operaciones importantes y luego garantizar que el SOP se cumpla satisfactoriamente.

Un programa bien planificado de Kaizen puede descomponerse en tres segmentos dependiendo de la complejidad y el nivel de Kaizen:

1. Kaizen orientado al grupo: Es un método permanente que está representado por los círculos de calidad y grupos pequeños que usan varias herramientas estadísticas para resolver los problemas. El método permanente también requiere todo el ciclo de PDCA (Ciclo de PDCA es una adaptación de Ciclo de Deming, pero afirma que toda acción administrativa puede ser mejorada mediante una cuidadosa aplicación de la secuencia: planificar, hacer, revisar y actuar) y exige que los miembros del equipo no sólo identifiquen las áreas problema sino que también identifiquen las causas, las analicen y ensayen medidas preventivas y establezcan nuevos estándares y / o procedimientos.

2. Kaizen orientado al individuo: El punto de partida de Kaizen es que el trabajador adopte una actitud positiva hacia el cambio y mejoramiento de la forma en que trabaja. La atención y

respuesta de la administración son esenciales si los trabajadores se van a convertir en “trabajadores pensantes” buscando siempre una mejor forma de ejecutar su trabajo, sin embargo, no siempre se buscan resultados económicos inmediatos.

3. Kaizen orientado a la administración: Se concentra en los puntos logísticos y estratégicos de máxima importancia y proporciona el impulso para mantener el progreso y la moral. Las oportunidades para el mejoramiento están en todos lados.

El punto de partida de Kaizen es identificar el desperdicio en los movimientos del trabajador, éste es uno de los problemas más difíciles de identificar ya que tal desperdicio en los movimientos es parte integral de la secuencia del trabajo.

Sólo después de que todos estos movimientos innecesarios son identificados y eliminados, se puede pasar a la siguiente fase de Kaizen en las máquinas y en los sistemas. También toma la forma de un enfoque de grupo, tal como los equipos de Kaizen, equipos de proyecto y fuerzas de Otarea.

3.2.13 Mapeo de cadena de valor (VSM)

El Value Stream Mapping (VSM) es un mapeo de la cadena de valor de un proceso productivo. Entendemos como cadena de valor todas las acciones actuales requeridas para elaborar un producto a través de los principales flujos esenciales para cada producto:

- El flujo de producción de las materias primas hasta el cliente.
- El flujo de diseño desde el concepto hasta su lanzamiento.

Por lo tanto, el VSM es una herramienta que ayuda a las empresas a visualizar sobre el papel su cadena de suministro y entender el flujo de materiales y el de información de un producto.

Los principales beneficios al usar esta herramienta son:

- Ayuda a visualizar el flujo de los procesos en una línea de producción.
- Ayuda a identificar y disminuir los desperdicios (mudas).
- Provee un lenguaje común para hablar acerca de procesos de manufactura.

- Toma decisiones acerca del flujo aparente para poder discutirlo. De otra forma, muchos detalles y decisiones en tu almacén ocurren por no tomar las decisiones.
- Muestra la conexión entre el flujo de información y el flujo de material.
- Es más útil que una herramienta cuantitativa y los layouts producen una concordancia para no adicionar pasos, tiempo de entrega, distancia viajada, la cantidad de inventario.
- Es una herramienta cualitativa, la cual describe a detalle el orden del flujo

CAPÍTULO 4

IMPLANTACIÓN Y MEJORAS

El planteamiento de la metodología para la implementación de un sistema productivo Lean que nos proponemos, pretende implantar un sistema productivo que opere en base a los pedidos de sus clientes (enfoque pull), al mínimo coste, es decir, por eliminación de todo tipo de desperdicio y, por tanto, sin que para ello sea necesario acudir a las economías de escala de producto acabado o de componentes; además, serán también objetivos de la implantación, la minimización de cualquier consumo, la rapidez de respuesta y la flexibilidad (indispensable si se desea ajustar en todo momento la producción a la demanda), así como la calidad requerida alcanzada sin retrabajos . Todo ello, además, se pretenderá sea implantado al nivel de lo justificable y razonable, y nos apoyaremos con la aplicación de las herramientas anteriormente definidas. En este informe se describirán las mejoras más representativas que se realizaron en la empresa aplicando las herramientas y sistemas Lean.

4.1 Compromiso de la organización

El grupo Weir a la cual pertenece la empresa Vulco Perú decide implantar en todas sus plantas a nivel mundial el sistema productivo Lean, debido que deciden cambiar la política reducción de costos, de la tradicional que se basa en que el precio de venta está controlado por el vendedor, es decir donde el precio de venta es igual al precio de costo de fabricación más la utilidad; a la política nueva, que se basa en que el precio de venta está controlado por el cliente, es decir donde la utilidad es igual al precio de venta menos el precio de costo de fabricación.

Con la firme decisión de implantarlo, el grupo decide enviar a la empresa Vulco Perú una persona experta en sistemas productivos Lean, de nacionalidad brasileña y que es el líder de las implantaciones en las plantas a nivel de Sudamérica. La alta dirección de la empresa ha establecido como misión, que el sistema productivo Lean apunta a apoyar al mejoramiento continuo en las operaciones de producción enfocadas en el cliente de la empresa para entregar excelentes soluciones de ingeniería que son el deleite de los clientes, empleados, inversionistas y ambiente comercial.

La empresa establece como estrategia lo siguiente:

- **Desarrollar el Sistema Productivo Lean como la mejor práctica en el momento oportuno.**

- Capacitar, involucrar y facilitar a todos los empleados en todos los procesos comerciales para la implementación del nuevo sistema y hacerse cargo de un mejoramiento continuo sostenido.

4.2 Fases para la mejora del proceso

Para una implantación basada en la aplicación a procesos, y en base a la experiencia del líder en implantaciones de las plantas de Sudamérica, se propone la siguiente secuencia de acciones:

Fase 1. Adoptar el paradigma lean:

En esta fase los principales directivos deben construir la visión, establecer las necesidades, así como desplegar la política para implantar el sistema de producción Lean.

Fase 2. Preparar el equipo de apoyo:

Luego de la vinculación con el conjunto de la empresa, se debe crear un equipo operativo y encontrar un líder que estará a cargo de la implantación, en la empresa Vulco Perú se tomó como líder al Jefe de Producción.

Fase 3. Formación:

Esta formación basada en charlas y seminarios está dirigida a las personas que han de participar en los grupos de trabajo que decidirán las acciones a llevar a cabo en las distintas etapas de la implantación Lean y

sus herramientas, primero es dada al equipo operativo y luego a todo el personal de la empresa ya sea operativo y administrativo. Conforme se vaya avanzando con la implantación se capacitará constantemente a todo el personal.

Fase 4. Identificar la cadena de valor:

Este punto es de especial importancia, dado que el éxito de la implantación dependerá, en gran medida, de los datos tomados en cada uno de los procesos como tiempos, distancias, costes, fallas, entres otros.

Fase 5: Diseñar el sistema de producción:

En esta etapa se analizarán los datos referidos a los productos, sus requerimientos, componentes, así como volúmenes previsiblemente requeridos de cada uno, a fin de adaptar el ritmo de producción a la demanda (tack time). Asimismo se planificarán algunas nuevas disposiciones. Se implementará y aplicará las 5s para mejorar las áreas de trabajo, se diseñarán sistemas visuales de control y se planificará el sistema de mantenimiento (TPM).

Fase 5. Implementar el flujo:

En esta etapa hay que establecer procedimientos de control de errores, es decir implementar y aplicar el poka yoke, jidoka y andon. Hay que implementar la gestión del mantenimiento productivo total (TPM) y

asimismo reducir el tiempo de puesta en marcha, es decir implementar y aplicar el SMED. Hay que implantar un entrenamiento transversal de la mano de obra para alcanzar una buena flexibilidad en los procesos.

Fase 6. Implementar el sistema pull total:

Se debe establecer un sistema basado en la producción jalada donde el flujo de unidades es individual, es decir el one piece flow. También hay que disminuir stocks existentes mediante la aplicación del Kanban. Nivelar el flujo de la producción mediante la aplicación del Heijunka.

Fase 7. Perseguir la perfección:

En esta etapa se debe realizar eventos kaizen donde participarán equipos de trabajo en todas las áreas de la empresa para el mejoramiento continuo. Evaluar el progreso mediante auditorias utilizando las matrices de madurez de las herramientas lean.

Todas las etapas precisadas para la transición a una implantación lean, las cuales acabamos de exponer y, en particular, las de análisis, obtención de soluciones e implementación de las mismas, que tienen lugar tras la etapa de formación, se llevarán a cabo en grupos de trabajo constituidos por los responsables de las áreas involucradas y dirigidos por un experto en implantaciones lean. Reunidos mediante workshops, acordarán, conjuntamente, aquello que corresponda en cada etapa.

4.3 Aplicación de las 5S

Los resultados que se esperan con la aplicación de las 5S son prácticas de trabajo más convenientes, por ejemplo: menor tiempo perdido en las actividades que requieren desempeñar una labor, evitar acciones inseguras en el área de trabajo, ordenar y limpiar dichas áreas, mejorar la productividad y la calidad. Las 5S dependen de cada una de las personas y también del apoyo administrativo y productivo.

Para aplicar esta herramienta en Vulco Perú se evaluaron algunas áreas y como resultado se obtuvo que los principales puntos críticos eran el almacén de moldes para el prensado y los armarios de cada área donde guardan sus herramientas. Ya que los operarios necesitaban constantemente los moldes y sus herramientas, las cuales se encontraban en desorden y sin clasificar, por lo que perdían mucho tiempo en buscar.

A continuación se describirán las actividades que se realizaron en cada una de las 5S:

1. Clasificar (Seiri)

Para aplicar la primera "S", la estrategia de las tarjetas rojas es la más utilizada por su fácil aplicación, la cual busca etiquetar cualquier elemento innecesario que obstruya los procedimientos de un área de trabajo. Se diseñó un formato sencillo para su fácil llenado y colocación destinando un espacio para colocar la acción a decidir que puede ser:

transferir si se trata de elementos u objetos que puedan servir en otra área; eliminar si son artículos que no pertenecen al área y no sirven; por inspeccionar si se trata de objetos que requieren de una revisión más detallada o no sabemos si pueda servir a alguien.

En el almacén de moldes, el primer paso fue separar los elementos necesarios de los innecesarios y simultáneamente adherir las tarjetas rojas, figura 4.1. El siguiente paso fue transportar y apilar en el área de tarjetas rojas los elementos innecesarios. Algunos objetos que no podían ser movidos al área designada solo se les adherían la tarjeta. Finalmente se procedió a tabular cada una de las tarjetas colocadas con su respectiva numeración para posteriormente hacer una lista, evaluar y determinar que disposición tendrán estos elementos. Para los armarios de herramientas de cada área no fue necesario estas tarjetas debido a que las decisiones se tomaban inmediatamente por ser elementos pequeños.



Figura 4.1: Aplicación de las tarjetas rojas

2. Ordenar (Seiton)

Una vez seleccionadas las herramientas necesarias e innecesarias, se continuó con la segunda "S" la cual consiste en ordenar estos elementos pues después de despejar lo que no nos sirve tenemos espacio y no debemos desaprovecharlo. Se debe colocar los moldes y herramientas al alcance de la mano, en el lugar exacto en que se necesita. Se le colocaron etiquetas para su fácil ubicación y asimismo en los armarios se colocaron listas de verificación para mostrar las herramientas que contienen.

Finalmente se implementó la estrategia de marcar las áreas de trabajo con pintura, que generalmente se pone en práctica en suelos, pasillos y paredes, marcando las áreas de paso de la planta de producción diferenciándolas de las áreas de trabajo y mostrando el lugar para cada cosa.

3. Limpieza (Seiso)

Una vez que se ordenó el almacén de moldes y los armarios de herramientas se acordó realizar una limpieza general, la cual se desarrolló en un día normal de trabajo, y durante un período de tiempo preestablecido. Una vez limpio en lugar de trabajo, se crearon rutinas de limpieza para mantener diariamente el área de trabajo limpia, así como dejar las herramientas en orden y buenas condiciones, designando los últimos minutos de su turno de trabajo para realizar dicha actividad.

La limpieza permite también inspeccionar, ya que cuando se limpian equipos o máquinas se puede ir revisando su funcionamiento para evitar averías y daños futuros.

4. Estandarizar (Seiketsu)

Esta "S" tiene como objetivo el mantener lo alcanzado en las otras anteriores, para poder conservar lo ya logrado. Por tal motivo fue necesario que se tomaran en cuenta las siguientes sugerencias:

Mantener el área de trabajo limpia y despejada de obstáculos.

Mantener limpio los rincones físicos, tener etiquetada y ordenada la herramienta para mantenerla en buen estado.

Etiquetar cualquier herramienta nueva que llegue al área de trabajo y asignarle un lugar específico.

Mantener siempre los moldes en orden y una vez utilizados colocarlos en su misma ubicación.

Tener carteles de identificación con los que se identifique el personal, para reforzar la importancia de mantener la selección, orden y limpieza.

Crear una rutina de limpieza diaria, semanal o mensual.

Usar normas visuales, como por ejemplo la lista de verificación de herramientas.

Establecer responsabilidades de limpieza y orden para cada área de trabajo,

Crear procedimientos para estandarizar los procesos de limpieza en cada área de trabajo.

5. Disciplina (Shitsuke)

Esta última "S" está relacionada directamente con el cambio cultural de las personas, es por eso que solo la conducta demuestra su presencia, sin embargo se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Ganar en hábitos y disciplina es cuestión de tiempo, sin embargo para mantener la motivación y el entusiasmo de la implementación se promovieron talleres de refuerzo de conocimientos donde los mismos trabajadores explicaban a sus compañeros cada una de las fases de las 5S.

Asimismo se realizaron auditorías periódicamente en todas las áreas de trabajo, que se basan en formato de chequeo para la implantación de las 5S y luego es necesario acordar un plan de medidas correctivas para alcanzar el nivel 5S requerido y revisarlo periódicamente.

Finalmente se debe seguir los procedimientos establecidos y mantener tableros informativos por los informes de avance.

A continuación se muestra las figuras 4.2, 4.3 y 4.4 de algunos cambios realizados en la empresa Vulco Perú aplicando las 5S.

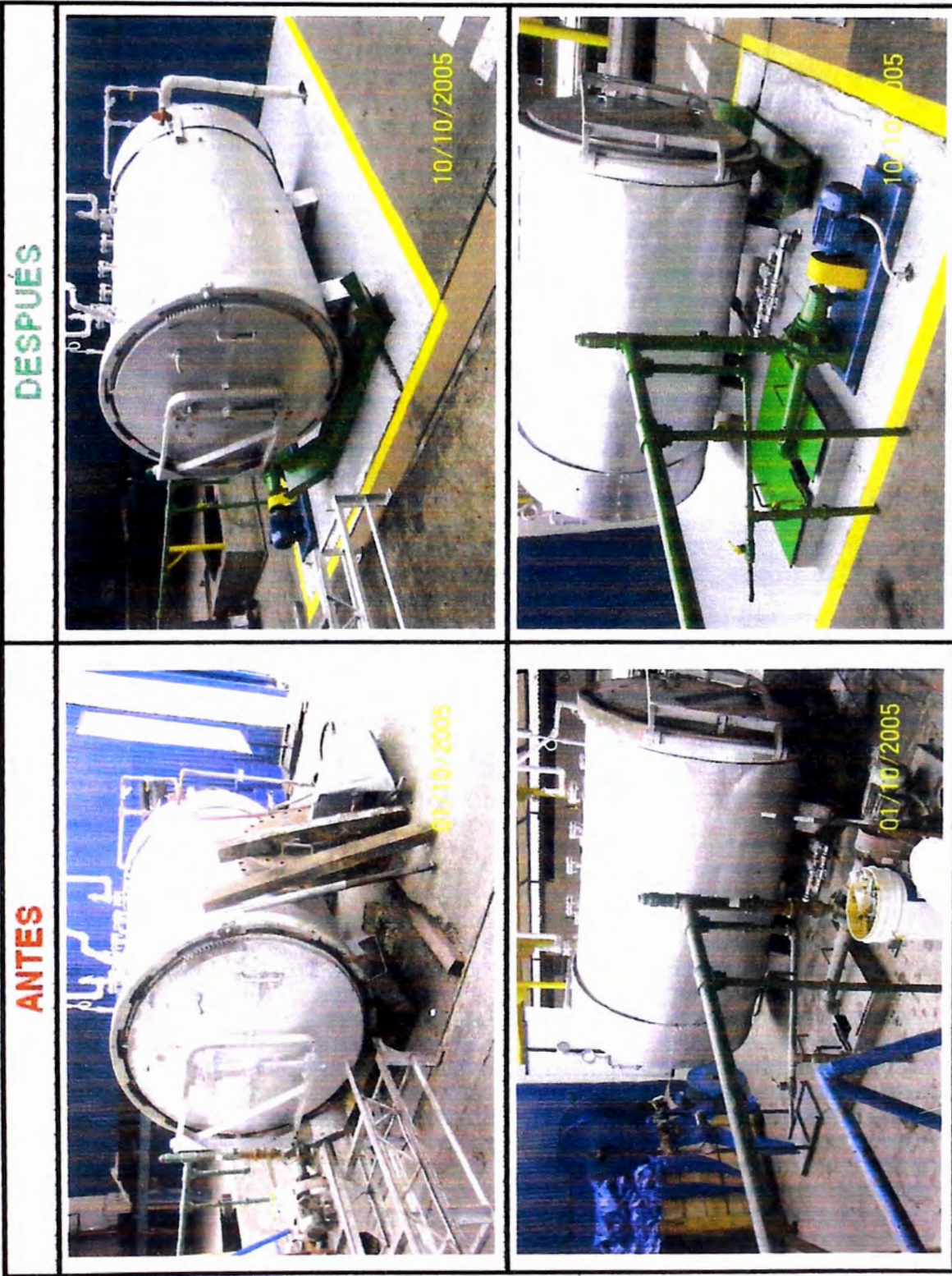


Figura 4.2: Aplicación de 5S en el área del autoclave 1



Figura 4.3: Aplicación de 5S en el área de dosificación

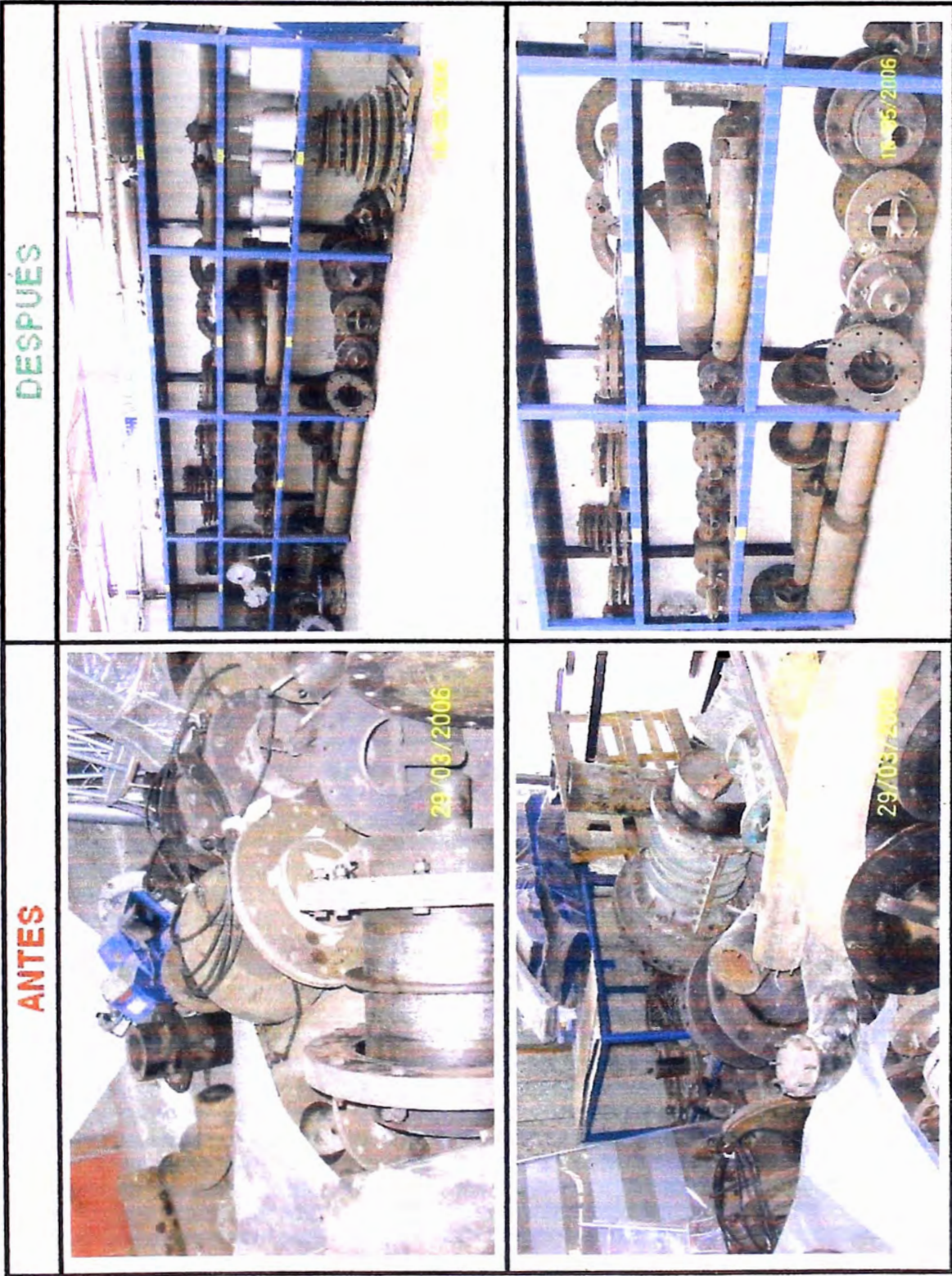


Figura 4.4: Aplicación de la 5s en el área de mangueras

4.4 Aplicación de los Controles Visuales

Los controles visuales deben ser creados, apropiados, monitoreados, controlados y extendidos por todas las áreas, con la finalidad de que haya un sitio para cada cosa y que todo individuo que camine por la fábrica lo pueda observar.

