



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE UNA CELDA DE MANUFACTURA
PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LA FABRICACIÓN DE
TUERCAS UNIÓN A PRUEBA DE EXPLOSIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA MECÁNICA

P R E S E N T A :
JUAN GERARDO JALPA VILLANUEVA

DIRECTOR: DR. SAÚL SANTILLÁN



MÉXICO, D.F.

2005

m 341400



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres Oti , Jhony
por su gran amor y apoyo.*

*A Leo, Vane, Dari y Kinary
por ser mi motivación.*

**Porque gracias a ellos que supieron empujar
para que el esfuerzo tuviera el sabor de lo
agradable y satisfactorio.**

A mis hermanos Cesar, Nely y Paz,
Porque saben que si se puede.

Un agradecimiento especial a mis compañeros de trabajo con los cuales el equipo de trabajo en la empresa llego a buen termino, gracias Jorge, Raúl, Guillermo y a todos aquellos que colaboraron en la celda.

IMPLEMENTACION DE UNA CELDA DE MANUFACTURA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LA FABRICACIÓN DE TUERCAS UNION A PRUEBA DE EXPLOSION.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN. _____	2
2	ANTECEDENTES. _____	3
2.1	- El proceso de mejora. _____	3
2.2	- Seguridad eléctrica. _____	10
2.3	- Equipo a prueba de explosión. _____	12
2.4	- 5's. _____	13
2.5	- Smed. _____	22
2.6	- Kan ban. _____	32
2.7	- Tecnología de grupos. _____	37
3	EL PROCESO DE MANUFACTURA EN LA EMPRESA. _____	43
3.1	- Estado inicial del proceso para la producción. _____	43
4	DISEÑO Y DESARROLLO DE LA CELDA DE MANUFACTURA. ____	56
4.1	- Metas. _____	60
5	APLICACIÓN DE LA CELDA DE MANUFACTURA. _____	61
6	RESULTADOS. _____	73
7	CONCLUSIONES. _____	74
8	BIBLIOGRAFIA. _____	76

1. INTRODUCCION

El presente trabajo muestra los pasos que se siguieron para implementar una celda de manufactura en un área específica de la empresa, en este caso particular se trata del área de tuercas unión a prueba de explosión.

En la figura 2.1.3 se muestra el diagrama del manual kaizen que es la forma en que se van dando las etapas de mejora continua en la empresa y que básicamente es el esquema que se siguió para realizar este trabajo, además de que se aplicaron conceptos como cinco eses (5's), kanban, SMED y tecnología de grupos.

En el capítulo 2 se ven temas que nos introducen en aspectos que nos ayudan a desarrollar este trabajo, estos temas son:

El proceso de mejora, donde se expone la forma en que se van dando las fases del proceso de mejora.

Seguridad eléctrica y equipo a prueba de explosión para ponernos en contacto con las necesidades y problemas que surgen al manejar en forma incorrecta la electricidad además nos hace una breve definición de equipo a prueba de explosión.

Cinco eses (5's), smed, kanban, tecnología de grupos, se hace un desarrollo de los conceptos que en la actualidad son de los mas usados para lograr mejores resultados en cualquier plan de mejora.

En el capítulo 3 se muestran datos del estado inicial que guardaban los procesos que involucran el proceso de fabricación de la tuerca unión a prueba de explosión, datos tales como espacio utilizado, distancia recorrida, inventarios, producción, ajustes etc. Además se muestran mapas del valor de las partes, lay out, y fotografías de este estado inicial.

El capítulo 4 nos muestra básicamente unas propuestas de diseño de la celda sobre todo a nivel del flujo de las partes y se muestran las metas que nos proponemos alcanzar en este trabajo.

En el capítulo 5 observamos como queda finalmente el proceso de fabricación ya una vez implementada la celda, también se muestran los mapas de valor y fotografías del estado final.

El capítulo 6 muestra una tabla de los resultados comparando el antes con el después.

Finalmente en el capítulo 7 se dan las conclusiones que resultan de este trabajo.

2. ANTECEDENTES

2.1 – El proceso de mejora continúa.

Identificación del problema (FASE I).

Cuando pensamos seriamente en realizar una mejora, el primer paso es identificar el problema.

Existen dos tipos de tareas que se realizan en una fábrica: aquellos que aumentan el valor del producto y aquellos que no lo hacen. En otras palabras, hay tareas que añaden valor y tareas que simplemente aumentan el costo.

Existen muchas clases de despilfarro en el lugar de trabajo, pero no todo el despilfarro es obvio. A menudo aparece bajo el disfraz de trabajo útil (fig2.1.1). Tenemos que mirar bajo la superficie y captar la esencia. (Shigeo Shingo, 1991)

EJEMPLO 1.

A)



B)



Figura 2.1.1.-En esta figura observamos como al disminuir el inventario podemos ver el despilfarro y empezar a identificar el problema.

En muchas ocasiones el verdadero problema consiste en pensar que no existen problemas. Para identificar un problema uno debe de estar constructivamente

insatisfecho con lo establecido. Las personas que están completamente satisfechas con el mismo no consideran ninguna mejora.

Otros problemas de actitud incluyen el no darse cuenta de la necesidad de identificar los problemas hasta después de que la compañía matriz exige reducciones de costos, o bien el empezar a pensar en mejoras solo cuando la compañía matriz ha notado y señalado un alto grado de defectos.

El mejor planteamiento es localizar y eliminar problemas donde se supone que no existen. La mayor contribución que se puede hacer para el desarrollo feliz de la propia planta es buscar con agresividad los problemas y luego corregirlos. Para hacerlo, es necesario primero dividir todas las tareas que en la actualidad se realizan en tareas que añaden valor y otras que simplemente hacen subir los costos. Todas las tareas que hacen subir los costos pueden entonces considerarse como sumamente despilfarradoras. No aceptar con pasividad tales cometidos como inevitables; buscar maneras mejores y diferentes para realizar el trabajo. Lo importante es no tirar la toalla nunca y no afirmar con resignación que nada se puede hacer.

Planteamientos conceptuales básicos para mejoras. (FASE 2)

Una vez que se haya identificado una zona de problemas debemos entender las condiciones actuales antes de intentar proponer soluciones.

Es importante disponer de hechos antes de intentar cualquier mejora. Lo importante no solo es obtener los hechos, sino como se obtienen.