En la empresa Vulco Perú se crearon diferentes controles visuales, siendo los más resaltantes los siguientes:

Se señalaron los lugares donde deben ubicarse los productos en proceso y los productos terminados, por que anteriormente estaban mezclados en el suelo y no se diferenciaban, ahora los que están en proceso son colocados sobre una parihuela de color rojo y los que están terminados sobre una parihuela de color verde para que control de calidad pueda liberarlos. Estas parihuelas fueron colocadas en todas las áreas de producción.

Se fabricaron paneles para que puedan ser ubicados los elementos principales de limpieza como son la escoba y el recogedor, pues antes el personal lo dejaba en cualquier lugar y no había un sitio apropiado.

Se colocaron murales con el fin de mostrar a todo el personal sobre el rendimiento de cada área, es decir los indicadores de desempeño, problemas de calidad, datos de seguridad, capacitación laboral, mejoras de cada área, entre otros.

Todas estas aplicaciones mencionadas se muestran en la figura 4.5

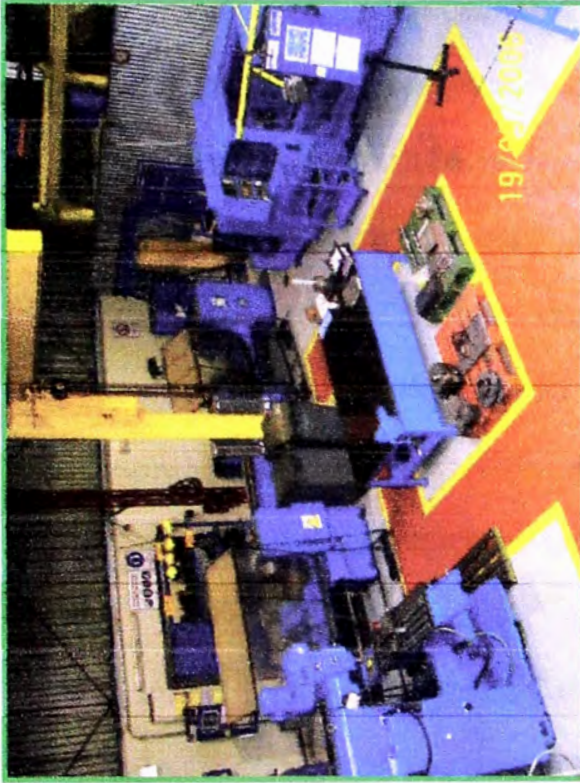


Figura 4.5: Controles Visuales en Vulco Perú

4.5 Aplicación del TPM

Adoptando esta técnica, el trabajo de conservación de los equipos y máquinas de producción llegan a ser una responsabilidad de cada empleado, transformando las estaciones de trabajo, y aumentando el nivel de conocimiento y las habilidades de los trabajadores en producción y mantenimiento. Con esto desaparece la separación que existe entre el departamento de producción y el de mantenimiento, pues tienen los mismos objetivos. Asimismo ayuda a administrar tanto el mantenimiento como la productividad de la industria.

En Vulco Perú fue trazado junto con la alta dirección el cronograma del proyecto con todos los pasos para la implementación del TPM, en donde el principal objetivo fue el aprovechamiento de sus principales recursos: las personas y las máquinas.

Los 12 pasos que se siguieron para lograr esta implementación son:

1. Anuncio de la adopción por la alta dirección de Vulco Perú

La decisión de la alta dirección de adoptar el TPM fue divulgada para todos los funcionarios, pues todos deben prepararse psicológicamente para colaborar en la consecución de las expectativas y metas a ser alcanzadas con el programa en cuestión. El gerente de la empresa hizo una declaración en la cual expresó el compromiso de implantar el TPM.

2. Introducción y esclarecimiento inicial sobre el TPM

El TPM es un movimiento para el perfeccionamiento de la empresa a través del mejoramiento de las personas y de los equipos. Así, a medida que se llevó a cabo el entrenamiento para la introducción del TPM en todos los niveles jerárquicos, se consiguió mayor comprensión sobre el asunto por todos, que además de eso, pasaron a utilizar un lenguaje común, aumentando su voluntad para enfrentar el desafío propuesto por el TPM.

3. Desarrollo del equipo responsable de la implementación del TPM.

El objetivo de esta etapa fue crear una estructura organizacional matricial para promover el TPM, que junte la estructura horizontal formada por comisiones y equipos de proyectos con la estructura formal, jerárquica y vertical. Además de eso, se debió administrar participativamente a través de pequeños grupos multifuncionales.

4. Definición de la política básica y objetivos a ser alcanzados.

El TPM fue parte integrante de las directrices básicas de la administración de la empresa, así como de sus planes de mediano y largo plazos. Además de eso, las metas del TPM fueron consideradas parte de las metas anuales de la empresa y su promoción fue hecha de acuerdo con las directrices y metas de la empresa.

5. Elaboración del plan director para el desarrollo del TPM.

Se elaboró un plan de metas (Plan Director) que engloba desde los preparativos para la introducción del TPM, hasta la etapa de evaluación para el premio a la excelencia. Durante el desarrollo del Plan Director se midió su promoción teniendo en mente el propósito de alcanzar el nivel esperado de evaluación, sobre una base anual.

6. Organizar un acto de iniciación del TPM.

Culminada la fase preparatoria, tendrá inicio la implantación del programa con una reunión que involucra a todo el personal, se invitó a clientes y compañías relacionadas. Primeramente se realizó el intercambio de informaciones con otras empresas, las cuales ya habían obtenido éxito con el TPM. Enseguida cada funcionario de la empresa comprendió las directrices de la Dirección, consiguiendo así elevar la motivación moral de todos para participar, desafiando las condiciones límites actuales, y alcanzar las metas buscadas.

7. Desarrollo del Equipo de trabajo dirigiendo esfuerzos para las mejoras de las Grandes Pérdidas.

Se formó un equipo de proyecto, compuesto por personal de ingeniería de proceso y de mantenimiento, supervisores de línea de producción y operarios, en la cual el principal objetivo fue "hacer cero" las seis grandes pérdidas de los equipos y comprobar los efectos positivos del TPM.

Las seis grandes pérdidas consideradas por el TPM son:

- ***Pérdidas por fallas:***

Son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de partes y mano de obra requerida para la reparación. Su magnitud se mide por el tiempo muerto causado.

- ***Pérdidas por ajustes y preparación de máquinas:***

Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud también se mide por el tiempo muerto.

- ***Pérdidas por paradas menores:***

Son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.

- ***Pérdidas por reducción de velocidad:***

Son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

- ***Pérdidas por defectos de calidad y retrabajos:***

Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser retrabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

- ***Pérdidas por rendimiento reducido:***

Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o de desecho.

8. Establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operarios.

El mantenimiento autónomo requiere que los operarios entiendan o conozcan su equipo, por lo que se siguieron los siguientes pasos para establecer este programa:

- Se inició una limpieza general, es decir se aplicó las 5S.
- Se eliminaron los generadores de suciedad y áreas de difícil acceso.
- Se definieron estándares de limpieza, ajustes y lubricación.
- Se colocaron procedimientos de inspección para la ejecución y entrenamiento.

- Se realizó la inspección autónoma por los operarios utilizando listas de chequeo acompañados de gráficos de cada componente a revisar, estas listas fueron realizadas por el departamento de producción para cada máquina, un ejemplo de una lista de chequeo se muestra en la tabla 4.1 y su gráfico en la figura 4.7. Los operarios deben llenar diariamente estas listas antes de comenzar a operar la máquina, estas listas se encontraban cerca de la maquina en un tablero tal como se muestra en la figura 4.6.
- Se organizaron y administraron las áreas de trabajo.
- Se ejecutaron las actividades existentes en el mantenimiento autónomo para el mejoramiento continuo.

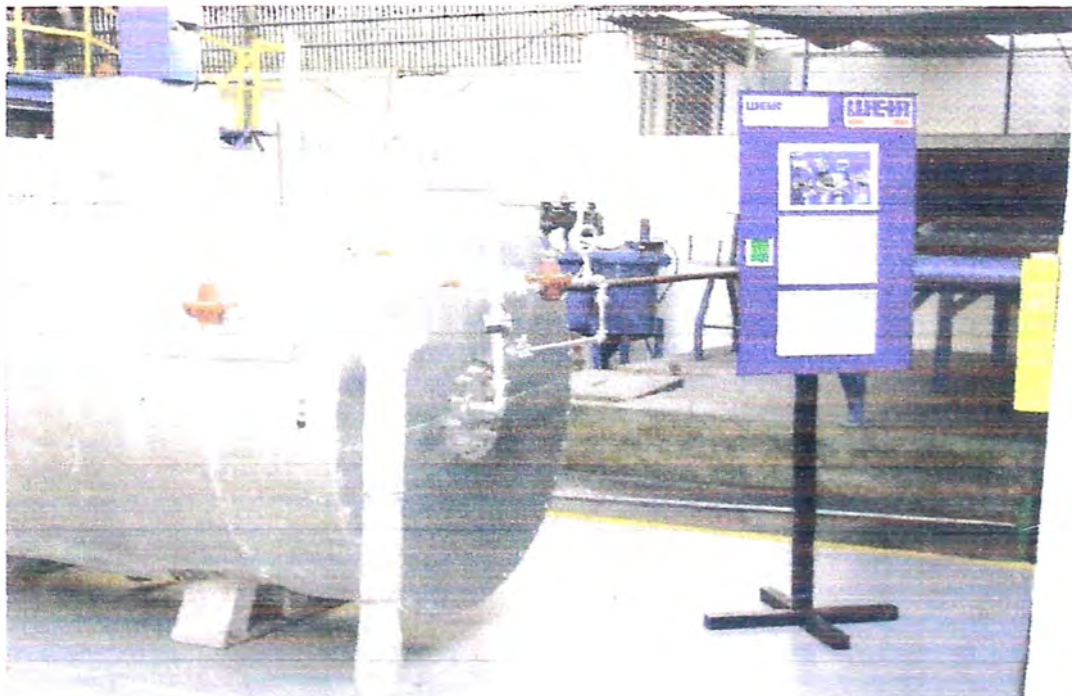


Figura 4.6: Ubicación de listas de chequeos del mantenimiento autónomo

TPM Checklist :Molino Mezclador

Mes : Mayo



Chequeo Diario	Procedimiento o resultado.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
1 Chicharra ajuste de rodillo	Verifique el funcionamiento de las chicharras																																		
2 Guías de goma	Revise que las guías no estén sueltas																																		
3 Sistema lubricador	Revise que el equipo esté operativo																																		
4 Tablero de control	Verifique que todos los controles estén funcionando correctamente																																		
5 Líneas de refrigeración	Revise que estén refrigerando los rodillos																																		
5 Líneas de refrigeración	Verifique que no exista fugas																																		
6 Motor eléctrico	Revise que el motor no presente ruidos extraños																																		
7 Sistema de transmisión	Revise que no presente ruidos extraños																																		
8 Caja reductora	Revise que la caja no presente ruidos extraños																																		

Chequeo Semanal	Procedimiento o resultado.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
3 Sistema lubricador	Verifique que tenga grasea y que esté operativo																																	
6 Motor eléctrico	Revise que el motor esté lubricado																																	

Tabla 4.1: Ejemplo de Lista de chequeo para el mantenimiento autónomo



Figura 4.7: Gráficos acompañantes con las listas de chequeo para ayuda de los operarios.

9. Establecer un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento.

En esta etapa la producción y el mantenimiento buscan complementarse, con la adopción del mantenimiento autónomo o voluntario por la producción, mientras el departamento de mantenimiento se encargó de la elaboración y seguimiento de un calendario para las actividades del mantenimiento preventivo al cual se le denominó Master TPM, este fue creado para todas las áreas de la empresa y en la tabla 4.3 se muestra un ejemplo de un master para el área de dosificación. El propósito del programa fue la de mejorar funciones de: conservación, prevención, predicción, corrección y mejoramiento tecnológico. Cabe resaltar que en la empresa Vulco Perú no cuenta con un departamento de mantenimiento, por lo que el calendario de las actividades mensuales, semestrales o anuales de mantenimiento fue elaborado por el área de producción, en la tabla 4.2 se muestra un ejemplo de la lista de actividades que se realizarán al equipo Molino Mezclador en una rutina mensual, semestral o anual.

10. Dirigir entrenamiento para mejorar capacidades de operación y mantenimiento.

Se realizó un entrenamiento para mejorar el auto mantenimiento de los equipos por los operadores. Así como para desarrollar nuevas habilidades y conocimientos, tanto para el personal de producción como para el de mantenimiento. Por tanto, en esta etapa, la empresa tuvo que

encarar este programa de educación y entrenamiento como una inversión, en la cual no se debe economizar, dado que representa un retorno garantizado.

11. Desarrollo de un programa de gestión anticipada de equipos.


En la cual estaba dirigido a la etapa de instalación, operaciones de Test y arranque de las máquinas. También se trabajó la planificación de inversiones en quipos, diseño, fabricación, instalación y pruebas.

12. Ejecución Total del TPM y Elevación del nivel general.


Esta es la etapa de la consolidación del TPM donde se da inició a la implantación plena del TPM y se contempla las metas más elevadas. Con la conquista de ese marco la empresa estaría habilitada a obtener el Premio de Excelencia en mantenimiento.

En la empresa Vulco Perú ya se encuentra implementado el TPM en todas las áreas productivas, las cuales son: Dosificación, Prensa, Mangueras, Poliuretano y Metalmecánica.

En esta herramienta se aplicaron todos los conocimientos de la ingeniería mecánica para poder elaborar las actividades diarias de chequeo de las máquinas y el programa de mantenimiento preventivo.



PROGRAMA MANTENIMIENTO PREVENTIVO
RUTINA DE MANTENIMIENTO



Hoja 1

Sección	Definición	Hora de Inicio	
Equipo	Mezcladora # 4	Fecha de Terminó	
Plazo Manten.	Inspección		
Fecha Manten.			

Item	Actividades	Realizado		N° de Parte y/o Repuesto	Marca y/o Proveedor								
		SI	No										
Tablero Eléctrico	Revisar y reapretar conexiones eléctricas												
	Revisar estado de bobineras												
	Revisar y probar estado este termico												
	Revisar estado contactores												
	Revisar estado de luces pilotos												
	Realizar limpieza general												
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Marcarlo</td> <td>no Marcar</td> </tr> </table>						Marcarlo	no Marcar						
Marcarlo	no Marcar												
Motor	Revisar funcionamiento de motor (poner en funcionamiento)												
	Registrar corrientes motor en vacío y en carga												
	Reapretar conexiones eléctricas del motor												
	Revisar posibles ruidos rodamiento motor												
	Mantenión general del motor cada dos años												
	Limpieza general												
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Mediciones</td> <td>Voltaje</td> <td>Amperaje</td> <td>Amperaje</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>6000 volt</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Mediciones	Voltaje	Amperaje	Amperaje	Motor	6000 volt		
Mediciones	Voltaje	Amperaje	Amperaje										
Motor	6000 volt												
Acoplamiento	Reapretar pernos del acoplamiento												
	Cambiar buje de bronce si es necesario												
Freno Mecánico neumático	Reapretar pernos del acoplamiento												
	Revisar estado balata freno, cambiar si espesor es menor a 5 mm.												
	Revisar sistema accionamiento del freno, probar en funcionamiento												
	Revisar estado de válvula y FLR												
Caja Reductora	Revisar estado general de la caja												
	Verificar si existen filtraciones de lubricante, rellenar si es necesario con Mobil Gear 634												
	Revisa si existen vibraciones o ruidos												
	Reajustar pernos de anclaje de la caja (revisión si tienen quites de presión o calentar)												
	Cambiar rodamientos caja reductora cuando sea necesario												
	Revisar estado lubricante tomando muestras para análisis												
	Cambiar según resultado análisis o bien cada dos años												
	Revisar estado dientes piñon molin (en salida caja) y lubricar con Mobil Tac 375												
Revisar estado descanso motor													
	Revisar estado dientes corona y lubricar con Mobil Tac 375												
Rodillos	Revisar estado superficial rodillos												
	rellenar cabezal de engrase con Mobil Grease Ep-52, verificar funcionamiento												
	Revisar estado de seguros												
	Revisar estado descansos												
	Revisar estado y funcionamiento de línea de entramiento de rodillos, presión de línea												
Bandeja	Revisar estado general de bandeja												
Bomba de Grasa	Revisar estado de bomba de grasa												
	Revisar estado y funcionamiento del temporizador												
	Sacar cada cabezal de lubricación y verificar que el cabezal este entregando lubricante												
	Revisar nivel del lubricante, rellenar si es necesario												
Línea de agua	Revisar estado de válvulas												
	Cambiar válvulas, cuando lo requiere.												
	Revisar si existe fuga en retorno a la piscina												
	Revisar si existen fugas y eliminarlas.												

Notas y observaciones : _____

Nombre del Mecánico : _____

Nombre del Electrico : _____

V B Supervisor _____

Rutina de Mantenimiento SGA-RM2

Tabla 4.2: Rutina de mantenimiento preventivo

4.6 Aplicación de Poka Yoke

El concepto de Poka Yoke en la empresa Vulco Perú se aplicó en las operaciones de fabricación de piezas prensadas con caucho, debido a que ocurrían muchos errores humanos en el momento de dar el tiempo, temperatura y presión adecuada para la vulcanización del caucho.

Cada uno de los operarios tenía su propio tiempo y presión de vulcanización, pues estos factores no estaban estandarizados y ocurrían defectos en las piezas, como que el caucho se quemaba o estaba crudo debido a la falta de control del tiempo para su vulcanización.

La acción correctiva que se tomó aplicando el Poka Yoke fue la de colocar un libro conteniendo los Procedimientos Operativos Normalizados (SOP) de cada producto que se fabricaba en el área de prensas, tal como se muestra en la figura 4.8.



Figura 4.8: Libro de Procedimientos Operativos Normalizados (SOP)

Estos procedimientos fueron diseñados conjuntamente por el área de producción, ingeniería y calidad, cabe resaltar que estos procedimientos fueron desarrollados como instructivos para el Sistema de Gestión ISO. En el apéndice B se muestra un SOP de una pieza fabricada en el área de prensas.

Con la elaboración de estos procedimientos para el seguimiento de los procesos se comprobó que previenen al operador de cometer un error que lo lleve a un defecto, pues se redujeron las fallas.

Luego de los resultados se decidió elaborar procedimientos para las áreas de fabricación de mangueras, metalmecánica y revestimiento de caucho.

4.7 Aplicación de Andón

Una de las aplicaciones de Andón en Vulco fue que el proceso de mecanizado por CNC fue equipado con luces, señales luminosas y sonidos de tal manera que el operario ó la máquina pueda llamar para recibir asistencia de un supervisor cuando un problema es encontrado.

Se decidió colocar este sistema pues se perdía mucho tiempo en ubicar al supervisor y había que eliminar este desperdicio que son las esperas. Este despliegue de sonidos y señales luminosas indican las condiciones

de trabajo dentro del área respectiva y el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo., tal como se muestra en la figura 4.9.

Los colores que se colocaron fueron:

Color Rojo: Significa que la máquina se ha parado.

Color Amarillo: Significa que falta material

Color Verde: Significa que se termino de mecanizar la pieza.

No luz: Sistema operando normal.



Figura 4.9: Torno CNC equipado con señales y sonidos Andón.

Otra aplicación del sistema Andón se realizó en el área de entregas de productos terminados al almacén, esto se decidió por que cuando los operarios de producción entregaban productos terminados y no

encontraban al operario de almacén, dejaban los productos a un lado y se acumulaban , por lo que no había un buen flujo del material.