Primero, los hechos recogidos pueden no ser hechos reales. En muchos casos, lo que se suponen hechos resultan ser especulaciones o conjeturas. A menudo, cuando los acontecimientos cambian con el tiempo, un dato que en su día era correcto, pero que posteriormente ha dejado de serlo, sigue considerándose válido.

Además, incluso aunque un dato sea correcto, su significado puede ser mínimo. Hay un dicho: "hay una verdad mas profunda detrás de cada hecho". Debemos arrancar la verdad implacablemente, no importa donde se esconda. Llevarlo a cabo requiere un planteamiento detallado, cuantificador y clasificador.

Cuando decimos que una tarea lleva demasiado tiempo, en realidad queremos decir que ciertos movimientos llevan demasiado tiempo en realizarse. De manera que realmente no tiene sentido quejarse precisamente de la duración. El culpable real es la estructura de los movimientos mismos; esto es lo que requiere tanto tiempo. Puede ser necesario reestructurar la tarea, para la que los movimientos se ajustan. Sin embargo, hay demasiados directores incompetentes que se contentan con quejarse del efecto, es decir, el despilfarro del tiempo, sin buscar la causa. (Shigeo Shingo, 1991)

Hay muchas maneras de obtener los hechos, sin embargo, en el Japón, se suele utilizar con frecuencia la expresión 5W1H que equivale a:

- What, Que (objeto).
- Who, Quien (sujeto).
- How, Como (método).
- Where, Donde (lugar).
- When, Cuando (tiempo).
- Why, Por que (propósito).

Entendiendo que "por que ", es una pregunta que hay que formular sobre los otros cinco elementos (incluyendo método lugar y tiempo), en persecución de los propósitos. En otras palabras, uno debe preguntar por ejemplo, "¿por qué se selecciona que como problema?" y "¿por qué lo hace quien?", etc.

Existen cuatro tipos de flujo de sujetos (operaciones), que corresponden a los cuatro tipos de fenómenos incluidos en un proceso, estos son: procesado, inspección, transporte y retraso.

Únicamente las operaciones principales se denominan operaciones netas. Todas las operaciones que no sean principales son incidentales, preparación, post-ajuste, u operaciones de tolerancias concedidas y deben eliminarse. Este es el primer paso para la mejora. El segundo paso es buscar mejores formas de realizar las operaciones principales, las operaciones incidentales, la preparación y el post-ajuste, las concesiones de operaciones y concesiones de lugar de trabajo.

Mejora significa cambiar para mejorar. Por lo tanto, es necesario aclarar lo que significa mejorar. Existen cuatro propósitos para mejorar: más fácil, mejor, más rápido y más barato. Estas cuatro metas aparecen en orden de prioridad. Por lo tanto, lo primero es hacer el trabajo más fácil para los trabajadores, mientras mejoramos los frutos de su labor. Nunca se debe llevar a cabo una intensificación del trabajo aunque se mantengan las mismas horas de trabajo. Reducir las horas de trabajo, por ejemplo de 40 a 30 horas por semana, es naturalmente una posible meta de mejora. Es decir podemos dedicar 30 horas a un trabajo mejorado y las 10 horas ahorradas se emplean en un trabajo diferente.

Mientras las metas de mejora sirven como fundamento para las actividades de mejora, siempre es necesario perseguir las metas preguntando ¿Por qué?

Un peligro que nos puede hacer perder de vista los objetivos es la confusión de fines y medios.

En Europa y los Estados Unidos se presta una gran atención al concepto de lote de producción económico. Este es el resultado de los intentos para controlar el inventario. Es mejor perseguir objetivos más elevados preguntando:

- ¿Por qué se adquieren o mantienen inventarios?
- ¿Reduce la producción en lotes grandes los efectos del tiempo de cambios de útiles?
- En cambio, ¿Puede reducirse dramáticamente el tiempo de cambio de útiles?

La forma en que los objetivos se persiguen afecta enormemente a las mejoras. Si las mejoras no producen resultados eficaces en la producción, es mejor preguntar: ¿Cómo se han perseguido los objetivos? Haciendo estas preguntas es frecuente encontrar que los objetivos hayan sido malentendidos. Solamente entonces se pueden realizar mejoras.

Haciendo planes para mejoras. (FASE 3).

Reconocemos un problema cuando no estamos satisfechos con la manera en que se realiza un trabajo y preguntamos por que se emplea un método específico. Seguramente hemos encontrado situaciones en las que nos hemos preguntado: hay algo equivocado en esto, ¿Por qué lo hacemos así? Tales preguntas surgen cuando empezamos a analizar los objetivos reales de un trabajo.

En esta fase, no se debe dedicar pensamiento alguno a las soluciones específicas (formulación de ideas). Si surge una idea, la podemos anotar, pero no nos debe preocupar. Esto debilita nuestro espíritu crítico y es un obstáculo para reconocer problemas ulteriores. En este sentido, es extremadamente importante separar el reconocimiento de un problema de la formulación de ideas.

La consecuencia de formular soluciones inmediatamente después de reconocer un problema, es que se neutraliza y debilita al espíritu crítico y, al final, se llevaran a cabo pocos proyectos de mejora. Por tanto, es crucial mantener separado el proceso de reconocimiento de un problema. En otras palabras, nos concentramos exclusivamente en esa tarea y evitaremos pensar en ideas específicas de cambio. Si surge una idea, podemos anotarla y luego olvidarla. Un planteamiento deseable es no empezar a pensar en ideas que corresponden a varias observaciones que hayamos hecho, hasta haber hecho la última observación del status quo. (Shigeo Shingo, 1991)

Debido a que una única meta o fin puede tener asociados un cierto número de medios, numerosas ideas pueden sin duda aplicarse a un único problema observado. Además, si existen lo que podemos denominar ideas paralelas para el enfoque de un problema dado –por ejemplo, asegurar objetos con pernos o topes- se pueden concebir alternativas completamente diferentes (tales como asegurar objetos mediante ínter bloqueó).

¿Por qué es tan difícil generar ideas, siendo la formulación de ideas un punto tan central para el desarrollo de los planes de mejoras? Posiblemente porque la gente no conoce las técnicas que se emplean para la formulación de ideas. Una técnica simple empleada para formular ideas es el método de asociación de ideas, y se dice que hay cuatro tipos de asociación.

1. Asociación causal. Ocurre cuando uno se acuerda de cosas que tienen una relación causal (por ejemplo, cigarrillo, colilla y fuego; huracán e inundación).
2. Asociación de opuestos. Ocurre cuando se acuerda de cosas opuestas al estímulo o la experiencia (por ejemplo, noche y día, fuego y agua, superficie y fondo, bueno y malo).

3. Asociación de similitud. Ocurre cuando recordamos una experiencia del pasado similar como estímulo (por ejemplo gato y perro, motocicleta y bicicleta, ciruela y cereza).
4. Asociación de proximidad. Ocurre cuando se recuerda una experiencia del pasado relacionada con otra de forma cronológica o espacial (por ejemplo, mesa y silla, verano e ir a la playa, colegio y estudiantes).

En cualquier caso, la formulación de ideas no es más que la transformación de una experiencia del pasado, de acuerdo con las reglas de la asociación de ideas.

El método de asociación no funcionará si no hay una clave que excite la asociación. Por ejemplo, es importante percibir un elemento como expansión y reducción, o bien diferencia y algo en común. La formulación de ideas para mejoras se puede clasificar globalmente en los dos grupos siguientes: eliminación y optimización.

Eliminación significa que el propósito del trabajo puede lograrse aunque se elimine el trabajo. Este es el mejor remedio. El siguiente planteamiento es pensar de una manera mejor de hacer un trabajo que no se puede eliminar. Esto es optimización.

Manual Kaizen en la empresa

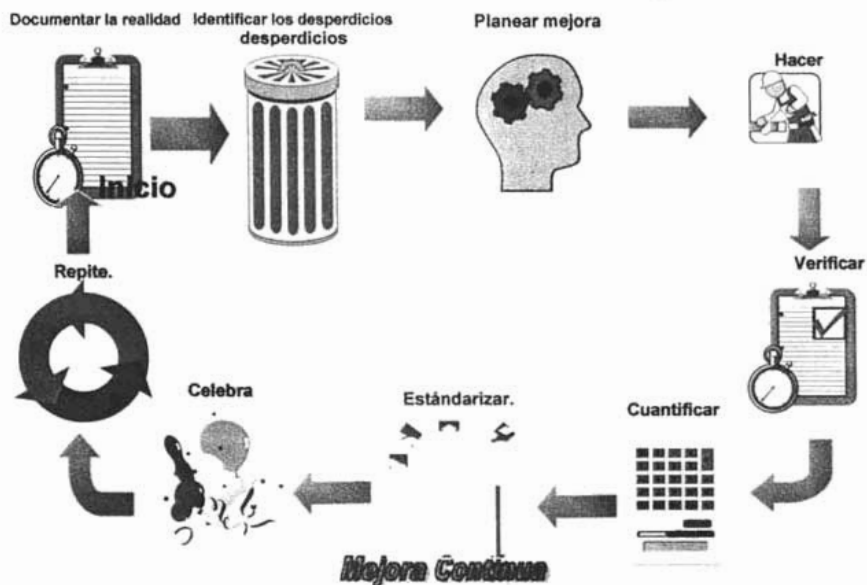


Figura 2.1.3. --Diagrama de flujo que indica las fases de los eventos de mejora continua que se desarrollan dentro de la empresa.

2.2 SEGURIDAD ELECTRICA.

La seguridad en cuanto al sistema eléctrico es de gran importancia, pero no es difícil una vez entendido el problema. Sin embargo, la electricidad y gran parte de equipo eléctrico son peligrosos para la vida humana y las partes del cuerpo y frecuentemente también como riesgos de incendio.

Se han elaborado procedimientos que son legalmente obligatorios para construir y operar sistemas eléctricos seguros.

Los sistemas eléctricos, como casi cualquier otro trabajo de ingeniería, presentan varios riesgos, tanto para aquellos que trabajan en ellos como para el público en general. Además existen riesgos en las propiedades, que pueden ocasionar pérdidas, por incendio, de varios cientos de miles de dólares anualmente.

En Estados Unidos, el manual de protección contra incendios de la asociación nacional de protección contra incendios estima que en un periodo reciente de cinco años hubo alrededor de 800000 incendios en construcciones causados por desperfectos eléctricos. El manual sostiene que una quinta parte de todos los incendios industriales en Estados Unidos fueron ocasionados por arcos o sobrecargas eléctricas.

El equipo eléctrico mal mantenido o mal diseñado es propenso a sobrecalentarse. Los calentadores eléctricos malos pueden estar inadecuadamente protegidos del contacto con materiales inflamables. Las malas prácticas de instalación pueden ocasionar que el equipo eléctrico este demasiado cerca o colocado en paredes inflamables.

La fuente mas común de de incendios eléctricos es la sobre corriente que calienta los alambres ubicados dentro de las paredes de las casas. Muchos de los circuitos caseros están especificados a 15 A. Sin embargo, cuando hay demasiados aparatos domésticos conectados a un solo circuito se sobrecalentara el cableado. O también una clavija que no hace un buen contacto en el toma corriente se calentará, destruyendo el aislamiento y produciendo un corto circuito en el mismo. Otra fuente común de incendio es el mal mantenimiento de accesorios domésticos como una televisión o un sartén eléctrico, llegando a quemarlos.

En la industria, los motores son los que frecuentemente causan los problemas, particularmente en zonas polvosas. Asimismo muchos sistemas industriales de potencia tienen la suficiente capacidad para permitir fallas generadoras de incendios, las cuales todavía son demasiado pequeñas para activar los disyuntores.

Los incendios eléctricos también son particularmente peligrosos debido a los humos nocivos que emiten los aislamientos eléctricos sobrecalentados o incendiados. El equipo eléctrico se arrumba con frecuencia en sótanos o en otros lugares apartados. Una vez que el problema comienza, podría ser difícil llegar a él.

El código eléctrico nacional americano (NE, National Electrical Code), una guía internacionalmente aceptada para la instalación y funcionamiento seguro de conductores y equipo eléctrico, esencialmente es la base para todos los demás reglamentos y leyes eléctricas de seguridad. Fue primeramente promulgado por un consorcio de compañías aseguradoras contra incendios (después se convirtió en la NFPA, National Fire Protection Association-Asociación Nacional de Protección Contra Incendios) antes del año de 1900, para mejorar y normalizar las prácticas eléctricas. Actualmente el código se revisa cada tres o cuatro años y ahora es un estándar internacional, aceptado por el Instituto Americano de Estándares Nacionales.

En México contamos con la norma oficial mexicana NOM-001-semp-1994 la cual en sus artículos del 500 al 504 contempla los requisitos para equipo eléctrico y alambrado, para todas las tensiones, en lugares donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvo combustible o fibras inflamables o dispersas en el aire.