Se decidió crear un sistema de comunicación visual usando Andón según se muestra en la figura 4.10, que se basa de luces y señales instaladas dentro del almacén para que el almacenero vaya rápidamente al lugar de entrega de las piezas terminadas. Con esto se logró una rápida acción de los operarios de almacén para el almacenamiento de las piezas terminadas, así como el mejoramiento de flujo del material.



Figura 4.10: Sistema de comunicación visual usando Andón.

4.8 Aplicación de SMED

En estos tiempos modernos de rápido crecimiento en diversidad de productos y menores tamaños de lote, el tiempo para preparar una máquina, o "set up time" es de importancia crucial para las ganancias de muchas compañías, es por eso que Vulco con el fin de implantar un sistema de producción pull, buscó las oportunidades de mejora para poder aplicar esta herramienta.

Antes de mencionar los ejemplos de aplicación que se desarrollaron en la empresa Vulco Perú, mencionaremos a continuación las fases para la reducción del tiempo de cambio de modelo, el cual se muestra un cuadro resumen en la figura 4.11

1. Separar la preparación interna de la externa.

Preparación interna son todas las operaciones que solo pueden ser realizadas con la máquina detenida y externa son las que pueden ejecutarse con la máquina funcionando. Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. La fase más importante en la aplicación del sistema SMED es el distinguir entre las operaciones externas e internas.

El objetivo es estandarizar las operaciones de modo que con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, esto permite disminuir el tamaño de los lotes.

2. Convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa.

La idea es hacer todo lo necesario en preparar - troqueles, matrices, punzones, etc. - fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare, rápidamente se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a funcionar rápidamente.

El poder reducir los tiempos de alistamiento hasta el rango de minutos involucra dos actividades muy importantes:

- a) Reexaminar las operaciones para ver si hay pasos que se están tomando equivocadamente como preparación interna,
- b) Encontrar maneras de transformar estos pasos a operaciones externas.

3. Eliminar el proceso de ajuste.

Las operaciones de ajuste suelen representar del 50 al 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo de ajuste para acortar el tiempo total de preparación. Esto significa que se tarda un tiempo en poner a andar el proceso de acuerdo a la nueva especificación requerida. En otras palabras los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas y troqueles, pero una vez hecho el cambio se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien – se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error va llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones –. Además se emplea una cantidad extra de material.

4. Optimización de la preparación.

Hay dos enfoques posibles:

- Utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distinto producto (diseño de conjunto);
- Producir las distintas piezas al mismo tiempo (diseño en paralelo)

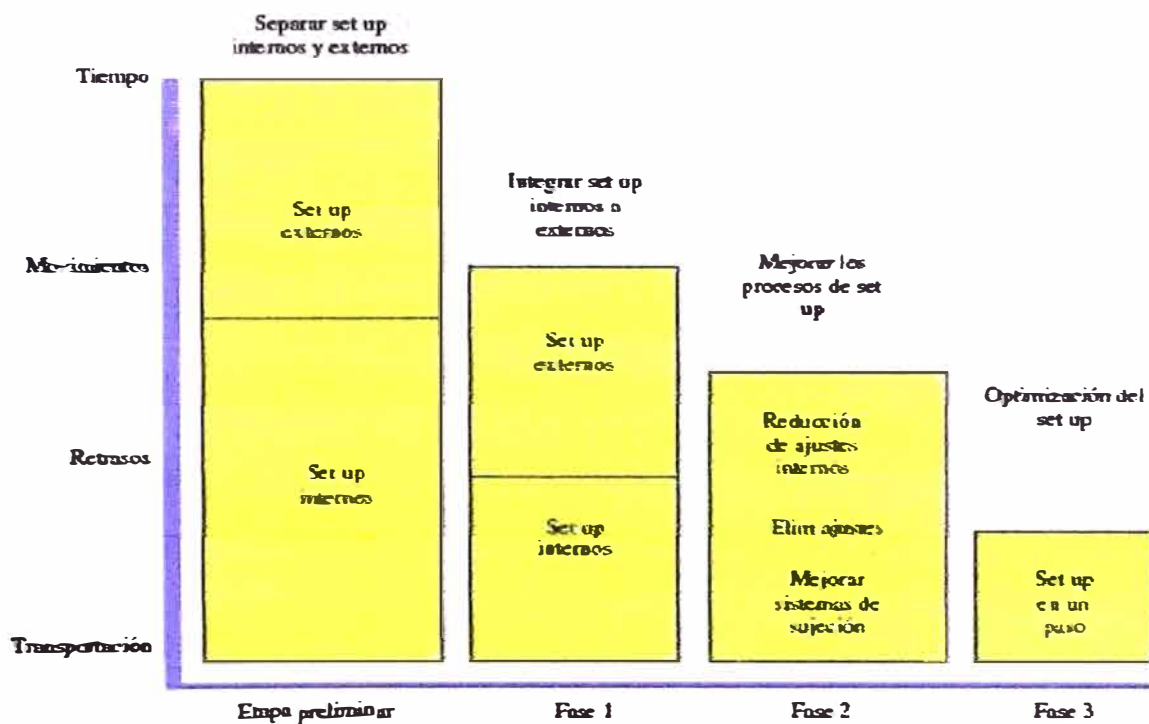


Figura 4.11: Fases para reducción de tiempo de Set Up.

Un ejemplo de aplicación fue para incrementar el tiempo productivo de las prensas, pues se detectó que antes de comenzar a prensar un repuesto se tenía que calentar el molde por lo que se usaban las mismas prensas para este fin, disminuyendo su capacidad y se demoraban unas 3 a 4 horas para el calentamiento dependiendo del tamaño del molde. Otro objetivo fue el de

disminuir el tiempo set-up de los moldes, así como proveer el sistema one piece flow.

Por lo que un grupo se encargó de realizar un proyecto siguiendo las fases anteriormente mencionadas y se decidió implementar una mesa externa para el calentamiento de moldes tal como se muestra en la figura 4.12, y de esta manera se incrementó la capacidad productiva de las prensas.

Esta mesa fue diseñada por el área de ingeniería de la empresa pero fabricada por un socio estratégico.



Figura 4.12: Mejora aplicando el SMED en el área de prensas.

4.9 Aplicación de Kaizen

Con la aplicación de los eventos Kaizen la empresa Vulco buscaba mejorar la productividad de cualquier área elegida mediante el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades del personal involucrado, así como la aplicación de diferentes herramientas Lean para optimizar el funcionamiento de algún proceso productivo.

Antes de mencionar los ejemplos de aplicación que se desarrollaron en la empresa, mencionaremos a continuación los pasos a seguir para implantar un evento Kaizen.

1. Selección del tema de estudio

El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- Objetivos superiores de la dirección industrial
- Problemas de calidad y entregas al cliente
- Criterios organizativos
- Posibilidades de replicación en otras áreas de la planta
- Relación con otros procesos de mejora continua
- Mejoras significativas para construir capacidades competitivas desde la planta
- Factores innovadores y otros

2. Crear la estructura para el proyecto

La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo multidisciplinario. En esta clase de equipos intervienen trabajadores de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad.

3. Identificar la situación actual y formular objetivos

En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe recoger o procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se debe presentar en forma gráfica y estratificada para facilitar su interpretación y el diagnóstico del problema. Una vez establecidos los temas de estudio es necesario formular objetivos que orienten el esfuerzo de mejora.

4. Diagnóstico del problema

Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas incluyen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de

tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas.

Las técnicas analíticas utilizadas con mayor frecuencia en el estudio de los problemas del equipamiento provienen del campo de la calidad. Debido a su facilidad y simplicidad tienen la posibilidad de ser utilizadas por la mayoría de los trabajadores de una planta. Las técnicas más empleadas por los equipos de estudio son:

- Método Why & Why conocida como técnica de conocer porqué.
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFES)
- Análisis de causa primaria
- Método de función de los principios físicos de la avería
- Análisis de datos
- Técnicas tradicionales de Mejora de la Calidad: siete herramientas
- Análisis de flujo y otras técnicas utilizadas en los sistemas de producción Justo a Tiempo, SMED, etc.

5. Formular plan de acción

Una vez que se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles

acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

6. Implantar mejoras

Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implantarlas. Es importante durante la implantación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto incluyendo el personal operador. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretenda mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso.

7. Evaluar los resultados

Es muy importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en una cartelera o paneles, en toda la empresa lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora.

Una de las aplicaciones de kaizen en la empresa fue la mejorar el tiempo de producción así como la calidad del producto en el proceso de mecanizado de un portarodamiento de una bomba, el cual antes se mecanizaba en tres máquinas y habían problemas de concentricidad, por lo que se decidió realizar un kaizen el cual tomo la decisión de diseñar un dispositivo de tal manera que el mecanizado se realizó en una sola maquina y que también se eliminaron los problemas de calidad. Ver figura 4.13

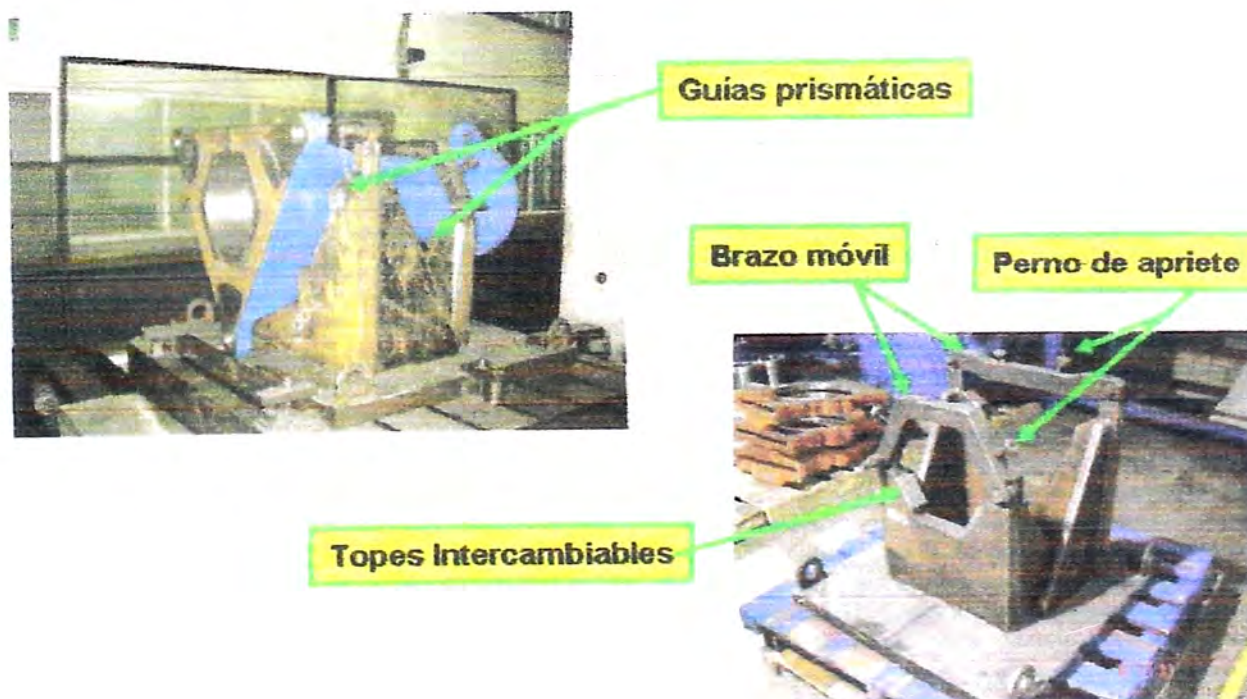


Figura 4.13: Kaizen de Mecanizado de Portarodamiento BGV

Otra aplicación de Kaizen en la empresa fue la cambiar el sistema de combustible para la caldera, este es el principal equipo de generación de vapor, ya que la mayoría de las máquinas en la planta de caucho empresa necesitan vapor para su funcionamiento. El equipo que trabajó en este kaizen decidió cambiar el combustible de petróleo a gas natural, para mejorar los costos de producción, así como reducir el porcentaje de emisiones tóxicas al medio ambiente. Ver figura 4.14



Figura 4.14: Kaizen Cambio de instalaciones de vapor a Gas Natural

4.10 Aplicación de Kanban

Los objetivos principales por la cual la empresa aplicó esta herramienta fueron los siguientes:

- Accionar el proceso de producción sólo cuando sea necesario.
- Permitir un excelente control en el inventario
- Permitir una fácil visualización de los materiales.
- Permitir un sistema de jalado (pull).

Los pasos de la implementación se describen a continuación:

1. Definir los tipos de kanban

Se definieron los siguientes tipos de kanban que se aplicarán en la empresa:

- **Tarjetas kanban de Re-planeamiento - (Producción o proveedor).**- Es la única autorización para reponer stock basado a través de una señal visual de preferencia, y con base en el cálculo de Demanda y Frecuencia. Valido para cliente internos y externos.
- **Tarjeta Kanban "Wild".**- Son señales de autorización utilizados cuando una orden de Ventas específica excede el numero de tarjeta previamente establecidas en el Kanban de re planeamiento. Una vez ejecutada la orden, las tarjetas deben ser destruidos.
- **Tarjetas Kanban "Make to order" – Específica para una orden.**- Son señales de autorización utilizados cuando una orden

de Ventas específica no hacen parte del número de tarjetas previamente establecidas en el Kanban de re planeamiento. Una vez ejecutada la orden, las tarjetas deben ser destruidos

2. Identificar puntos a implementar el kanban

Se pone en práctica la herramienta del mapeo de cadena de valor, en donde se debe identificar los puntos apropiados para la implementación de kanban, así mismo para empezar el proceso del sistema de tirado con un supermercado de productos terminados, debe ser necesario definir la familia de productos que tiene procesos de fabricación similares.

3. Análisis de la demanda – Selección de productos

Para implementar el sistema kanban se tiene que hacer un análisis de la demanda por cada producto que pertenece a la familia de productos seleccionados, el objetivo es comprender las tendencias de los productos en relación con la frecuencia y el volumen requerido por los clientes.

Esto tiene que ser enfatizado, los datos para estos análisis son relacionados con la demanda real (ventas) y no con lo que han sido producidos en el mismo periodo. El periodo analizado debe ser definido por cada planta, porque está relacionado con el ambiente de negocios local. En general es usada la demanda anual, donde los valores tienen que ser descritos mes a mes, para identificar los puntos más altos y bajos que existe durante el periodo analizado.

Para determinar los productos terminados que estarán en el sistema de Kanban de re-planeamiento, se tiene que preparar un gráfico mostrando la distribución de la demanda por volumen y frecuencia, como se muestra en la figura 4.15. La responsabilidad de definir los límites para un producto de alta o baja frecuencia le pertenece al departamento de Planeación y Control de la Producción junto con el departamento de Producción, los límites de los volúmenes también es responsabilidad del mismo equipo.

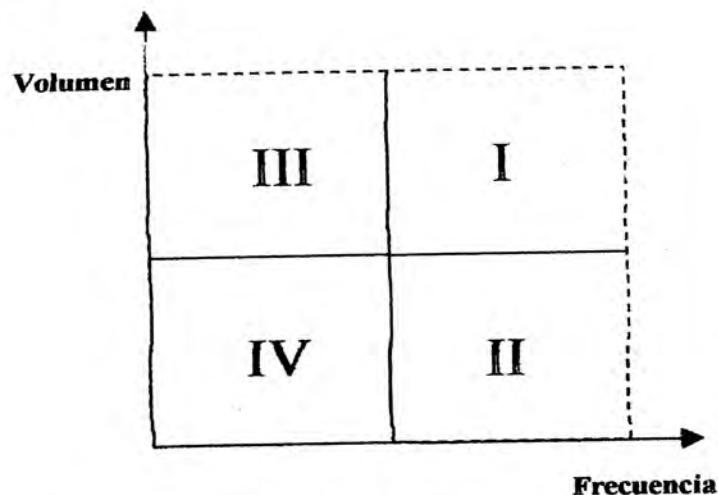


Figura 4.15: Gráfico Volumen & Frecuencia

Los productos que normalmente están sujetos al Kanban de re-planeamiento son los que pertenecen al Cuadrante I (Alto Volumen y Alta frecuencia) y posiblemente los que pertenecen al Cuadrante II (Alta Frecuencia y Bajo Volumen). Normalmente estos productos presentan una alta rotación de inventario y ofrecen una mejor oportunidad para que estén en el sistema de Kanban. Los productos que pertenecen a los

Cuadrantes III y IV no deben estar en kanban de re-planeamiento, sino deben ser manejados como "Make to Order".

Después que se han definido los productos que estarán en kanban, esta lista será presentada al departamento de Ventas y Servicios para que puedan definir algunos productos de los cuadrantes III y IV y puedan ser parte del sistema de kanban debido a alguna decisión estratégica para atender algunas órdenes esporádicas.

Estos análisis deben ser llevados a cabo mensualmente; el objetivo es verificar que si hay un cambio importante en la demanda para poder rediseñar el número de productos del sistema kanban.

4. Cálculo de kanban

El Kanban es una herramienta de señalización que da autorización e instrucciones al departamento de producción para fabricar cualquier producto del sistema de jalado (pull).

Las cantidades de los productos que estarán en el sistema kanban son responsabilidad de área de planificación y Control de la Producción, este sistema tiene que ser revisado al menos una vez al mes.

Hay muchas fórmulas de calcular la cantidad de los productos terminados que estarán el sistema Kanban, en este caso se utilizaron las tarjetas

kanban con líneas de tiras de color verde, amarillo y rojo, cada tira de líneas tiene un significado específico.

Tira Verde = Lote de producción

Tira Amarilla = Tiempo de reposición (preparación)

Tira Roja = Seguridad

Para calcular el número de tarjetas de color verde, se debe tener presente la demanda mensual del producto, así como el número de set-up que se realizan por la fabricación del producto. Con esta información, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Tarjetas } \mathbf{Verdes} = \frac{\text{Demanda mensual}}{\text{N}^\circ \text{ Set up X Unidad}}$$

Para el proceso que trabaja con un flujo continuo, sin set-up, tiene que ser considerado que la cantidad de tarjetas verdes es igual a uno.

Para calcular el número de tarjetas amarillas que serán colocadas en la tira amarilla del tablero de kanban, se debe definir el tiempo de ciclo de reposición de un producto y la demanda diaria promedio, la cantidad de tarjetas amarillas será igual a la cantidad de piezas suficientes para que la línea termine lo que está produciendo, haga set up y comience a producir. Con esta información, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Tarjetas } \mathbf{Amarillas} = \frac{\text{Tiempo Reposición (días)} \times \text{Demanda diaria}}{\text{Unidad}}$$

Para calcular el número de tarjetas rojas, tiene que hacerse una enguanta para calcular el tiempo promedio que se demoran en reparar las fallas en los equipos para poder tener un factor de seguridad. El número de tarjetas rojas es la cantidad de piezas suficientes para que la línea resuelva sus problemas y vuelva a producir. Con esta información, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Tarjetas } \mathbf{Rojas} = \frac{\text{Tiempo Seguridad (días)} \times \text{Demanda diaria}}{\text{Unidad}}$$

Los resultados de esos cálculos deben ser redondeados al final, y las recomendaciones son redondear los resultados decimales transfiriendo a la línea de tira roja, por ejemplo:

Verde = 4.2 Amarillo = 2.4 Rojo = 1.0

Sugerencia redondeada:

Verde = 4.0 Amarillo = 2.0 Rojo = 2.0

El tamaño máximo del supermercado de un producto será obtenido por la suma de las tres tiras:

Cantidad máxima = tarjetas verdes + tarjetas amarillas + tarjetas rojas

Cantidad Mínima = Cantidad de tarjetas rojas.

5. Entrenamiento a las personas involucradas

Para garantizar que el sistema será implementado con éxito, será necesario un plan de entrenamiento para las personas que están involucradas de las diferentes áreas como: Producción, Planeamiento y Control de Producción (PCP), Almacén y Compras.

El Planeamiento y Control de Producción es el sistema responsable y toda la gente involucrada tiene que estar entrenada sobre los Conceptos Lean y las respectivas formulas para el calculo de Kanban.

Los operarios que están directamente involucrados con el manejo de las tarjetas del almacén deben recibir un entrenamiento básico para entender los sistemas y saber que los beneficios del kanban.

En la empresa Vulco Perú se inició con un total de 46 productos que se analizaron de acuerdo a lo mencionado anteriormente, estos productos se encontraban en el cuadrante II, por lo que se manejan con el sistema de Kanban de replaneamiento, los demás productos serán manejados con el sistema Make to Order. Asimismo se calcularon las tarjetas

kanban de cada producto y se colocaron todas en un tablero general el cual estaba instalado en el área de almacén, tal como se muestra en la figura 4.16.



Figura 4.16: Tablero Kanban

Esta cantidad de productos podría disminuir o aumentar, depende de la demanda de los clientes, es por eso que se debe hacer un estudio mensual de los productos del sistema kanban.