2.4 LAS 5 S's.

En el mundo, las necesidades de los clientes están siempre cambiando, se desarrollan continuamente nuevas tecnologías y aparecen en el mercado una generación tras otra de nuevos productos. Mientras tanto, la competencia se agudiza cada año conforme las empresas se esfuerzan en fabricar productos mas sofisticados a costo menor.

La implementación profunda de las "cinco eses" es el punto de arranque del desarrollo de las actividades de mejora para asegurar la supervivencia de la empresa y por consecuencia los empleos. (Figura 2.4.1)

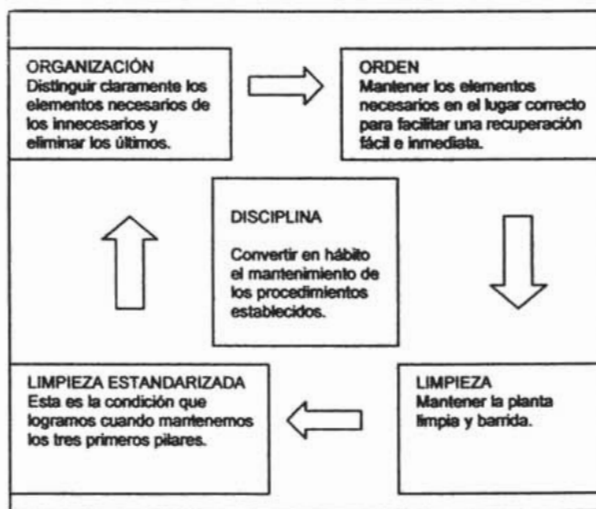


Figura 2.4.1.-Se muestran las etapas principales de que se compone el método de las 5s's.

Como señalamos anteriormente las 5 s son el fundamento de las actividades de mejora estas se mencionan a continuación.

Las personas practican los 5s en sus vidas personales incluso sin advertirlo. Ponemos en práctica la organización y el orden cuando mantenemos en lugares familiares y apropiados cosas como cubos de basura, las toallas y los pañuelos. Cuando nuestro entorno familiar esta desorganizado y sucio tendemos a funcionar menos eficientemente.

Pocas fábricas han estandarizado las rutinas de las 5s de modo similar a como lo hacen las personas ordenadas en su vida diaria. Esto es desafortunado puesto que, en el trabajo diario de una fábrica, como en la vida diaria de una persona las rutinas que mantienen la organización y el orden son esenciales para un flujo eficiente y uniforme de las actividades. La organización y el orden son de hecho el fundamento para el logro de objetivos como el cero defectos, las reducciones de costos, las mejoras de la seguridad y el cero accidentes. (5S PARA TODOS. Productivity press.)

Las 5s parecen un concepto tan simple que, a menudo, las personas pierden de vista su importancia. Sin embargo permanece el hecho de que:

- Una fábrica limpia y esmerada produce menos defectos.
- Una fábrica limpia y esmerada cumple mejor los plazos.
- Una fábrica limpia y esmerada es mucho más segura.
- Una fábrica limpia y esmerada tiene mayor productividad.

Analicemos que significan las "5 eses".

La primer "S" (Seiri): Selección/Organización. La selección significa retirar de la estación de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción, o gestión de oficinas corrientes.

Al inicio, eliminar elementos en la estación de trabajo puede ser perturbador. Las personas tienden a rodearse de piezas, pensando que pueden ser necesarias para las órdenes siguientes. Ven una máquina que no es apropiada y piensan que, de todos modos servirá mas adelante para algo. De este modo, los inventarios y equipos tienden a acumularse y a estorbar en las actividades de producción de cada día.

La selección no implica deshacerse solamente de los elementos que esta seguro que no va a necesitar nunca. Ni tampoco significa simplemente ordenar las cosas, por ejemplo, en estantes correctamente alineados. La selección significa dejar solo lo estrictamente necesario: si tiene dudas sobre alguna cosa, descártela. Este principio es una parte clave de la selección en el contexto de las cinco eses.

No es siempre fácil identificar los elementos innecesarios en la fábrica. Raramente los trabajadores saben como separar los elementos necesarios de los innecesarios para la producción corriente. Los directivos de la fábrica ven a menudo lo innecesario o desperdicio sin reconocerlo.

La estrategia de tarjetas rojas es un método simple para identificar los elementos potencialmente innecesarios en la fábrica, evaluando su utilidad y tratándolos apropiadamente. El método consiste en adherir o colocar tarjetas rojas sobre los elementos de la fabrica que tienen que evaluarse para ver si son necesarios o

innecesarios. Las tarjetas rojas atraen la atención de las personas porque el rojo es un color que destaca. Un elemento con tarjeta roja esta pidiendo que se planteen tres cuestiones:

- ¿es necesario este elemento?
- ¿si es necesario, es necesario en esta cantidad?
- ¿si es necesario, tiene que estar localizado aquí?

Una vez identificados estos elementos, pueden evaluarse y tratarse apropiadamente. Las acciones a realizar pueden ser:

- Tenerlos en un área de mantenimiento de tarjetas rojas durante un periodo de tiempo para ver si son necesarios.
- Desecharlos.
- Cambiarlos de localización.
- Dejarlos donde están.

A continuación mostramos algunos métodos de descartar:

Tratamiento	Descripción
Deshacerse	Deshacerse como desecho o incinerar los elementos que son inútiles o innecesarios para cualquier propósito.
Vender	Vender los elementos que son inútiles o innecesarios para cualquier propósito.
Devolver	Devolver elementos al suministrador.
Prestar	Prestar los elementos a otras secciones de la empresa que puedan usarlos o alquilarlos a terceros.
Distribuir	Distribuir los elementos en otras partes de la empresa permanentemente.
Área central de tarjetas rojas	Enviar los elementos al área central de mantenimiento de tarjetas rojas para redistribución, almacenaje o deshecho.

La segunda "S" (Seiton): Orden. Puede definirse como la organización de los elementos necesarios de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos para que se encuentren y retiren fácilmente. El orden debe aplicarse siempre en paralelo a la selección, una vez que todo está seleccionado, solo permanece lo necesario. A continuación, debe establecerse claramente donde tiene que estar cada cosa de modo que cada uno pueda comprender inmediatamente donde encontrarla y donde devolverla. (Figura 2.4.2)

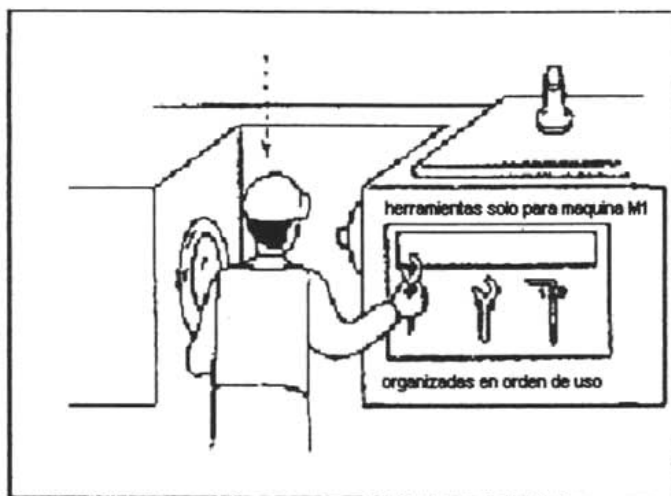
El orden implica ordenar los elementos necesarios de modo que sean de uso fácil y etiquetarlos de modo que cualquiera pueda encontrarlos y cogerlos para su uso. En esta definición la palabra clave es "cualquiera".

El orden es importante porque elimina muchos desperdicios en las actividades de producción o de oficinas. Estos incluyen desperdicios de las búsquedas, el debido a la dificultad para usar elementos, y el debido a la dificultad en devolverlos.

El desperdicio del tiempo invertido en búsquedas se da con frecuencia tanto en fábricas como en oficinas. Por ejemplo, no es inusual que una rutina de cambio de útiles incluya 30 minutos invertidos en búsquedas. Cuando la intención es reducir radicalmente el tiempo de cambio de útiles. (5S PARA TODOS. Productivity press.)

La que sigue es una lista de ejemplos de los tipos de desperdicio y las clases de problemas que se evitan cuando el orden se implanta bien:

1. Desperdicio de movimientos: la persona enviada a recoger un carro no logra encontrarlo.
2. Desperdicio de búsquedas. Nadie puede encontrar la llave para abrir un armario cerrado que contiene herramientas necesarias.
3. Desperdicio de energía de personas: un trabajador frustrado se resigna a no encontrar un patrón necesario después de buscarlo en vano durante media hora.
4. Desperdicio de exceso de stocks: los cajones de la mesa están desordenados y llenos de lapiceros, portaminas, y otros suministros de oficina.
5. Desperdicio de productos defectuosos: los sitios de almacenaje de dos tipos de piezas se han cambiado sin comunicarlo al operario, de modo que este coge la pieza equivocada sin advertirlo y la usa en la producción.
6. Desperdicio por condiciones inseguras. Las cajas con suministros se han dejado en el pasillo, causando que alguien tropiece y se accidente.



En esta figura observamos como se deben mantener las herramientas a la mano y en orden de uso

Figura 2.4.2.-Observamos como se tienen herramientas exclusivas para una máquina y como se tienen por orden de uso.

La tercer "S" (Seisó): Limpieza. Significa lavar los suelos, limpiar la maquinaria y en general, asegurar que todo permanece limpio en la fábrica. En una empresa industrial, la limpieza se relaciona estrechamente con la habilidad para producir productos de calidad. La limpieza incluye también ahorrar tareas encontrando modos de evitar la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en la estación de trabajo. La limpieza debe integrarse en las tareas diarias de mantenimiento combinando los puntos de chequeo de limpieza y mantenimiento.

Podemos definir la limpieza como "mantener todo barrido y limpio".

Uno de los propósitos más obvios de la limpieza es convertir la estación de trabajo en un lugar limpio, pulido en el que todos puedan trabajar a gusto. Otro propósito clave es mantener todo en condición óptima, de modo que cuando alguien necesite utilizar algo este listo para su uso.

La limpieza puede jugar una parte importante para ayudar a la eficiencia y la seguridad en el trabajo. Esta también ligada con la moral de los empleados y su actitud hacia las mejoras. Las fábricas que no implantan la limpieza sufren los siguientes tipos de problemas:

1. Las ventanas están tan sucias que muy poca luz del sol se filtra por ellas. Ello perjudica la moral y la eficiencia en el trabajo.
2. Los defectos son menos obvios en las fábricas sucias y desordenadas.
3. Charcos de aceite y agua causan resbalones y accidentes.
4. Las máquinas no reciben suficientes revisiones de mantenimiento y tienden a averiarse frecuentemente. Esto conduce a retrasos en las entregas.
5. Las máquinas que no reciben mantenimiento suficiente tienden a operar incorrectamente a veces, lo que puede ser peligroso.
6. Las limaduras de corte pueden mezclarse en los procesos de producción y ensamble con el resultado de defectos.
7. Las limaduras de corte pueden saltar hasta los ojos de las personas y provocar daños.
8. Los entornos de trabajo sucios pueden afectar la moral.

Cuando limpiamos un área, es inevitable que hagamos también alguna inspección de maquinaria, equipo y condiciones de trabajo, como consecuencia de esto, podemos decir que la limpieza significa también inspección.(figura 2.4.3)



En esta figura observamos como al limpiar necesariamente hacemos una inspección.

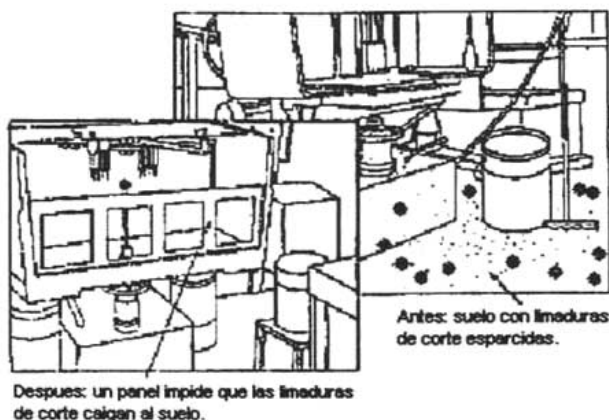
Figura 2.4.3.-Al limpiar tenemos las mejores condiciones para inspeccionar y detectar grietas, desuniones, etc.