CAPÍTULO 5

SEGUIMIENTO Y CONTROL

Durante la fase de aplicación del sistema productivo Lean será preciso ir realizando el seguimiento de la implantación y establecer acciones de mejora en el caso de que no se alcancen los objetivos previstos.

A lo largo de este seguimiento se identifican las áreas de actuación para los proyectos Lean, los objetivos que se pretenden alcanzar y los indicadores que se van a desplegar. Para un seguimiento efectivo de dichos indicadores y acciones, una herramienta importante es el "Cuestionario de evaluación Lean", donde quedarán registradas tanto las acciones como los paneles de seguimientos de éstas.

Las herramientas para el seguimiento y control de la implantación del sistema productivo Lean que se usaron en la empresa son: Cuestionario de Evaluación, indicadores de desempeño y el Mejoramiento Continuo.

5.1 Cuestionario de Evaluación

Este cuestionario se compone de 10 encuestas, cada encuesta es para cada atributo o herramienta Lean y cada una éstas contiene de 6 a 8 preguntas. Luego de la obtención de los datos, se deben analizar para la preparación del Gráfico Radar Weir usado en todas las plantas del Grupo, que nos sirve para saber en que fase de la implantación nos encontramos.

Asimismo nos sirve para realizar auditorias y luego mostrar las actividades de implantación cumplidas, en cumplimiento y por cumplir.

Las encuestas son las siguientes:

- *Conciencia Cultural*
- Organización, Limpieza y Gestión Visual (5S)
- Trabajo Estandarizado (SOP)
- Operaciones Flexibles (Sistema Pull)
- Mejoramiento Continuo (Kaizen)
- Prueba de Errores (Poka Yoke/Andón)
- Cambio Rápido (SMED)
- Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- Control de Materiales /Sistema de Retiro (Kanban)
- Producción Nivelada (Heijunka)

El Cuestionario de Evaluación utilizado en la empresa se muestra en el apéndice C.

Los pasos de la evaluación son los que se mencionan a continuación:

1. Consiga y disponga un área de trabajo apropiada para la revisión y análisis en grupo del Cuestionario de Evaluación. Proporcione el documento de la herramienta de evaluación a los participantes, uno por grupo o individuo.
2. Dependiendo del número de empleados involucrados en la encuesta, seleccione a algunas personas o pequeños grupos de gente (5 a 7) que representen al menos el 50% del área evaluada.
3. Antes de iniciar la encuesta, el facilitador deberá reconfirmar los objetivos de la encuesta y explicar la base del sistema de puntajes. Se debe leer cada pregunta con el grupo o el individuo y asegurar de que se ha entendido todas las preguntas. Si fuese necesario, proporcionar ejemplos relacionados con la pregunta para mayor claridad. Hacer las preguntas de cada sección y anote el puntaje sobre la base del consenso del grupo.
4. Finalizado la encuesta, se debe trazar los resultados para obtener el Gráfico Radar, el cual se obtiene transfiriendo los puntajes de atributos del cuestionario de trabajo a la tabla resumen, este puntaje de atributo es igual a la suma de los puntajes obtenido en cada sección dividida por 28. Luego se debe multiplicar todos estos puntajes por 10 y finalmente se debe multiplicar por un factor de ponderación tal como se muestra en la

tabla resumen que se muestra en la tabla 5.1. Los resultados que se obtendrán son números entre 0 y 10, por que cada rayo del radar tiene una escala de 0 a 10.

<u>Sección</u>	<u>Puntaje</u> <u>Atributo</u>	<u>Puntaje</u> <u>a Trazar</u>	<u>Factor de</u> <u>Ponderación</u>	<u>Puntaje</u> <u>Ponderado</u>
Conciencia Cultural	_____	x 10 _____	x 1	_____
Limpieza y Gestión Visual	_____	x 10 _____	x 1	_____
Trabajo Estandarizado	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Operaciones Flexibles	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Mejoramiento Continuo	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Prueba de errores	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Cambio Rápido	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Mant. Productivo Total	_____	x 10 _____	x 1.5	_____
Control de Materiales	_____	x 10 _____	x 2	_____
Producción Nivelada	_____	x 10 _____	x 2	_____
			Puntaje Total	_____

Tabla 5.1: Tabla Resumen de los Resultados de la Evaluación

5. Cada rayo del radar está etiquetado con uno de los atributos de fabricación lean. Colocar un punto en el rayo que corresponda al puntaje del atributo (0-10) y después de colocar un punto en un rayo para cada atributo, conecte los puntos.6. El diagrama generado indica las áreas fuertes y débiles y un ejemplo se muestra en la figura 5.1

6. En el mismo gráfico usado para trazar los puntajes de atributos, se puede apreciar que hay tres anillos concéntricos o regiones sombreadas. Estas regiones reflejan un nivel compuesto de la implantación. Por

ejemplo, si la mayoría de los puntos están dentro del círculo interior, su implantación corresponde al 'Nivel 1'. Una mayoría de punto en el siguiente anillo refleja un "Nivel 2". Si la mayoría de sus puntos están en el anillo exterior, tiene una instalación "Nivel 3".

Estos niveles significan lo siguiente:

Nivel 1: Situación totalmente inaceptable, es urgente mejorar.

Nivel 2: Situación razonable, pero requieren mejoras a todo nivel para progresar.

Nivel 3: Situación aceptable, esto tiene que mantenerse para ser los mejores del Grupo.

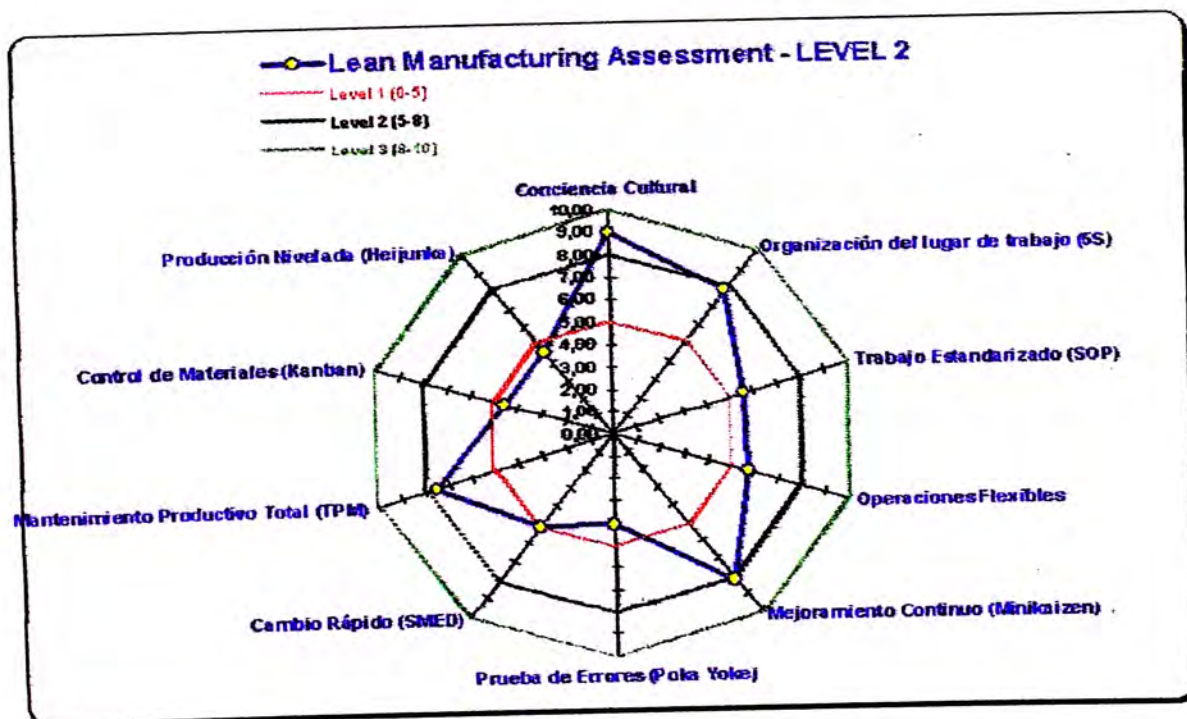


Figura 5.1: Gráfico Radar de la Evaluación Lean

5.2 Indicadores de Desempeño

Se deben incluir un número suficiente de indicadores que permita asegurar un control adecuado de la operación, pero sin plantear un número elevado que impida ver la realidad. Estos indicadores deben interpretarse como un cuadro de mando que permita de forma sencilla poder hacer el seguimiento del desarrollo del proyecto Lean.

Los indicadores de desempeño ya definidos por la empresa ahora se complementarán con indicadores de tiempo e indicadores de desempeño en relación con la implantación Lean. Se deben incluir los siguientes:

1. Indicadores de productividad:

Si se trata de un negocio con una automatización importante, se debe medir el OEE (Eficiencia Global del Equipo) que permite conocer la eficiencia global con que las diferentes máquinas y equipos operan. Con este indicador se puede dar cuenta cual es nuestra área de oportunidad o problema a atacar para cada máquina y mejorar su rendimiento, asimismo engloba las seis grandes pérdidas tal como se muestra en el apéndice D.

El cálculo de este indicador se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Tasa Calidad}$$

En donde:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo neto disponible}}$$

Tiempo neto disponible = Tiempo total programado – tiempo de parada programada (almuerzo, café, etc)

Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paradas de línea (rotura, defectos, setup, etc)

$$\text{Efectividad} = \frac{\text{Tiempo teórico ciclo X Piezas producidas}}{\text{Tiempo operativo}}$$

Tiempo teórico ciclo = Tiempo neto total diario / demanda total diaria

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Piezas defectuosas}}{\text{Piezas producidas}}$$

Si las máquinas están colocadas en línea se hará para el conjunto de la línea. Si todavía la configuración de la planta es por talleres, se medirán los OEEs de los cuellos de botella. Si se trata de un negocio de ensamblaje, donde la mano de obra es el recurso fundamental, se deberá medir la productividad por hora de presencia. Si, como ocurre habitualmente, el negocio es una combinación de los dos anteriores, se deberán medir ambos. Estos indicadores deberán medirse “en tiempo real” y recogerse como mínimo de forma semanal en el cuadro de mando.

2. Indicadores de Calidad

Habitualmente las empresas miden las devoluciones o los rechazos, etc. Estos indicadores, siendo buenos, no dan una idea clara de las Mudas existentes en la planta. En general, aunque es una medida más complicada, es preferible medir un indicador llamado "Buenos a la Primera". Este indicador recoge el porcentaje de productos por línea que se han fabricado sin necesidad de retoques, reparaciones, ajustes finales, etc. Igual que en el caso anterior, es recomendable medirlo diariamente y reflejarlo en el cuadro de mando de manera semanal.

3. Indicadores de servicio

Es difícil medir la calidad de servicio si no se tiene un programa que controle referencias, entregas y tiempos. Normalmente estos programas incluyen una variedad de indicadores, entre los cuales se destacan los siguientes:

a.- Indicadores de nivel de servicio que miden el porcentaje de órdenes entregadas en fecha.

b.- Indicadores de plazo de entrega / fabricación que miden el tiempo real desde que se inició el trabajo para un pedido hasta que se completó.

El aspecto más importante de estos indicadores es conocer claramente cuál es su forma de cálculo ya que en ocasiones incluyen algunos elementos que hacen que la interpretación no sea tan clara como se podría creer.

4. Indicadores de velocidad

Uno de los indicadores de velocidad mide el Ratio de Valor Añadido (RVA), es decir, el cociente entre el tiempo que el producto recibe valor (tiempo de mecanizado, tratamiento térmico, montaje, etc.) y el plazo de fabricación. La variación de este indicador es más lenta que en los otros casos ya que depende en gran medida de la organización de la producción, de los equipos y disposiciones en planta existentes. Otro de los indicadores es el tiempo de preparación para cambio de modelo. En cualquier caso, debe medirse al menos mensualmente para observar su evolución.

5.3 Mejoramiento Continuo

Una vez que la empresa consigue dar los pasos iniciales de la implantación, se vuelve claro para todas las personas involucradas en el proyecto que siempre es posible añadir eficiencia, por lo que el proceso Lean no termina en la fase de implantación y aplicación de sus herramientas sino que se analizarán y aplicarán, de forma continua, todas las sugerencias de mejora que se vayan aportando (y que sean viables) en las reuniones periódicas que seguirá manteniendo el equipo Lean.

Es decir, la metodología Lean no debe utilizarse puntualmente en una organización y luego abandonarse, sino que debe aplicarse de forma continua en el tiempo.

CAPÍTULO 6

COSTES Y BENEFICIOS

Durante la aplicación de las diversas herramientas Lean, la empresa realizó inversiones en algunos proyectos que trajo consigo muchos beneficios. Se ha comprobado que la aplicación del sistema productivo Lean en diferentes empresas a nivel mundial ha logrado los siguientes resultados:

- 100% reducción del tiempo de preparación de cambio de modelo
- 90 % reducción de tiempo en el ciclo de trabajo
- 50% incremento de la productividad
- 60% o más reducción del espacio utilizado
- 70 % reducción del inventario
- 30 % reducción del costo del producto en promedio
- 50% reducción de defectos en promedio

En la empresa Vulco Perú, con la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing también se obtuvieron resultados sorprendentes, asimismo se pudo cambiar la mentalidad y el sistema de trabajo.

A continuación se mostrarán algunos resultados que se obtuvieron en la empresa con la aplicación de esta filosofía.

- Se cambió la política tradicional de reducción de costos, en donde el precio de venta está controlado por el vendedor, a la nueva política Lean en donde el precio de venta está controlado por el cliente, tal como se muestra en la figura. 6.1

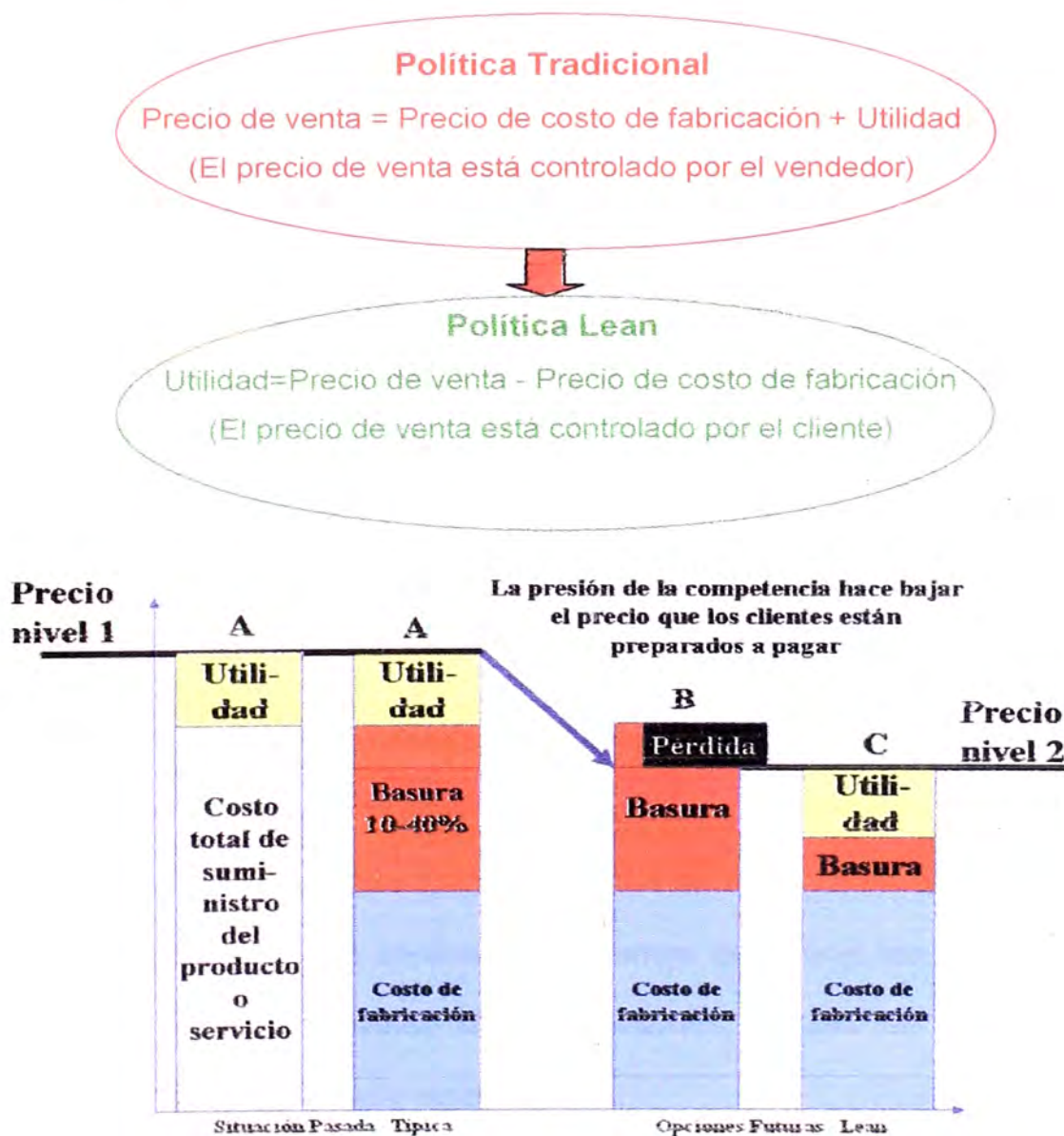


Figura 6.1: Política de Reducción de costos

- Se mejoró el valor añadido eliminando todas las mudas, como por ejemplo los reprocesos, las esperas, las averías, etc.; obteniendo una mejora en la producción. Tal como se muestra en la figura 6.2

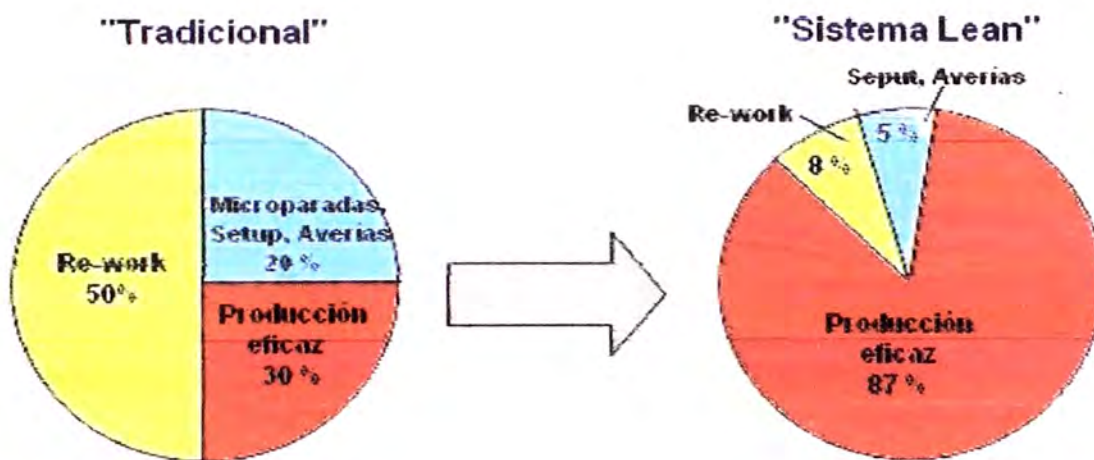
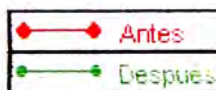


Figura 6.2: Mejora del valor añadido

- Se mejoraron cualidades ya descritas como la productividad, la calidad, el orden y la limpieza de las áreas, la eficiencia y los tiempos de entrega al cliente. En la figura 6.3 se muestra en que niveles se encontraban estas características antes de aplicar las herramientas Lean y a que niveles llegaron después de usar las herramientas apropiadas para cada característica.



Nivel	1	2	3	4	5	Herramienta aplicada
Productividad			Antes	Después		SMED, Kaizen, TPM
Calidad			Antes	Después		Poka Yoke, SOP, Andon
Orden y Limpieza		Antes			Después	5S, Controles visuales
Eficiencia			Antes	Después		Kanban, TPM
Tiempo de entrega		Antes		Después		Sistema Pull, Heijunka

Leyenda:

Nivel 1	Maló
Nivel 2	Regular
Nivel 3	Bueno
Nivel 4	Muy Bueno
Nivel 5	Excelente

Figura 6.3: Mejoramiento de cualidades

- De acuerdo a lo explicado en el capítulo 5, se mejoró el nivel de implantación de las herramientas Lean; el cual se pudo observar en el Radar de Evaluación, en donde al principio del proceso la empresa se encontraba en un nivel 1, y luego debido a la aplicación de herramientas se llegó al nivel 3, tal como se muestra en las figuras 6.4 y 6.5.