La cuarta "S" (Seiketsu): Limpieza estandarizada. Esta difiere de las tres primeras porque pueden pensarse primordialmente como actividades, como algo que se hace. En contraste, la limpieza estandarizada no es una actividad –es el estado que existe cuando se mantienen los tres primeras eses. La limpieza estandarizada se relaciona con cada uno de los tres eses, pero más estrechamente con la limpieza (figura 2.4.4). Resulta cuando se mantiene la estación de trabajo y sus alrededores libres de virutas, aceite y suciedad. Es la condición que existe después de haber practicado la limpieza durante algún tiempo.

La limpieza estandarizada mantiene y eleva el nivel de la selección, el Orden, y la Limpieza en un conjunto unificado. Después de todo, ¿Qué puede haber de bueno en la implementación de estas tres si las condiciones se deterioran constantemente hasta el nivel anterior a la implantación?

Estos son algunos de los problemas que aparecen cuando la limpieza estandarizada no se implanta bien:

- Las condiciones vuelven a los viejos e indeseables niveles incluso después de una campaña de implantación de las 5s.
- Al final de cada día, se dejan pilas de elementos innecesarios utilizados en la producción del día dispersos alrededor de las estaciones de trabajo.
- Los lugares de almacenaje de herramientas se desorganizan y deben ponerse en orden al final del día.
- Las limaduras de corte caen constantemente sobre el suelo y tienen que barrerse.
- Incluso después de implantar la selección y el orden, no transcurre mucho tiempo para que los empleados de oficina empiecen a acumular mas artículos de oficina de los que necesitan.



Ejemplo de limpieza preventiva en una taladradora. Evitamos ensuciar.

Figura 2.4.4.- Al colocar ciertos dispositivos corregimos el problema de raíz.

La quinta "S" (Shitsuke): Disciplina. Significa convertir en hábito el mantenimiento apropiado de los procedimientos correctos. Las primeras cuatro eses pueden implantarse sin dificultad si las estaciones de trabajo son ámbitos en los que los empleados mantienen la disciplina, en tales estaciones es probable que se tenga elevada productividad y un alta calidad. (Figura 2.4.5)

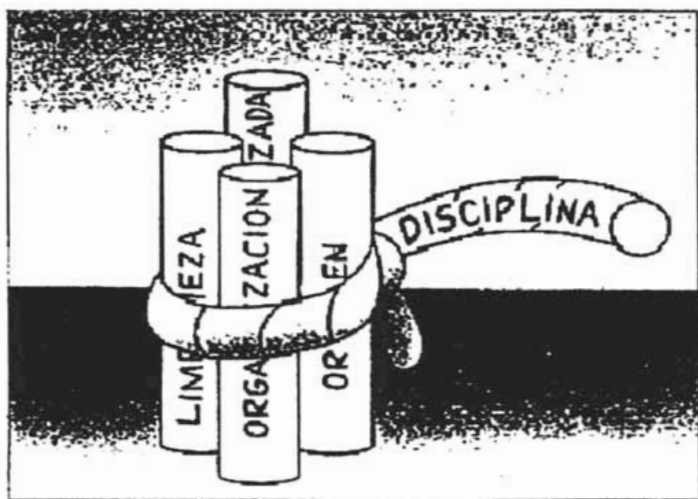
En muchas fábricas, se gasta gran cantidad de esfuerzo y tiempo en vano en la selección y limpieza porque a la empresa le falta la disciplina para mantener las condiciones de las cinco eses sin continuar en la implantación de estos en una base de día a día. Incluso si la empresa organiza ocasionalmente campañas y competencias relacionadas a las cinco eses, sin disciplina estas no duran mucho.

En muchas situaciones de fábrica, la palabra disciplina asocia una connotación negativa de reprimendas y señales de alarma. En el contexto de las 5s, la disciplina tiene un significado diferente. Significa tener el hábito de mantener correctamente los procedimientos apropiados. (5S PARA TODOS. Productivity press.)

Estos son algunas de las cosas que suceden cuando la disciplina no se implanta bien respecto a las 5s de una empresa:

1. Los elementos innecesarios empiezan a acumularse tan pronto como se ha completado la implementación de la organización.
2. Aunque la implantación del orden se haya planificado bien, herramientas y plantillas no se devuelven a los lugares designados después de usarlas.
3. Aunque el equipo se ensucie, poco o nada se hace para limpiarlo.

4. Se deja que los elementos se sitúen en las rutas de paso, propiciando que las personas tropiecen y se dañen.
5. Las máquinas sucias o impropriamente lubricadas empiezan a funcionar mal y producen artículos defectuosos.
6. Lugares de trabajo sucios, mal iluminados y desorganizados rebajan la moral de los empleados.



La disciplina nos sirve para integrar y sostener los cuatro primeros pilares.

Figura 2.4.5.-Esquemizamos como la disciplina mantiene unidos a las primeras cuatro eses.

2.5 SMED

El SMED es un acrónimo (de los términos de la lengua inglesa S=single, M=minute, E=exchange, D=die.) para la expresión cambio de útiles en menos de diez minutos. El SMED es una teoría y conjunto de técnicas que hacen posible realizar las operaciones de cambio de útiles y preparación de máquinas en menos de diez minutos. El SMED se desarrolló originalmente para mejorar las preparaciones y montajes para producción de prensas y máquinas herramientas, pero sus principios se aplican a las preparaciones de máquinas de todas clases de procesos.

Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a la empresa y al trabajador mismo. (Shigeo Shingo, 1990)

Actualmente, los clientes desean una amplia variedad de productos en cantidades limitadas de cada tipo cuando las necesitan. Esperan elevada calidad, buen precio, y entregas rápidas. El SMED ayuda a las empresas a satisfacer esas necesidades con menos despilfarro haciendo efectiva en costos la producción de artículos en pequeñas cantidades, o lotes.

El SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles/preparaciones requieren mucho tiempo. Cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen siempre que es necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes, lo que tiene muchas ventajas:

- Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes inventarios.
- Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempo de espera para los clientes.
- Productividad más elevada: tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.

En fabricación, un proceso es un flujo continuo en el que los materiales en bruto o materias primas se convierten en productos acabados. En términos más simples, un proceso es el procedimiento para hacer las cosas. Los procesos de fabricación tienen cuatro fases básicas:

1. Proceso: ensamble, desensamble, alteración de la forma o de la cantidad.
2. Inspección: comparación con un estándar.
3. Transporte: cambio de lugar.
4. Almacenaje: periodo de tiempo durante el cual no se realiza ningún trabajo, transporte o inspección sobre el producto.

A menudo, los materiales pasan por varias de esas fases durante el proceso entero de fabricación.