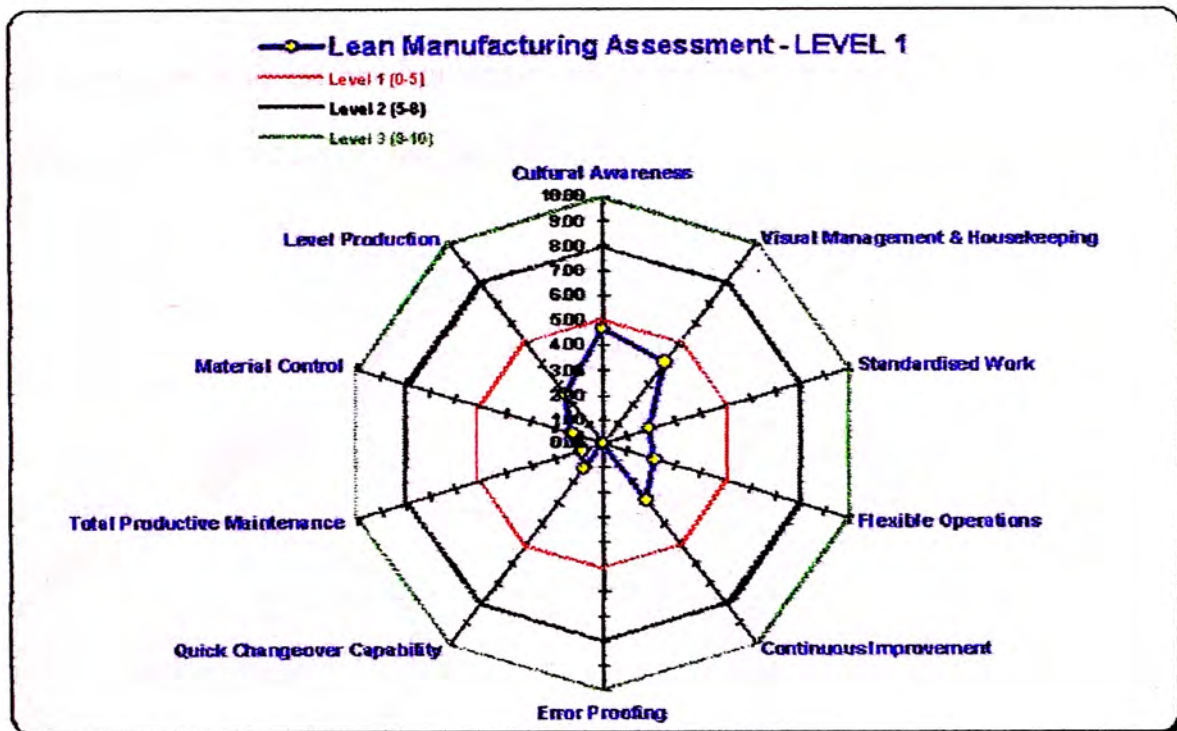


Figura 6.4: Radar Evaluación Lean Inicial (Julio 2005)

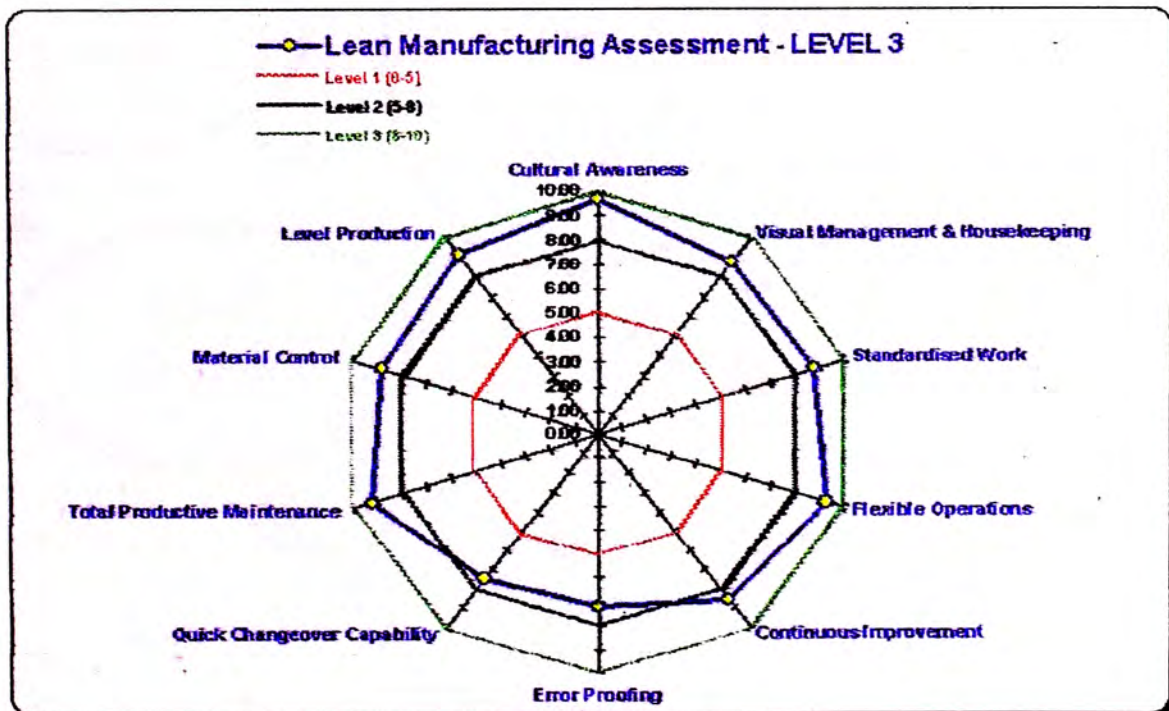


Figura 6.5: Radar Evaluación Lean 2 (Octubre 2006)

En la empresa Vulco Perú se aplicaron las herramientas de acuerdo al avance del proceso de capacitación; en la figura 6.5 se muestran las fases en orden de aplicación de las herramientas.

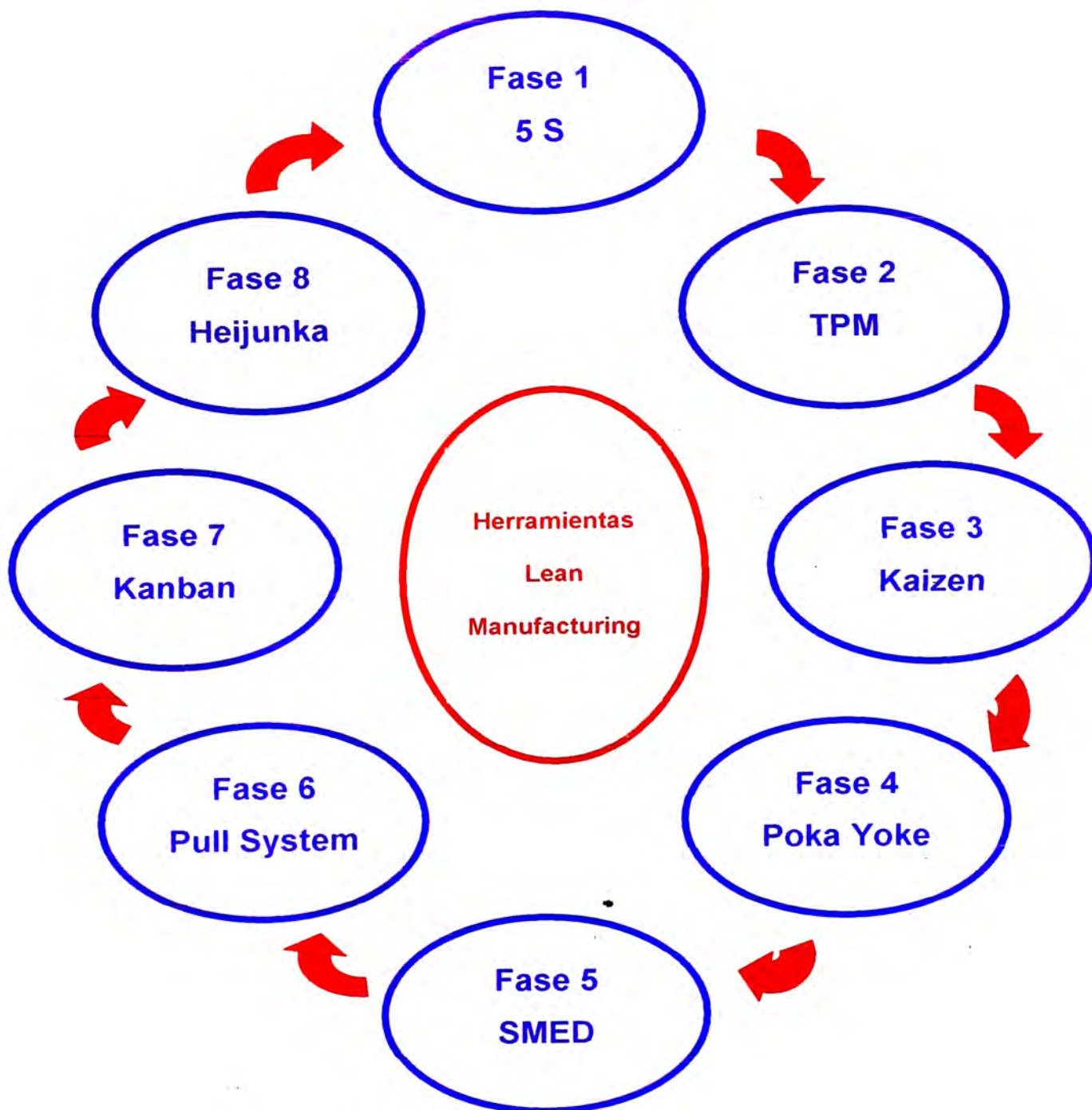


Figura 6.6: Orden de aplicación de herramientas en Vulco Perú

De acuerdo a la experiencia obtenida, se recomienda integrar algunas disciplinas del Lean Manufacturing aplicadas en este proyecto, para poder lograr un efecto de sinergia, tal como se muestra en la figura 6.7, en donde se han dividido en sistemas y herramientas, para que juntas mejoren los resultados con la mejora continua en calidad, tiempo y costes.

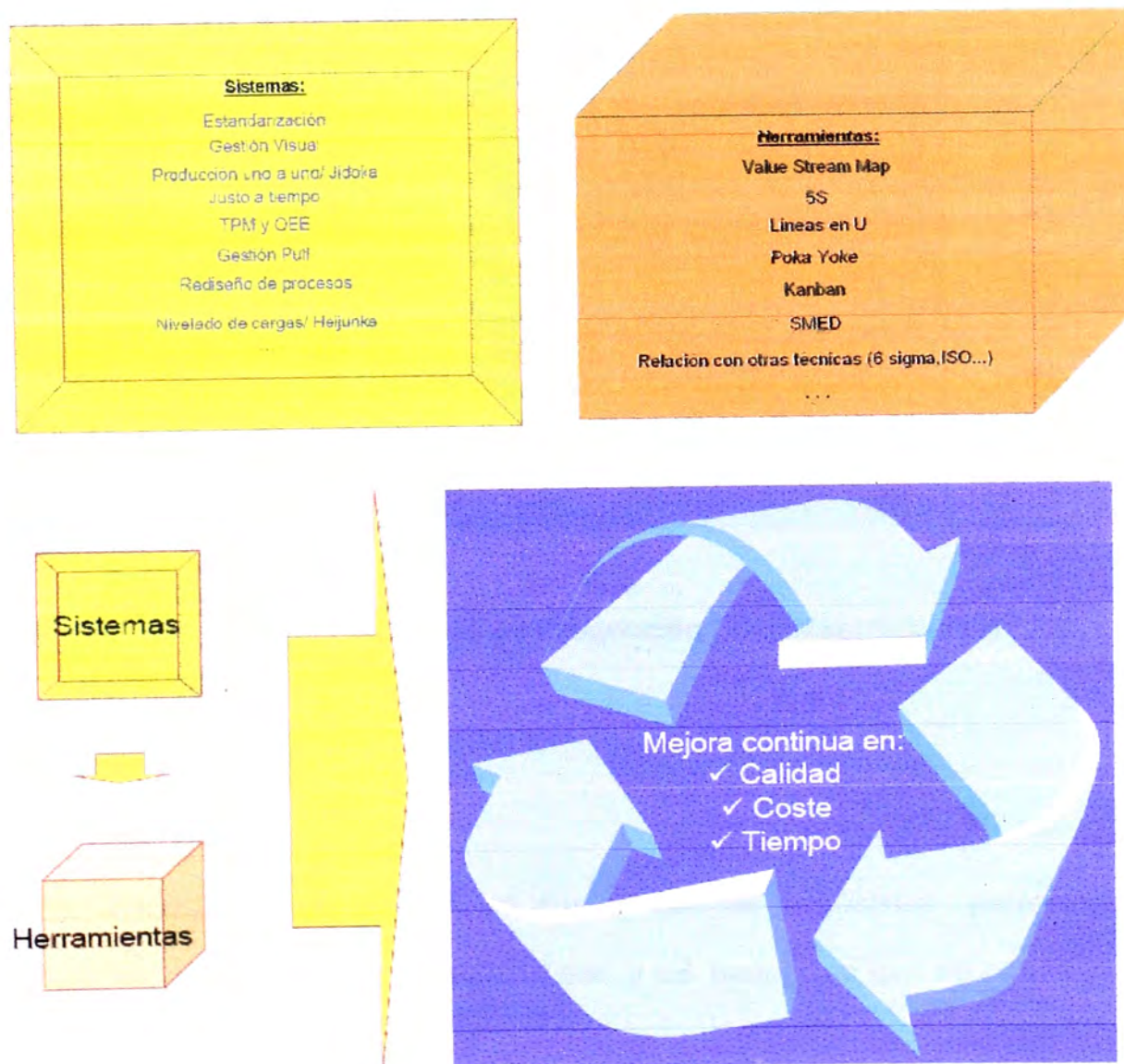


Figura 6.7: Integración de Herramientas y Sistemas Lean

Asimismo también se puede sugerir el orden de aplicación de las herramientas, desde la base hasta las que terminan de reforzar este sistema tal como se muestra en la figura 6.8.

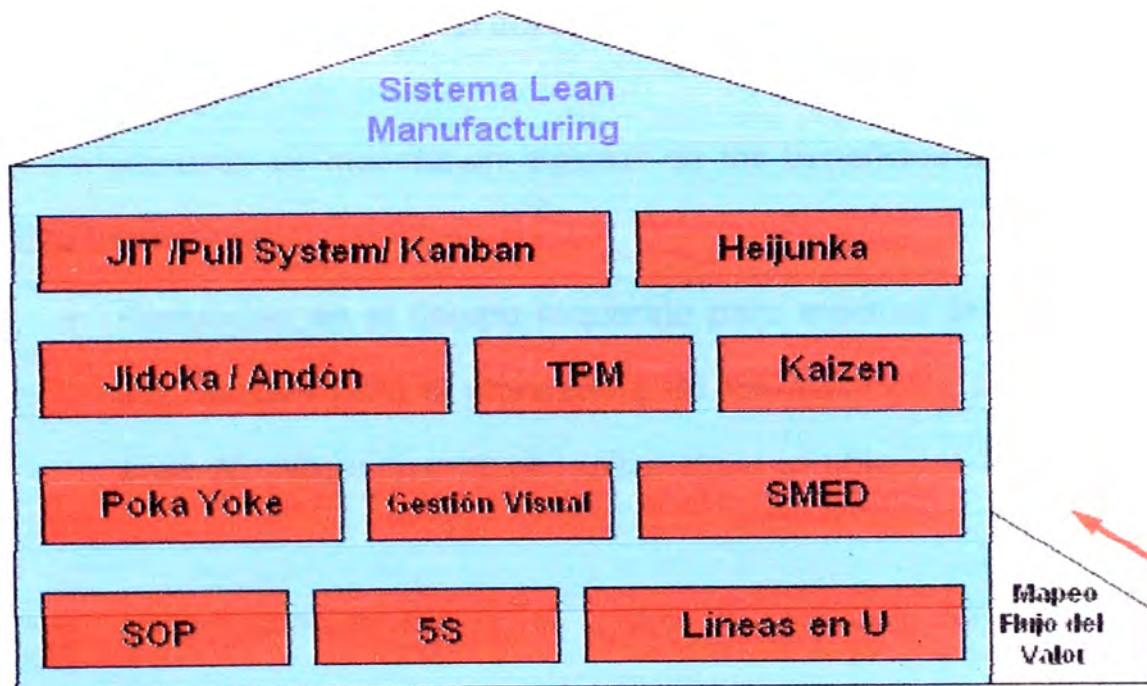


Figura.6.8: El Sistema de Producción Lean Manufacturing

A continuación se mencionan los costes que se emplearon para poder aplicar las principales herramientas Lean y los beneficios que se obtuvieron para el desarrollo de la empresa.

6.1 De la herramienta 5S

Los beneficios son el resultado del esfuerzo continuo por alcanzar los objetivos establecidos, beneficios que se pueden cuantificar y otros que por su efecto se pueden sentir, ver y percibir, ya que permiten un mejor desempeño en los operarios y que con ello activan resultados favorables para la empresa como son el impacto en los costos.

A continuación se mencionan algunos de los beneficios al implementar esta herramienta:

- Reducción en el tiempo requerido para efectuar la búsqueda de los moldes para el prensado y de los materiales a utilizar en el área de trabajo cuando se realiza algún cambio.
- Mejora considerable en el control de inventario de los moldes y herramientas, pues se asignó un lugar para cada cosa, así se estableció una disciplina que con la participación de todos se puede mantener todo el área en orden y con limpieza, tal como se muestra en la figura 6.9
- La limpieza y orden en las áreas productivas es notoria, generando un ambiente más adecuado de trabajo. El mejoramiento de la disposición y ubicación de herramientas en los armarios de los operarios. Ver figuras 6.10 y 6.11.

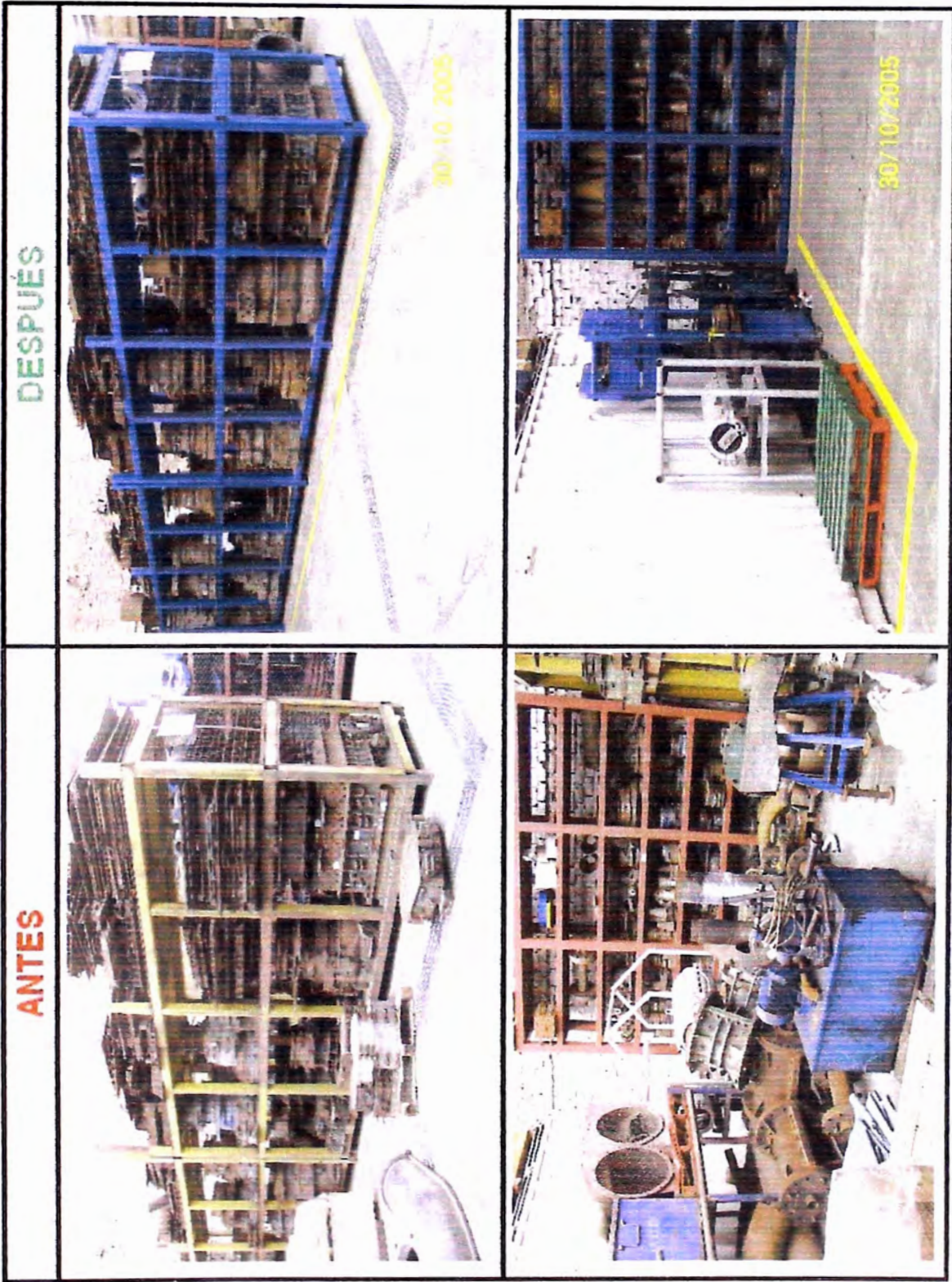


Figura 6.9: Mejoras en el área de moldes



Figura 6.10: Mejoras en armario del área de Calderería



Figura 6.11: Mejoras en armario del área de Poliuretano

A continuación se hará un resumen de los costes y mejoras:

- Reducción del tiempo de búsqueda de moldes: 70%

Antes 5S: 10 min.