En contraste, una operación es cualquier acción realizada por trabajadores o máquinas sobre materiales en bruto, trabajos en curso, o productos acabados. Es lo que hay que hacer para transformar algo.

La producción es una red de operaciones y procesos, cada fase del proceso de fabricación tiene una o mas operaciones correspondientes. Estas incluyen las operaciones de preparación de máquinas y cambio de útiles así como operaciones esenciales tales como el mecanizado del material.

Una operación de preparación incluye las tareas de preparación y ajuste que se realizan antes y después de procesar cada lote.

Preparación interna: incluye las tareas que solo pueden hacerse estando la máquina parada. Por ejemplo, en una prensa solo puede montarse un nuevo útil estando parada.

Preparación externa: esta clase de preparación incluye las tareas que pueden hacerse con la máquina en funcionamiento. Por ejemplo, los pernos que hay que instalar en el útil pueden ensamblarse o desmontarse mientras la prensa esta operando. La preparación de un equipo incluye las tareas de limpieza, retirada de útil, montaje de nuevo útil, ajustes y otras que se realizan antes y después de procesar cada lote.

Anteriormente hemos visto que las operaciones de preparación internas y externas forman parte de cada una de las cuatro fases del proceso de fabricación. Similarmente, todas las operaciones de preparación que no se han mejorado a través del SMED se componen de cuatro pasos, cualquiera sea el tipo de equipo o de operación. Estos cuatro pasos son:

1. Preparación, ajustes posteriores al proceso, chequeo de materiales y herramientas. Este paso asegura que todas las piezas, plantillas y

herramientas están donde deben de estar y que funcionan apropiadamente. Este paso incluye también el periodo posterior al proceso en el que todos estos elementos se retiran y devuelven a su punto de almacenaje, la maquinaria se limpia, etc.

2. Montaje y desmontaje de cuchillas, útiles y piezas. Este paso incluye la retirada de piezas, útiles y herramientas después de procesar un lote, y el montaje de útiles, herramientas y piezas para el lote siguiente.
3. Mediciones, montajes y calibraciones. Este paso incluye todas las mediciones y calibraciones que deben hacerse con el fin de realizar una operación de producción, tales como el centrado, el dimensionamiento, las mediciones de temperatura o presión, etc.
4. Serie de ensayos y ajustes. En el paso final de una operación de preparación adicional, los ajustes se hacen después de que se procesan una o más piezas de prueba. Los ajustes son más fáciles, en cuanto más precisas sean las mediciones y calibraciones del paso anterior. En una preparación tradicional la máquina no fabrica buenos productos hasta que se termina este paso, de modo que se considera parte de la preparación interna.

El enfoque del SMED se implanta en tres fases las que se describen en la siguiente figura (2.5.1):

Fases conceptuales del SMED y técnicas prácticas

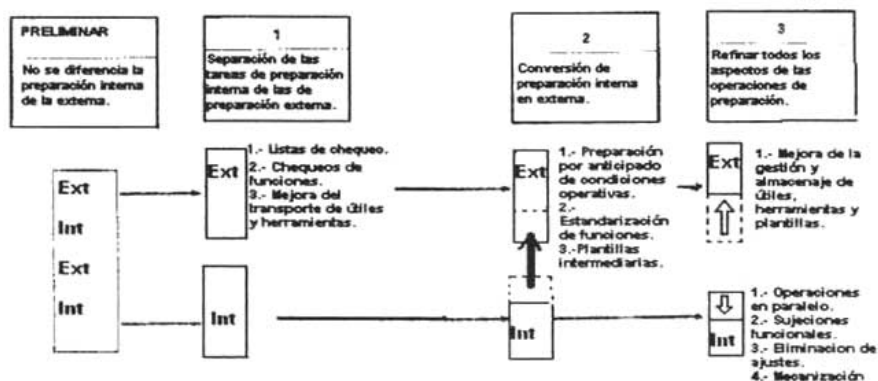


Figura 2.5.1. Fases conceptuales del SMED.

Fase 1: separación de la preparación interna y externa.

El paso mas importante de la implantación del SMED es distinguir entre las operaciones de preparación internas y externas. Haciendo obvias la operaciones de preparación y transportes que pueden realizarse mientras la máquina funciona, el tiempo necesario para la preparación interna, con la máquina parada, puede usualmente reducirse de un 30 a un 50 por ciento.

Ciertas tareas claramente pueden hacerse antes de que las máquinas se paren para cambiar el útil. Estas incluyen reunir al personal necesario, preparar piezas, útiles y herramientas, hacer preparaciones, y llevar útiles, herramientas y piezas cerca del equipo.

Tres técnicas prácticas nos ayudan a separar las operaciones de preparación internas y externas. Estas técnicas son: uso de listas de chequeo, realizar chequeo de funciones y mejorar el transporte de útiles y otros elementos.

Una lista de chequeo relaciona todos los elementos que se requieren para preparar un equipo y hacer funcionar la siguiente operación (figura 2.5.2). La lista incluye elementos tales como:

- Útiles herramientas, especificaciones, y trabajadores requeridos.
- Valores apropiados para las condiciones operativas tales como la temperatura, presión, corriente, y tasa de alimentación.
- Mediciones y dimensiones correctas requeridas por cada operación.

El chequeo de los conceptos de la lista antes de que pare la máquina ayuda a evitar omisiones y errores que de otro modo habrían dificultado y retrasado las tareas una vez comenzado la preparación interna.

Los chequeos de funciones deben hacerse sensiblemente antes de que comience la preparación de modo que puedan hacerse reparaciones o rectificaciones si algo no funciona correctamente. Asegurar de que elementos tales como útiles, herramientas, moldes o plantillas, están en orden para trabajar antes de que se monten, reducirá considerablemente el tiempo de preparación.

Mejora del transporte de piezas y útiles; los útiles, moldes, herramientas, plantillas, calibres, y otros elementos necesarios para una operación deben trasladarse desde las áreas de almacenaje hasta las máquinas, y después devolverse al almacenaje una vez acabado el lote. Para acortar el tiempo de parada de la máquina, el transporte de estos elementos debe hacerse durante la preparación externa. Similarmemente, los viejos útiles, herramientas y otros elementos no deben trasladarse fuera del área de la máquina hasta que se hayan instalado el útil y todos los accesorios en la máquina y esta arranque el proceso del siguiente producto.