Después 5S: 3 min.

- Total Invertido: US\$ 84.00

Se consideró que para la aplicación de esta herramienta se han dedicado unas 14 horas con 6 personas, con una retribución de US\$ 1.00/hora por persona.

- Total Ahorro por año: US\$ 177.40

Se consideró que al día se cambian 4 moldes por lo que diario se perdería 28 minutos y mensualmente $28 \times 22 \text{ días} = 616$ minutos. En un año se ahorrará 123.2 horas (616×12 minutos), con una retribución de US\$ 1.44/hora por operario de las prensas.

- Amortización: 6 meses

En la figura 6.12 se muestra un resumen del mejoramiento y beneficio aplicando la 5S.

Unidad	Antes	Despues	Meioramiento
Tiempo búsqueda molde (min)	10	3	70%

**Mejoramiento del tiempo de búsqueda de moldes
Antes y después**

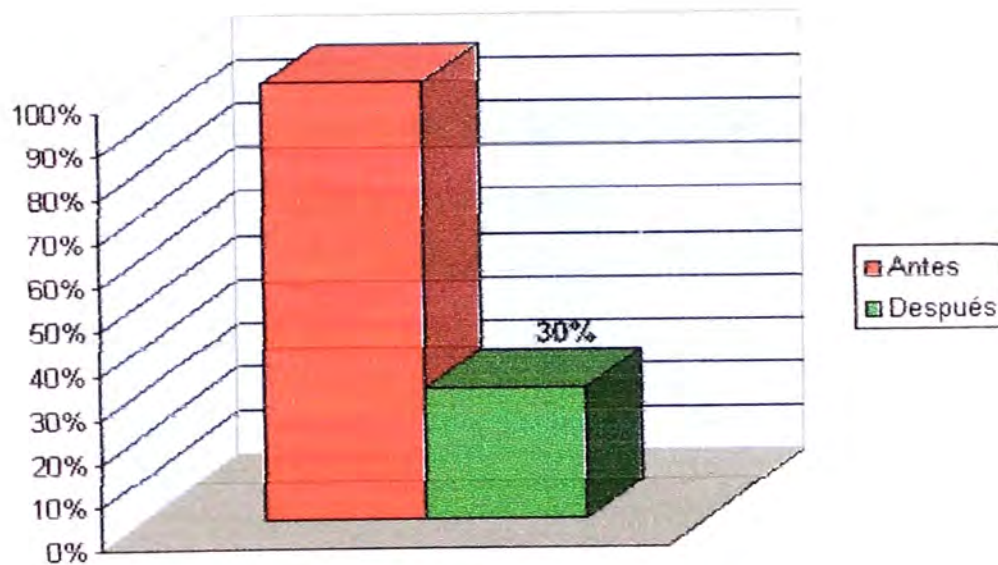


Figura 6.12: Resultados aplicando herramienta 5S

6.2 De la herramienta Poka Yoke

En cuanto a la aplicación de esta herramienta cuyo objetivo principal fue evitar errores en los procesos de fabricación, el beneficio fue satisfactorio aumentando la calidad, disminuyendo las fallas y asegurando que los pasos de fabricación se hicieran de manera estandarizada con el uso de gráficos con las instrucciones y materiales a utilizar.

Los beneficios obtenidos en esta aplicación se mencionan en los puntos siguientes:

- El operario del área de prensas mejoró su desempeño al proporcionarle los procedimientos operacionales estandarizados (SOP) los cuales se colocaron cerca de las máquinas con la finalidad de no cometer errores durante la fabricación. Ver figura 6.13
- Se mejoró la calidad del producto y se disminuyeron las fallas, evitando horas de reprocesamiento.

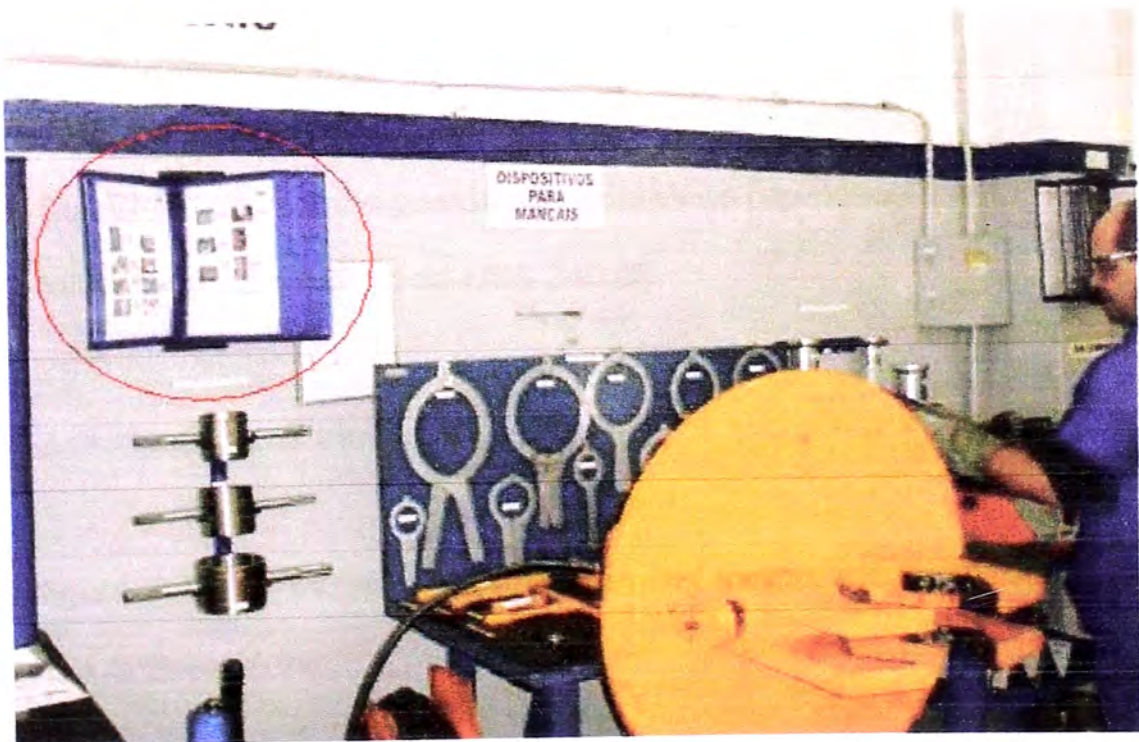


Figura 6.13: Implementación de SOP en el área de trabajo.

A continuación se hará un resumen de los costes y mejoras:

- Reducción de fallas promedio: 67%

Antes: 06 fallas/mes

Después: 02 fallas/mes

- Total Invertido: US\$ 480.00

Se consideró que para la elaboración de los SOP's para el área de prensas se han dedicado unas horas con 80 horas, con una retribución de US\$ 3.50/hora, adicionando US\$200.00 que son los gastos de materiales como hojas, impresiones y libro porta hojas para colocar los SOP's.

- Total Ahorro promedio por año: US\$ 2880.00

Se consideró que los gastos mensuales de reprocesamiento de las fallas promedio fueron de US\$ 240.00.

- Amortización: 2 meses

En la figura 6.14 se muestra un resumen del mejoramiento y beneficio aplicando el Poka Yoke.

Unidad	Antes	Despues	Mejoramiento
Numero de fallas por mes	6	2	67%

**Reducción de las fallas en el área de Prensas
Antes y después**

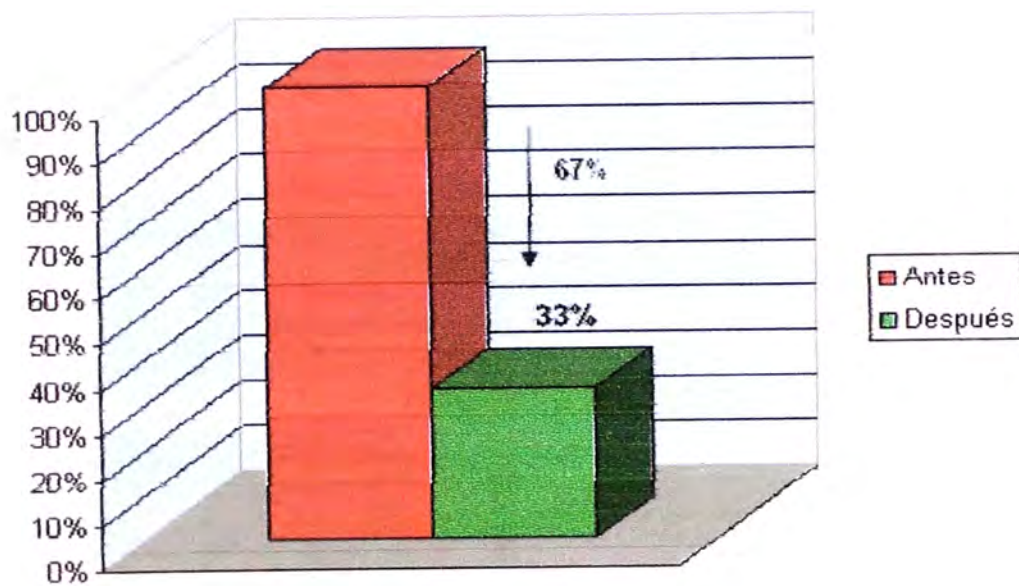


Figura 6.14: Resultados aplicando herramienta Poka Yoke

6.3 De la herramienta SMED

Para cumplir con el objetivo de esta herramienta fue necesario realizar una inversión para poder fabricar un equipo adicional que nos ayudaría a disminuir los tiempos de preparación y conseguir hacer más eficiente el proceso en el área de prensas.

A continuación se menciona de manera más detallada los beneficios de esta aplicación:

- Se logró reducir el tiempo de calentamiento de moldes en un 80%, por consiguiente el tiempo de ciclo también se reduce, haciendo más flexible esta operación, debido a que los moldes se calentarían en una mesa fuera de la máquina. Ver figura 6.15
- Se mejoró la productividad del prensado de piezas de caucho.



Figura 6.15: Mejora aplicando el SMED en el área de prensas.

A continuación se hará un resumen de los costes y mejoras:

- Reducción del tiempo de calentamiento de moldes: 80%

Antes: 47 hrs.

Después: 9 hrs.

- Total Invertido: US\$ 11,640.00

Se reacondicionaron dos platos para fabricar las mesas de calentamiento de moldes donde se considera que el gasto de fabricación fue de US\$ 9,000.00 y el costo de instalación fue de US\$ 2,640.00

- Total Ahorro por año: US\$ 47,770.00

- Amortización: 3 meses

En la figura 6.16 se muestra un resumen del mejoramiento y beneficio aplicando el SMED.

Unidad	Antes	Después	Mejoramiento
Tiempo calentamiento moldes (hrs)	47	9	80%

Mejoramiento del tiempo de calentamiento de moldes
Antes y después

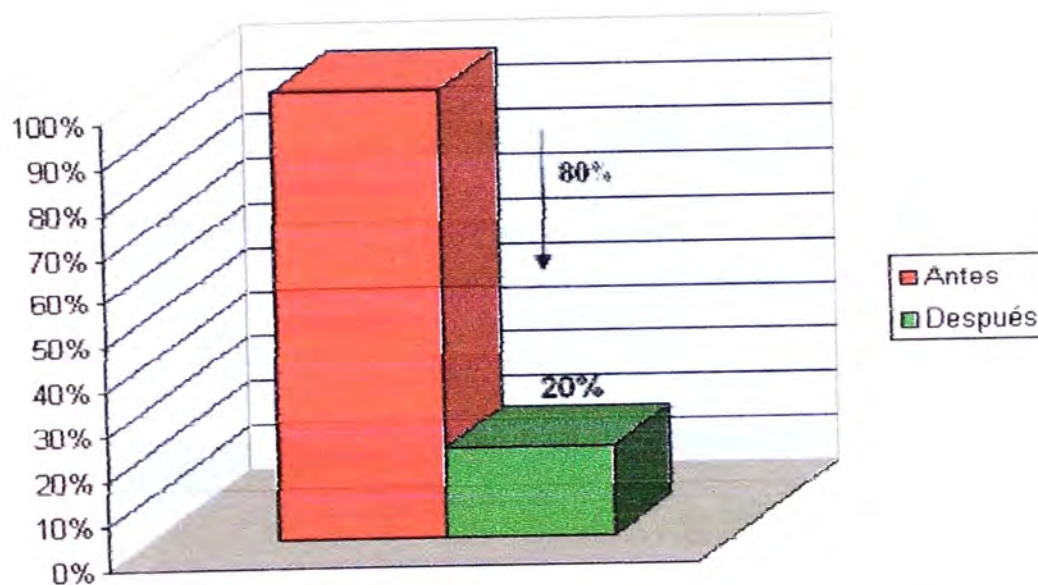


Figura 6.16: Resultados aplicando la herramienta SMED

6.4 De la herramienta Kaizen

En cuanto a la aplicación de esta herramienta cuyo objetivo principal es de mejorar la productividad de cualquier área productiva, se inició con describir los costes y mejoras del proyecto de mejorar el proceso de mecanizado de un portarodamiento de una bomba anteriormente descrito.

A continuación se menciona de manera más detallada los beneficios de esta aplicación:

- Se logró reducir los tiempos de mecanizado debido al dispositivo que se diseñó y fabricó. Ver figura 6.17
- Asimismo se disminuyeron los números de set up, reduciendo de tres a uno.
- Se logró reducir las fallas de concentricidad en las piezas portarodamientos.

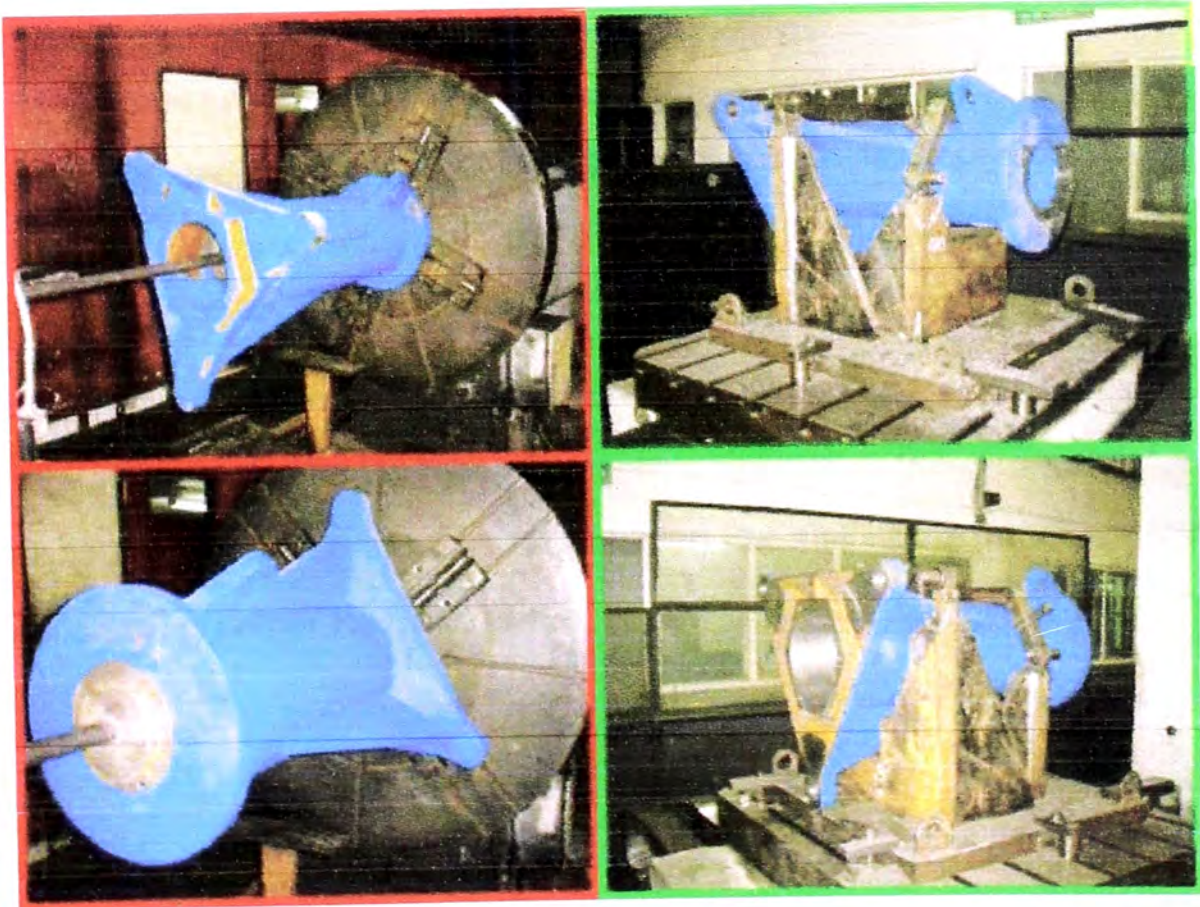


Figura 6.17: Kaizen de Mecanizado de Portarodamiento BGV

A continuación se hará un resumen de los costes y mejoras:

- Reducción del tiempo de operación: 49%
Antes: 1180 min. Después: 598 min.
- Reducción del tiempo de transporte: 100%
Antes: 90 min. Después: 0 min.
- Reducción del tiempo de inspección: 100%
Antes: 50 min. Después: 0 min.
- Total Invertido: US\$ 1300.00
Se fabricó un dispositivo para disminuir las operaciones de mecanizado.
- Amortización: 18 piezas. El consumo anual es de 58 piezas.

En la figura 6.18 se muestra un resumen del mejoramiento y beneficio aplicando el primer Kaizen descrito.

Unidad	Antes	Despues	Meioramiento
Tiempo de operación (min)	1180	598	49%

**Mejoramiento del tiempo de mecanizado
Portarodamiento de bombas
Antes y después**

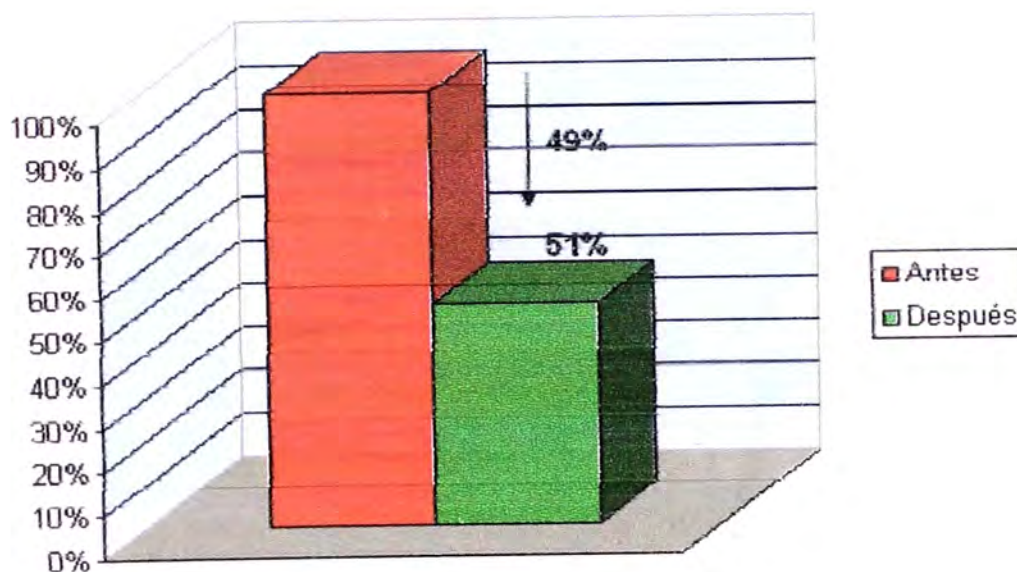


Figura 6.18: Resultados del primer Kaizen aplicado

El segundo proyecto de kaizen fue el cambiar el sistema de combustible para el funcionamiento de la caldera, de petróleo a gas natural. Ver figura 6.19

A continuación se menciona de manera más detallada los beneficios de esta aplicación:

- Se mejoraron los costos de producción
- Se reduce el porcentaje de emisiones tóxicas al medio ambiente.

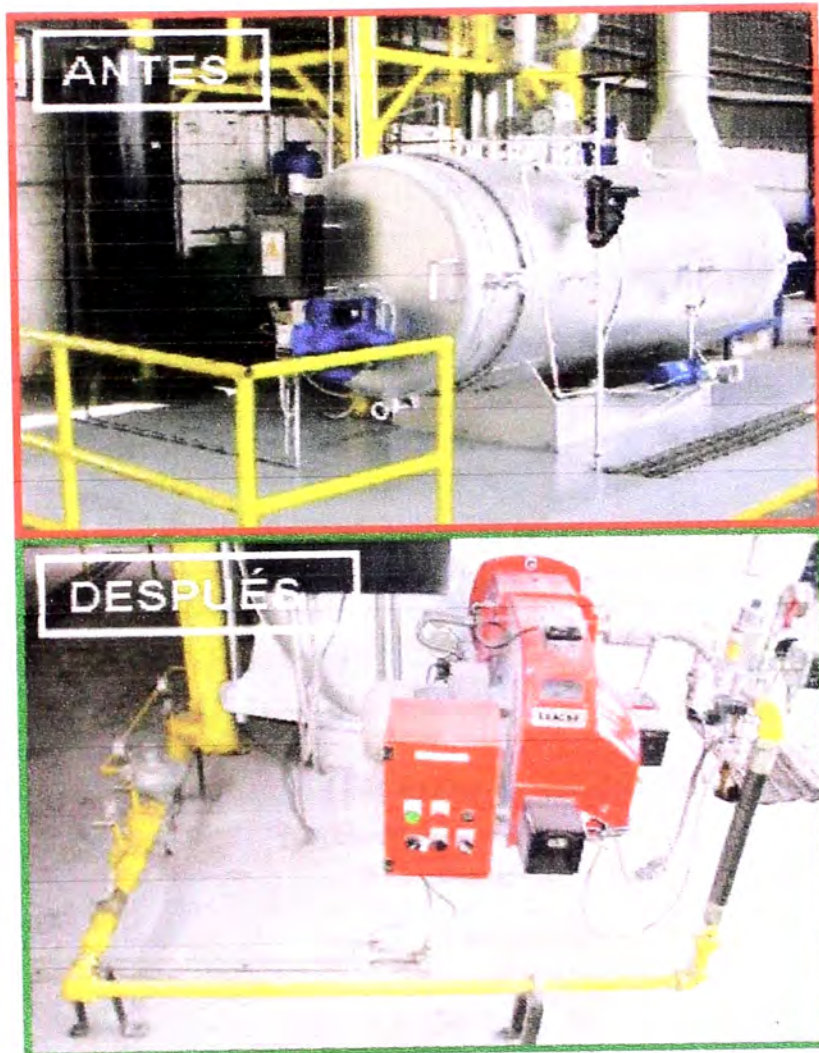


Figura 6.19: Kaizen Cambio de instalaciones de vapor a Gas Natural

Los principales coste y mejoras se describirán a continuación:

- Reducción de costos en combustible: 68%
Antes: US\$ 4,855.00 /mes Después: US\$ 1,557.00 /mes
- Total Invertido: US\$ 25,000.00

- Total Ahorro por año: US\$ 51,602.00
- Amortización: 3 meses

En la figura 6.20 se muestra un resumen del mejoramiento y beneficio aplicando el segundo Kaizen descrito.

Unidad	Antes	Despues	Mejoramiento
Costo de combustible (US\$/mes)	4855	1557	68%

**Reducción del costo de combustible para funcionamiento de caldera
Antes y después**

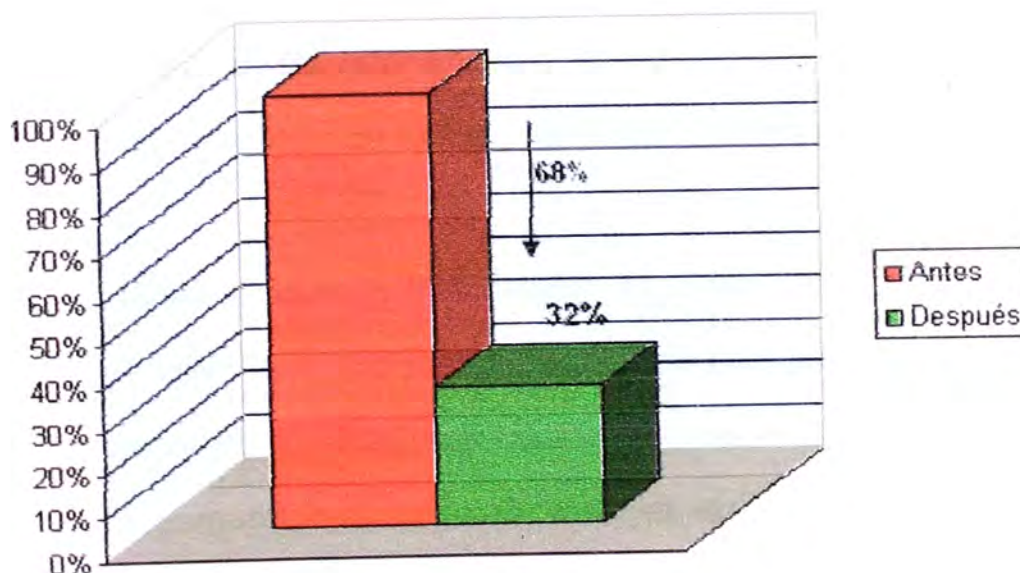


Figura 6.20: Resultados del segundo Kaizen aplicado

CONCLUSIONES

El elemento clave para la implantación de este sistema y sus herramientas ha sido la implicación de todos los departamentos y de todos los empleados de la empresa, desde los directivos a los operadores de las líneas de producción. Se ha conseguido entender que en todos los procesos hay siempre una parte que no da valor añadido y ser consciente de que eliminar estas pérdidas está en manos de todos y cada uno de los trabajadores.

Es importante remarcar que la eliminación de tareas que no dan valor añadido es un trabajo diario que nunca llegará a su fin, ya que siempre se encontrarán maneras de optimizar aun más los procesos a medida que pase el tiempo y las organizaciones avancen. Este es un pilar fundamental del Lean Manufacturing, la mejora continua.

En resumen, algunas de las premisas importantes para lograr una implantación y aplicación exitosa del sistema productivo Lean son:

- De acuerdo a lo propuesto en este informe, se considera haber cumplido con el objetivo descrito inicialmente, el que consistió en mejorar los procesos de las diferentes áreas productivas gracias a la implantación y aplicación de las herramientas del sistema productivo "Lean Manufacturing".
- Antes de aplicar las herramientas de "Lean Manufacturing", el personal junto con la administración debían conocer los motivos por los que se necesitaba hacer un cambio en la empresa, además se organizaron equipos de trabajo para llevar a cabo las diferentes tareas que se requerían para implementar dichas herramientas. Se fijó con la alta dirección los propósitos, objetivos, resultados, tiempo y la secuencia de la aplicación.
- El liderazgo de la implementación del programa debe empezar por la alta dirección, seguido de los jefes de departamentos o áreas ya que son ellos los más idóneos para planificar y coordinar las actividades de implementación. Es poco efectivo dejar completamente toda la implantación a los líderes de equipo, debido a que los jefes tienden a dejar toda la responsabilidad y la iniciativa sobre ellos, lo que ocasiona que no se involucren en el programa y eso lo transmiten indirectamente a los trabajadores.

- La organización debe haber implantado un estilo de toma de decisiones participativo. Se recomienda implantar un sistema de reconocimientos efectivo para los equipos en función de sus resultados. Entre los reconocimientos que más aprecian los miembros de los equipos se encuentran, bonos, viajes, comidas, etc. Esto apoya al desarrollo de los equipos de trabajo.
- La principal limitación durante la implantación del nuevo sistema productivo fue la resistencia de los trabajadores al cambio debido a que ya estaban acostumbrados a trabajar por varios años de una manera distinta. Pero gracias a las charlas y a las motivaciones permanentes que se realizaban para que no decaiga el ánimo ni el entusiasmo de los trabajadores, buscando oportunidades para la interacción social entre trabajadores.
- El tiempo destinado a toda la implantación del sistema debe ser constante y metódico. Si por alguna razón no se pudiera cumplir con lo programado se debe de volver a planificar sobre la marcha para no disminuir el entusiasmo de los trabajadores y hacerles caer en cuenta que lo que se planifica es importante.

Como se pudo observar, las diversas herramientas del sistema Lean, requieren del liderazgo y compromiso de la alta dirección de las empresas y mucho énfasis en el desarrollo del trabajo en equipo incluyendo el desarrollo

personal, soportado por un sistema de salarios, beneficios, compensaciones y reconocimiento adecuado que estimule al personal a que se motive a generar ideas de mejora e implantarlas. Es importante resaltar que esta metodología se puede aplicar todo tipo de empresa, sea pequeña, mediana o gran empresa, con cambios en la cultura y estilos de dirección.

Por todo lo anterior, se podría sugerir que el principal beneficio al utilizar las herramientas del sistema productivo Lean es que la empresa se hace mucho más flexible y operando con recursos mínimos para la manufactura, logrando ventajas competitivas en rapidez de respuesta costos reducidos, con lo que se satisface al cliente y se puede reducir la tensión a la que están sometidos los gerentes y empleados “apagando fuegos” todos los días.

BIBLIOGRAFÍA

- La Máquina que cambió el Mundo. James Womack, Dan Jones y Daniel Ross. Editorial Mc Graw Hill (1995).
- Lean Thinking. James Womack y Dan Jones. Editorial Hardcover (2003).
- Sistema de Producción Toyota. Editorial Macchi. (2003)
- Apuntes de la Agenda Vulco. (2005)
- Clases de capacitación de Lean Manufacturing por Weir Minerals Sudamérica. (2005)
- Clases de capacitación de Lean Manufacturing por Weir Minerals Sudamérica. (2006)
- Páginas webs:
 - www.gestipolis.com
 - www.lean.org
 - www.lean-vision.com
 - www.lean-6sigma.com

APÉNDICES

APÉNDICE A

Matriz de Habilidades



CUADRO DE HABILIDADES AREA DE MECANIZADO

AREAS OPERARIOS	TORNO CHINO	TORN. PINACHO	TORNO CNC	FRESADORA	TALADRO FR.
1 Gino Dominguez					
2 Luis Pomalaza					
3 Carlos Torres					
4 Carlos Velasquez					
5 Iraldo Rojas					
6 Tomas Silva					

Leyenda:

Falta
Entrenamiento



Ejecuta con
Acompañamiento

Habilitado

Maestro

APÉNDICE B

Ejemplo de SOP – Área Prensas

 DIN EN ISO 9001:2000 Certificado: 01 100 88166	SOP DISCO PRENSA ASH 6 × 6 × 14 - SRC IB902	 Este documento contiene información confidencial y es propiedad exclusiva de WEIR-VULCO, no puede ser copiado o reproducido, de ninguna forma, sin la expresa autorización escrita de WEIR- VULCO.
---	--	---

Descripción	DISCO PRENSA ASH 6 × 6 × 14 - SRC	Tipo moldeo	Prensado
Plano	ML00104	Rev	01
		Molde	7196
		Alma metálica	Si

INSTRUCCIONES DE TRABAJO

	Tipo	Espesor
Goma	Ver detalle	10 mm
Cemento	227	-----
Peso total	Ver detalle	-----

Instrucciones de preformado

- Se utilizará compuesto previamente aprobado.
 - La manipulación se deberá hacer con guantes limpios.
 - Utilizar preforma dimensionada desde calandra (Espesor 10 mm).
 - En caso de contaminación de goma lavar con Toluol. Utilizar brochas limpias.
1. Cortar 04 tiras según foto 1.
 2. Cortar 04 preformas según foto 2. Fabricar sándwich con tres de ellas, agregando cemento 227. Llevar preformas a balanza y ajustar a peso señalado.
 3. Colocar tiras de punto 1 alrededor del alma metálica según foto 3.



1. Largo = 300 mm Ancho= 6 mm



2. $\phi_{\text{Externo}} = 320 \text{ mm}$
 $\phi_{\text{Interno}} = 130 \text{ mm}$



3.

Detalle:

Goma	Peso (Kg)
G228 E	3,3
667	3,9
228 A	3,3
200	3,5
130 B	2,8
230	3,3



DIN EN ISO 9001:2000
Certificado: 01 100 88166

SOP
DISCO PRENSA ASH 6 x 6 x 14 - SRC
IB902



Este documento contiene información confidencial y es propiedad exclusiva de WEIR-VULCO, no puede ser copiado o reproducido, de ninguna forma, sin la expresa autorización escrita de WEIR- VULCO.

CARGUÍO DE MOLDES

Instrucciones de Carga

- Despichar la prensa durante 5 min., con 20 min. de anticipación al carguío.
 - Medir y registrar la T° de los platos antes de cargar el molde
 - Limpiar el molde con tolueno. Posteriormente agregar silicona.
4. Colocar molde sobre mesa, y en su interior 01 preforma del punto 2.
 5. Colocar alma revestida (foto 5).
 6. Colocar la siguiente parte del molde.
 7. Colocar sándwich de preformas del punto 2. Cerrar tapa de molde.



4.



5.



6.



7.

VULCANIZACION

N° Molde	7196	Instrucciones de Vulcanización: 8. Ubicar el molde en la posición central de la prensa 9. Realizar 03 bombeos a 1000 psi a medida que la prensa cierra, luego de esto se debe alcanzar la presión máxima de trabajo (2000psi) 10. Verificar y registrar manómetro presión de vapor. Registrar hora inicio vulcanizado. 11. Registrar la T° media de los platos superior e inferior, midiendo homogéneamente en varios puntos en toda la superficie de la prensa
T° Molde (aprox.)	120°C	
T° platos	130-140°C	
Presión de vapor	60 lb	
Presión Hidráulica	2000 psi	
Tiempo Vulcanizado	80 min.	



DIN EN ISO 9001:2000
Certificado: 01 100 88166

SOP
DISCO PRENSA ASH 6 x 6 x 14 - SRC
IB902



Este documento contiene información confidencial y es propiedad exclusiva de WEIR-VULCO, no puede ser copiado o reproducido, de ninguna forma, sin la expresa autorización escrita de WEIR-VULCO.

DESCARGA

Instrucciones de descarga:

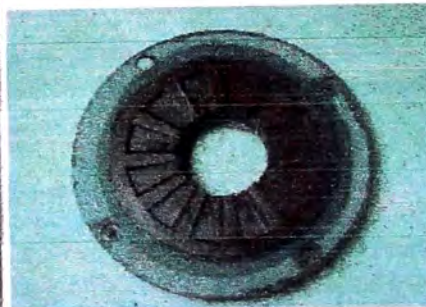
12. Sacar molde y ubicar en el mesón. Retirar tapa de molde utilizando cadenas estas se deben poner en la parte sobresalientes de la tapa como se muestra en foto 12, levantar con tacles.
13. Colocar cadenas como se muestra en foto 13 y levantar con tecla. Sacar la pieza del molde
14. Verificar visualmente (mientras este caliente) la posible existencia de aires u otros defectos en la superficie de la pieza. Ante cualquier duda o anomalía informar inmediatamente al supervisor.



12.



13



14.

APÉNDICE C

Questionario de Evaluación Lean

Para cada declaración, sírvase hacer un círculo alrededor del puntaje que mejor representa la práctica laboral dentro de la planta. Use la siguiente justificación de puntaje:

0 = No encontrado en ninguna parte. 1 = Encontrado sólo en algunas áreas (25%) 2 = Normalmente encontrado pero no mayoritariamente (50%) 3 = Muy típico, con algunas excepciones (75%) 4 = Encontrado en todas partes, sin excepciones (100%)

CONCIENCIA CULTURAL

(Atención del Cliente y Conciencia del Empleado)

1. La gerencia de la planta se comunica con los trabajadores de producción respecto de la satisfacción dentro del lugar de trabajo y los objetivos de la organización al menos dos veces al año.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje:

2. Los empleados son capaces de describir adecuadamente los objetivos de la compañía y cómo su trabajo contribuye para alcanzar tales objetivos.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Existe un proceso formal para que los trabajadores de producción reciban regularmente retroalimentación respecto de los problemas detectados en los procesos; por ejemplo, a nivel de ensamblaje y a nivel de cliente.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Existe un proceso formal que ofrece a los trabajadores de producción la oportunidad de trabajar en equipo para analizar los problemas de rendimiento de producción, calidad o seguridad.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Los trabajadores de producción entienden y pueden usar indicadores y datos comunes de rendimiento clave para monitorear y mejorar los procesos de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Cuando se producen problemas en el proceso de producción, éstos son detectados e investigados dentro de 1 hora después de su ocurrencia.

(Por ejemplo, independientemente de si se trata del personal de ingeniería, mantenimiento o apoyo, existe el sentido de urgencia para rectificar los problemas cuando éstos surgen).

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Los ingenieros de producción y el personal de apoyo normalmente van al lugar donde surgió el problema en el área de producción para evaluar la situación real y hablar con los trabajadores de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total
Divida el Total por 28: Total ____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean

ORGANIZACIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO Y GESTIÓN VISUAL

1. En general, en la planta no se encuentran materiales innecesarios o chatarra y los pasillos están despejados y libres de obstrucciones.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Las líneas en el piso distinguen claramente las áreas de trabajo, caminos y lugares de manipulación de materiales. Los letreros identifican claramente las áreas de producción, inventarios y entrega de materiales.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Todos los empleados prestan atención a la limpieza y los operadores consideran que la "limpieza y orden" diario es parte de su trabajo.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Existe "un lugar para todo y todo está en su lugar"; cada contenedor, herramienta y equipo está claramente etiquetado y en un lugar de fácil acceso para el usuario. La gente que usa las herramientas, piezas, elementos, medidores de calidad, etc. sabe dónde se encuentran.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. En toda la planta hay tableros informativos actualizados que contienen información sobre capacitación laboral, seguridad, indicadores clave de rendimiento, datos operacionales, datos de producción, problemas de calidad y contramedidas.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Los tableros informativos son actualizados frecuentemente para cada celda, área de trabajo o proceso. Los operadores reciben regularmente retroalimentación respecto del rendimiento productivo de los equipos.

(por ejemplo, Calidad del producto, retornos, chatarra, productividad, tiempo de funcionamiento, utilización, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. En cada estación de trabajo hay y se actualizan hojas de verificación que describen y realizan el seguimiento de los principales defectos.

(por ejemplo, cada operador conoce los puntos clave de calidad y los antecedentes de los defectos del proceso que está realizando)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

8. Existe una Buena y efectiva comunicación entre los turnos de producción en la planta.

(por ejemplo, los problemas con los equipos y la calidad, los calendarios de producción, etc. son comunicados diariamente y las áreas de producción son dejadas "listas para seguir" por el turno anterior)

0 1 2 3 4 Score Justification:

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean

TRABAJO ESTANDARIZADO **(SOP)**

1. Se ha desarrollado un Procedimiento Operacional Estándar (SOP), el cual es usado para capacitar a los operadores de cada proceso de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Cada proceso de producción tiene el Procedimiento Operacional Estándar colocado en un lugar donde puede ser visto por el trabajador que está realizando el proceso.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Cada proceso de producción ha sido diseñado para ser completado dentro de un tiempo de ciclo estándar que se basa en el tiempo Takt para una pieza o trabajo determinado.

Nota (Tiempo Takt = Tiempo de Producción Disponible / Volumen Requerido) = (Ritmo de Demanda del Cliente)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Los operadores proporcionan ideas y están involucrados en el proceso de diseño y estandarización de labores.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Frecuentemente repetido, las operaciones no productivas de la planta están estandarizadas, tales como procesos de cambio, inspecciones de calidad, inspecciones de equipos y herramientas perecibles, etc.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Los Procedimientos Operacionales Estándar son fechados y muestran cómo y cuándo se han introducido mejoras al proceso.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Los Procedimientos Operacionales Estándar en toda la planta son auditados regularmente para verificar su idoneidad y cumplimiento por parte de los trabajadores de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

8. Los operadores realizan individualmente sus procesos de acuerdo con las planillas de proceso o Procedimiento Operacional Estándar y cometen pocos errores en cuanto al método o la técnica.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean

OPERACIONES FLEXIBLES

(Flexibilidad del Proceso y el Empleado en cuarto al Flujo Continuo)

1. Los operadores reciben un curso de capacitación formal antes de poder realizar un trabajo por sí solos. Son pocos los defectos o retrasos en la producción atribuibles a operadores nuevos o sin experiencia.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Las distancias que deben recorrer los componentes y materiales han sido analizadas y reducidas colocando más cerca el equipo y las estaciones de trabajo.

(Por ejemplo, el movimiento de los materiales inútiles ha sido eliminado reduciendo la distancia las áreas de los procesos, celdas de trabajo, grupos de proceso, o manipulación de materiales.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Las áreas de subensamblaje o producción que proveen a un área o celda de producción principal no cambian antes para construir buffers de inventario, etc.

(Por ejemplo, los cambios están sincronizados en todos los procesos de producción relacionados).

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Los artículos defectuosos son inmediatamente detectados en el proceso de producción y rara vez llegan a su ensamblaje final o al cliente.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Los procesos y los equipos están dispuestos de manera de facilitar el flujo continuo de trabajo dentro de un área o celda de producción. El trabajo en proceso dentro de la fábrica no se acumula después de completado el proceso y las máquinas o equipos no obstruyen el flujo de materiales.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Los operadores de producción tienen múltiples habilidades, están bien capacitados y son capaces de realizar su trabajo en cada estación de trabajo del área o celda de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Se han implementado áreas de trabajo que tienen forma de U o con otra disposición apropiada para facilitar el flujo por pieza (continuo) en toda el área de producción.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean

MEJORAMIENTO CONTINUO

(Mejoramiento pequeño, basado en el Equipo)

1. Existe una estrategia que ha sido comunicada en forma clara y se ha designado una persona para el mejoramiento continuo en la planta, como también los recursos, organización e infraestructura necesaria para apoyar el proceso de mejoramiento.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Existe un proceso formal para obtener ideas y sugerencia de mejoramiento de los empleados y para reconocer su participación.

(por ejemplo, sistemas de sugerencias, círculos de calidad, programas de inventivos, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Los empleados han sido capacitados en relación con los métodos de mejoramiento continuo y se han visto afectados o han participado en un proyecto de mejoramiento continuo.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Los empleados conocen los siete desechos y están activamente involucrados en identificar los desechos de sus procesos. Tienen la autoridad para identificar, reducir o eliminar los desechos de los procesos.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Los proyectos de mejoramiento continuo están bien estructurados y planificados. Las medidas de mejoramiento son registradas e implementadas de acuerdo a un calendario planificado. Los proyectos exitosos son reconocidos y dados a conocer en toda la planta.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Para muchas de las mejoras efectuadas en la planta se ha requerido una inversión menor o ninguna inversión. El proceso de mejoramiento contempla mejoras menores en vez de una inversión de capital de gran escala.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Los Procedimientos Operacionales Estándar están sujetos a un proceso de mejoramiento continuo que apunta a mejorar la secuencia de los pasos en la operación, reducir el Trabajo en Proceso y aumentar la utilización de mano de obra y maquinaria.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total _____

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean _____

PRUEBA DE ERRORES

(Para prevenir errores humanos y de método en la producción)

1. Los trabajadores han sido capacitados en cuando a los principios y métodos de prueba de errores dentro del proceso de producción. Hay un equipo en la planta para analizar los defectos de producción e identificar las oportunidades de probar errores.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Los dispositivos y métodos para pruebas de errores han sido implementados o están siendo desarrollados para eliminar los principales defectos de producción de cada área de trabajo de la planta.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Los dispositivos y métodos para pruebas de errores han sido aplicados tanto a las operaciones manuales como a los procesos automatizados de la planta. Los procesos manuales han sido mejorados usando instrumentos de verificación, dispositivos de ubicación, métodos "poke-yoke", etc. Las máquinas automatizadas están equipadas con tecnología de autoinspección.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Los dispositivos de prueba de errores que han sido instalados son monitoreados para verificar su efectividad y mantenidas en buenas condiciones operacionales.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Un detallado análisis ha sido realizado sobre las partes, componentes y procesos, con el objeto de identificar oportunidades de diseño para eliminar los desechos y mejorar la productividad.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Los operadores pueden detener el proceso de producción cuando encuentran una unidad defectuosa o cuando no pueden completar el proceso de acuerdo con el Procedimiento Operacional Estándar.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Los procesos o tareas manuales han sido equipados con verificaciones mecánicas para ayudar a las personas.

(Por ejemplo, las verificaciones mecánicas incluyen la codificación de colores de partes de cubos, tarjetas kanban, limitadores o máquinas de torsión, o kits de partes, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

8. Los procesos están equipados con luces de llamada, señales o sonidos para que los trabajadores y las máquinas soliciten asistencia en caso de presentarse un problema.

0 1 2 3 4 Score Justification:

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean

CAMBIO RÁPIDO (SMED)

1. Los cambios son planificados con anticipación y comunicados a todos los trabajadores del equipo. Ellos saben el día en que se efectuará el cambio.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Los equipos de cambio rápido han sido debidamente capacitados respecto de los procedimientos para reducir el tiempo requerido para el cambio y están activamente mejorando los métodos de cambio.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. Las actividades de cambio han sido objeto de un detallado análisis de técnicas de proceso, tales como estudio de movimiento, estudio de tiempo y grabación en video de los procesos para identificar los desechos.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. El tiempo requerido para el cambios, tanto interno como externo, es monitoreado en cada estación de trabajo en que se realizan cambios.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. A medida que se desarrollan nuevos procedimientos de cambio, éstos son estandarizados y replicados en otras áreas de la planta.

(Por ejemplo, los procedimientos han sido estandarizados, documentados y están disponibles. Todos los empleados afectados han sido nuevamente capacitados; planificación de producción está usando los tiempos reducidos de cambio en la planificación)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Se han desarrollado e implementado herramientas o equipos especiales para reducir el tiempo y mano de obra involucrada en el proceso de cambio.

(Por ejemplo, sujetadores comunes para cambios rápidos de herramientas mecánicas, guías y accesorios para el montaje y posicionamiento de un componente, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

7. Todas las cortadoras, accesorios, herramientas, sujetadores, materiales, partes, materias primas, equipos elevadores, etc. que se requieren para el siguiente paso de producción se preparan con anticipación para reducir los tiempo de cambio.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

8. Todas las matrices, accesorios y herramientas de cambio son almacenadas en forma ordenada cuando no están siendo usadas y mantenidas en buenas condiciones operacionales.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Suma los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total _____

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean _____

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM, Mantenimiento y Seguridad Planificada)

1. Los gerentes y trabajadores de los equipos de mantenimiento han sido capacitados sobre los puntos básico del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Las máquinas tienen todos los dispositivos de seguridad operacionales. En caso de detectar un defecto, la máquina se detendrá inmediatamente.
(Por ejemplo, los dispositivos de seguridad no son desactivados ni removidos. El equipo que está funcionando mal no puede seguir operando en producción)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. En las áreas de trabajo se han colocado listas de mantenimiento preventivo. Cada ítem de acción ha sido planificado para una fecha determinada y es monitoreado hasta que se complete.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Para todas las máquinas de producción existen registros de mantenimiento que son actualizados regularmente y se mantienen en un lugar visible cerca de las máquinas.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. El objetivo de las actividades de mantenimiento preventivo es aumentar la utilización de la producción y minimizar las variaciones en los tiempos de los ciclos.
(Por ejemplo, la utilización de la capacidad laboral es supervisada y el rendimiento de los tiempos del ciclo monitoreados para cada máquina, para utilizarlos en la planificación del mantenimiento. El equipo de mantenimiento está desarrollando una capacidad de prevención más que prevención)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Las responsabilidades del mantenimiento preventivo son definidas tanto para los trabajadores de mantenimiento como para los de producción.
(Por ejemplo, los operadores tienen la responsabilidad de realizar tareas de rutina, como verificar el aceite, limpiar las máquinas y cambiar las herramientas, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total _____

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean _____

CONTROL DE MATERIALES / SISTEMA DE RETIRO

(Kanban)

1. El objetivo de producción y resultado real por turno es mostrado a cada celda de fabricación o grupo de proceso. También es mostrado el requisito de producción del turno y la escala de tiempo.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Todos los gerentes y supervisores de producción han sido capacitados respecto de los principios e implementación del sistema de retiro de materiales de producción.
(Por ejemplo, Kanban u otro taller. Sistemas de Reabastecimiento Justo a Tiempo)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. El flujo o movimiento de materiales en la planta depende de las señales de retiro individuales, a medida que las partes o materiales van siendo usados en el ensamblaje o despachados al cliente.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. Los procesos corriente abajo como el ensamblaje están retirando materiales de los procesos corriente arriba, tales como la celda de producción, o bien, del inventario. Los programas de producción dependen, por lo tanto, del uso corriente abajo.
(Por ejemplo, los departamentos de producción o grupos de proceso no operan de acuerdo con planes de producción autónomos determinados por los objetivos de inventario o capacidad de tamaño del lote, etc.)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Para adaptarse a los cambios en las demandas de los clientes es necesario cambiar solamente el programa de producción para la línea o proceso "final".
(Por ejemplo, los cambios en las órdenes del cliente no requieren que se modifiquen los diversos programas de producción en "proceso, ya que la línea "final" retira de todos los procesos anteriores)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Los supervisores de producción no producen más partes de los que los procesos posteriores requieren.
(Por ejemplo, a los supervisores no se les motiva o solicita "fabricar para hacer número", cualesquiera que sean los requisitos del proceso corriente abajo).

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total _____

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean _____

PRODUCCIÓN NIVELADA
(Heijunka)

1. Se ha hecho un esfuerzo por nivelar los programas de producción distribuyendo la carga de trabajo en forma pareja durante el período.
(Por ejemplo, el volumen de producción diaria de partes no varía en forma importante de un día para otro)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

2. Los cambios en producción son realizados en apoyo a las diferentes necesidades del cliente y no para apoyar el funcionamiento de producciones prolongadas, lotes grandes, buffers de inventario de trabajos en proceso o emergencias locales, etc.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

3. El Tiempo Takt determina el ritmo de producción en la planta.
Nota (Tiempo Takt = Tiempo de Producción disponible / Volumen Requerido por el Cliente) = (Ritmo de Demanda del Cliente)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

4. El Tiempo Takt es usado como base para determinar los tiempos de los ciclos del proceso durante todo el proceso de producción.
(Por ejemplo, los procesos de producción están diseñados con tiempos de ciclo que no exceden del Tiempo Takt)

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

5. Los procesos en las celdas de producción o áreas de trabajo son balanceados o nivelados, por lo que la diferencia entre los ciclos de tiempo de los procesos asociados es mínima.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

6. Cuando aumenta la demanda de materiales o componentes, los procesos de producción son vueltos a balancear o rediseñados para reducir los tiempos del ciclo del proceso de acuerdo al nuevo Tiempo Takt.

0 1 2 3 4 Justificación de Puntaje

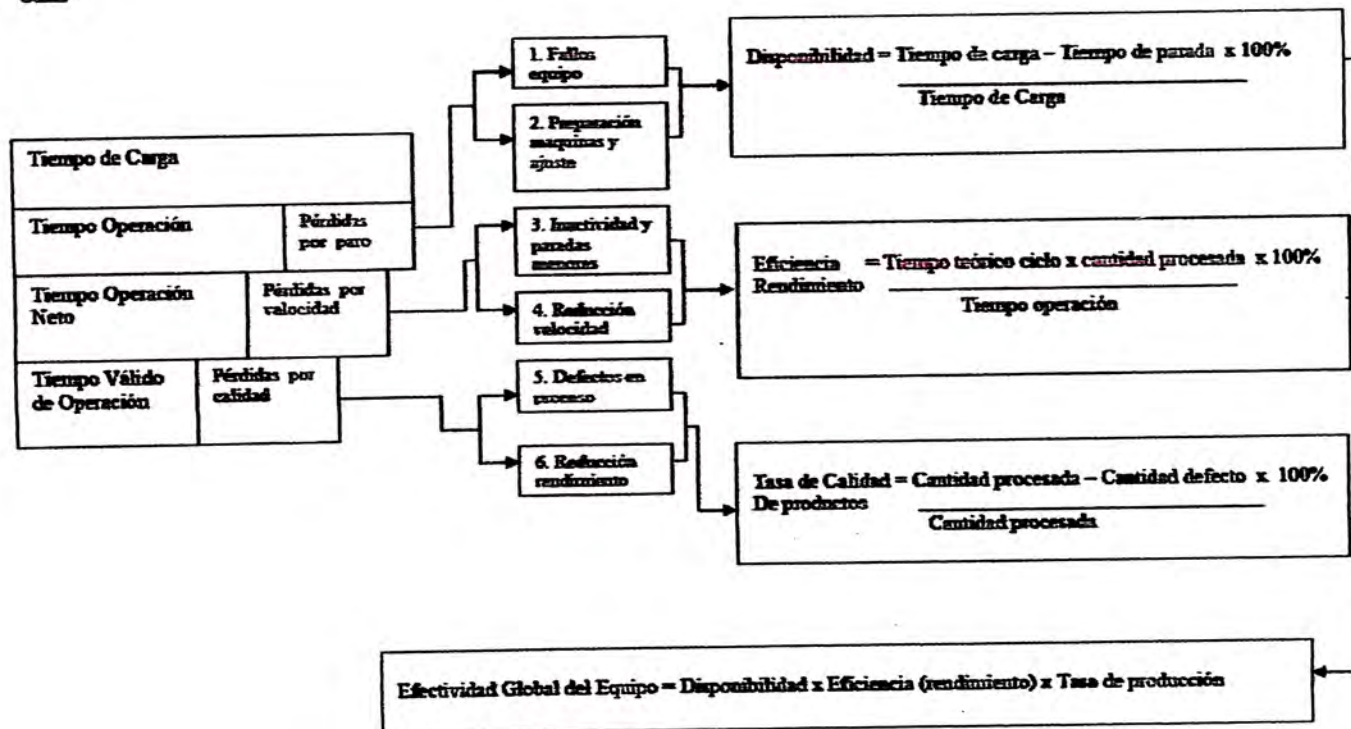
Sume los puntajes que encerró en un círculo para obtener el Total

Divida el Total por 28: Total _____ / 28 = Puntaje de Atributo Lean _____

APÉNDICE D

Indicador de Eficiencia Global del Equipo (OEE) y las Seis Grandes Pérdidas

OEE



APÉNDICE E

Glosario del Pensamiento Lean

Celular: La disposición de máquinas de diferentes tipos que realizan diferentes operaciones en una secuencia estrecha. Este tipo de flujo de proceso permite el flujo de piezas individuales y un despliegue flexible de los esfuerzos humanos.

Controles visuales: La colocación a la vista de todas las herramientas, partes, actividades de producción e indicadores de rendimiento del sistema de producción para que todas las personas involucradas puedan entender el estado del sistema a primera vista.

Disposición funcional: La práctica de agrupar las máquinas o equipos por tipo de operación realizada. Comparar con Disposición Celular.

Flujo de fabricación: Una metodología de fabricación que retira los ítemes de los proveedores a través de un proceso de fabricación sincronizado. La meta principal es responder más rápido y en forma oportuna a la demanda del cliente.

Heijunka -Producción balanceada: todas las operaciones o celdas producen en el mismo tiempo de ciclo. En un sistema balanceado, el tiempo del ciclo de la celda es inferior el tiempo takt.

Jidoka: Detener automáticamente las anomalías y notificar inmediatamente al operador; la idea es obtener calidad impidiendo que un producto defectuoso pase al siguiente proceso.

Justo a Tiempo (JIT): Un método de fabricación en el cual las operaciones corriente abajo retiran las partes necesarias de las operaciones corriente arriba en el momento requerido. Para implementar JIT se requiere contra con la mayoría de las características de la fabricación lean.

Kaizen: Un mejoramiento, mejoramiento continuo, en la vida personal, vida hogareña, vida social y vida laboral. En el lugar de trabajo, Kaizen significa continuar mejorando involucrando a todos, independientemente del cargo, para poder derrumbar y reconstruir un proceso que funcione más efectiva y eficientemente.

Kanban: Un pequeño señal o "letrero", una instrucción para producir o suministrar algo; generalmente una tarjeta; un elemento clave del sistema Justo a Tiempo; técnica de inventario que usa contenedores, tarjetas y señales electrónicas para hacer que los sistemas de producción respondan a las necesidades reales y no a las predicciones y proyecciones.

Las 5S: Un sistema para estandarizar y organizar un lugar de trabajo. Las 5 S con: Sort (Sortear), Set in Order (Ordenar), Shine (Brillar), Standardise (estandarizar) y Sustain (Mantener). Sus equivalentes en japonés son Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, y Shitsuke.

Las 4 M: Manpower (Personal), Machine (Máquina), Method (Método) y Material (Material).

Las Seis Grandes Pérdidas

Las 5 principales categorías de pérdida de equipo de producción:

Pérdida de tiempo muerto: 1. Rupturas; 2. Configuraciones / Ajustes; 3. Rendimiento reducido al arranque

Pérdida de velocidad: 4. Detenciones Menores / Ralentí; 5. Velocidad Reducida

Pérdidas por defectos: 6. Defectos en el proceso y refacción

El OEE claramente aísla estos seis problemas para que puedan ser enfrentados individualmente.

Muda = Basura: Todo lo que interrumpe el flujo de los productos y servicios por la corriente de valor hacia el cliente se denomina muda – o basura; Sin valor agregado.

OEE – Overall Equipment Effectiveness (%) (Efectividad General del Equipo) –

La OEE mide las Seis Grandes Pérdidas para que puedan ser identificadas, priorizadas y eliminadas sus causas con el objeto de mejorar el rendimiento del equipo.

One Piece Flow - Flujo de una pieza: Producción de una unidad a la vez en vez de producir grandes lotes.

Operaciones estándar: Operaciones claramente definidas y pasos estandarizados para los trabajadores y las máquinas.

PDCA - Plan, Do, Check, Act (Planifique, Haga, Verifique, Actúe) Un método circular de administrar la planificación estratégica de la organización desarrollado por D Shewart (Plan-Do-Study-Act[Planifique-Haga-Estudie-Actúe]) y posteriormente usado y promovido por el Dr Deming.

Poka-yoke (Prueba de Errores): Un dispositivo que previene la posibilidad de un defecto o error; diseño de una falla potencial o causa de falla de un producto o proceso.

Six Sigma: Un mejoramiento de procesos estructurado que involucra varias herramientas y metodologías, muchas de las cuales tienen sus raíces en las estadísticas, para mejorar drásticamente los resultados del negocio mediante el diseño y monitoreo diario de las actividades comerciales, con el objeto de minimizar la basura y los recursos e aumentar la satisfacción del cliente. El objetivo es lograr que los defectos sean virtualmente cero (3,4 partes por millón) en los procesos de fabricación y comerciales

SMED - Single Minute Exchange of Dies (Cambio de matrices en un solo Minuto): Una serie de técnicas lideradas por Shigeo Shingo para efectuar cambios en la maquinaria de producción en menos de 10 minutos. Obviamente, el objetivo a largo plazo es un Sistema Cero en el cual los cambios son instantáneos y no interfieren con el flujo continuo.

SOP Standard Operational Procedure (Procedimiento Operacional Normalizado) : Descripción de las operaciones estándar

VSM – Value Stream Mapping (Mapeo de corriente de valor): Un proceso para determinar el flujo de materiales, información y valor agregado a un producto o servicio a medida que pasa por los procesos de fabricación / comerciales.

Tiempo de despacho: El tiempo total que un cliente debe esperar para recibir el producto después de colocar la orden. Cuando la programación coincide o está por debajo de la capacidad, el tiempo de despacho y el tiempo de producción es el mismo. Cuando la demanda excede de la capacidad de un sistema, hay un tiempo de espera adicional antes de iniciar la programación y producción y el tiempo de despacho excede del tiempo de producción.

Tiempo de ciclo: El tiempo requerido para completar el ciclo de una operación.

Tiempo en la cola: El tiempo que un producto permanece en una línea esperando el próximo diseño, orden, procesamiento o paso de fabricación

TiempoTact: Total Actual Cycle Time (Tiempo Total de Ciclo Real) – El tiempo del ciclo es un valor medido, no un valor calculado como el Tiempo Takt. Está basado en el rendimiento real.

Tiempo Takt: El Tiempo Takt es un valor calculado basado en la demanda del cliente. Es Tiempo Takt es la velocidad a la cual la parte debe ser fabricada para satisfacer la demanda del cliente y es el corazón del sistema lean.

Tiempo Takt = Tiempo de trabajo / Demanda del cliente

Ejemplo:

En promedio, el cliente ha solicitado 360 partes por año.

Supongamos que tenemos un octavo de turno y 250 días laborales al año. Hay un almuerzo no pagado y dos pausas diarias de quince minutos. Restamos las pausas del día laboral de 8 horas y quedan 7,5 horas laborales efectivas.

Luego, nuestro tiempo takt es: $(7.5 \cdot 250) / 360 = 1,875 / 360 = 5.21$ horas por ítem. Si producimos a un ritmo más rápido tendremos una sobre producción. Si producimos a un ritmo más lento, no podremos satisfacer la demanda del cliente. "Taktstock" es la palabra alemana para la batuta que un director de orquesta usa para regular el ritmo al que tocan los músicos.

Tiempo de producción: El tiempo requerido para que un producto pase del concepto al lanzamiento, de la orden al despacho, de la materia prima a las manos del cliente. Esto incluye el procesamiento y tiempo en la cola.

TPM- Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total): Un juego integrado de actividades cuyo objetivo es maximizar la efectividad del equipo involucrando a todos los del departamento, cualquiera sea su nivel, normalmente realizando pequeñas actividades grupales. El TPM normalmente conlleva la implementación del Sistema 5 S, la medición de las seis grandes pérdidas y la solución de problemas para lograr *cero interrupciones*.