Lista de Chequeo de operación			efectiva a 30/4
Equipo: Línea C empaquetado de cajas			
Operación: Cambio a tamaño de 3.5 libras			
Fechas: 7/5			
	Empleados entrenados para preparación y operación (necesarios 2)		
	González, M.	✓	Catalan, L.
✓	Elizalde, B.		Osorio, S.
Herramientas necesarias			
✓	apretatuercas automático		
✓	llave exagonal		
	carro de rodillos -en línea B hasta 10:30-		
Piezas necesarias			
✓	Placa elevadora—tamaño 3,5 lb.		
✓	placa de comprensión—tamaño 3,5 lb.		
✓	taladro de alimentación—tamaño 3.5 lb		
✓	manguera de vacío, paños, cepillos de limpieza		
Procedimientos estándares a seguir			
✓	SOP 001 (preparación)	✓	SOP 003 (limpieza)

Figura 2.5.2 que muestra ejemplo de lista de chequeo.

Fase 2: Conversión de preparación interna en externa.

La reducción adicional de los tiempos de preparación para acercarse a la gama de tiempos inferiores a 10 minutos, involucra dos actividades importantes:

- 1) reexaminar las operaciones para ver si algunas se asumen erróneamente como de preparación interna, y
- 2) encontrar modos de convertir estos pasos en preparación externa.

A menudo, las operaciones pueden convertirse en externas analizando su verdadera función y estandarizando las funciones.

Estandarización de funciones: Cuando los útiles o elementos de la máquina para la nueva operación son diferentes a los de la previa, los operarios deben hacer ajustes que consumen tiempo durante las operaciones de preparación —a menudo mientras la máquina esta parada—.La estandarización mantener iguales determinados parámetros y condiciones de una operación a otra ayuda a reducir estas tareas de preparación interna.

El SMED usa un enfoque orientado denominado estandarización de funciones. Sería sumamente costoso y despilfarrador hacer iguales las dimensiones externas de cada útil, troquel, herramienta o plantilla, cualesquiera que sean el tamaño o la forma del

producto a procesar. La estandarización de funciones evita este despilfarro estandarizando solamente los elementos cuyas funciones son esenciales para el montaje del útil o herramienta. La estandarización de funciones puede aplicarse, por ejemplo, al dimensionamiento, centrado, fijaciones, agarre o expulsión del producto.

La realización de la estandarización de funciones incluye dos pasos:

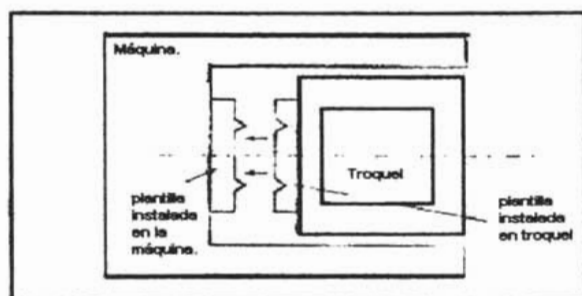
Observar cuidadosamente cada función individual del proceso de preparación y decidir que funciones pueden estandarizarse.

Observar de nuevo las funciones y pensar sobre como puede aumentarse la eficiencia reemplazando el menor número de elementos posibles.

Plantillas intermediarias. En muchos procesos, pueden usarse plantillas intermediarias para convertir tareas de preparación interna en externa. Las plantillas intermediarias son placas o monturas de dimensiones estándares que pueden retirarse de la máquina.

Mientras el útil montado sobre una de estas plantillas se esta usando en la máquina, el útil siguiente se esta montando y centrando sobre otra plantilla como procedimiento de operación externa. Cuando acaba el trabajo con el primer útil, se monta en la máquina la segunda plantilla, con el siguiente útil ya montado y centrado. (Figura 2.5.3)

Las plantillas intermediarias pueden usarse también para montar piezas de trabajo y máquinas herramientas.



Ejemplo de plantilla de centrado, que posiciona automáticamente el troquel.

Figura 2.5.3. Plantilla en máquina que facilita el centrado del troquel.

Fase 3: Refinamiento de todos los aspectos de las operaciones de preparación.

Para reducir adicionalmente los tiempos de preparación, los elementos básicos de cada operación de cambio de útiles se analiza en detalle. Se aplican principios específicos para acortar los tiempos necesarios, especialmente en el caso de las operaciones de preparación interna, con la máquina parada. (Shigeo Shingo, 1990)

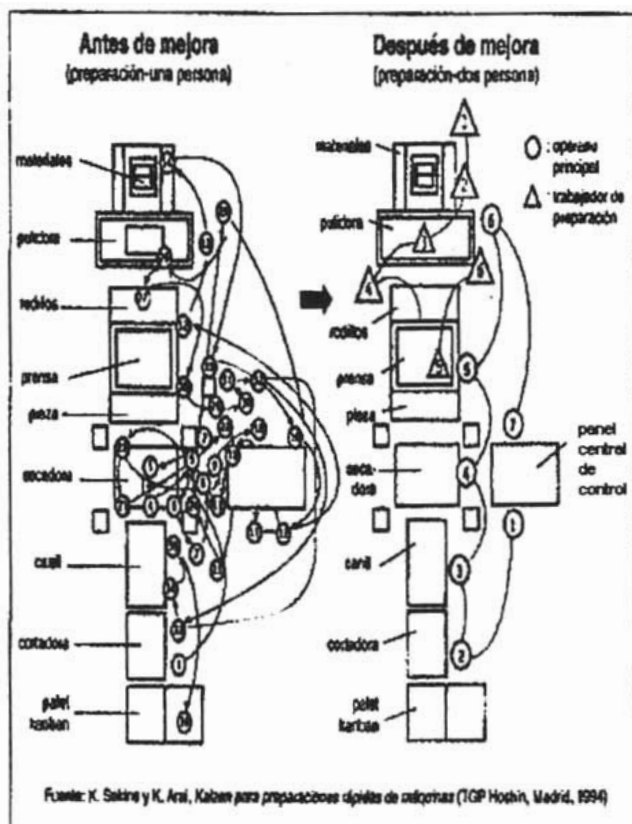
Las mejoras de la preparación externa incluyen refinar el almacenaje y el transporte de piezas y útiles. Las operaciones de almacenaje y transporte interno de útiles pueden consumir mucho tiempo, especialmente si su empresa mantiene un gran número de útiles. El almacenaje y transporte puede mejorarse marcando los útiles con códigos de color y números de localización de los estantes donde deben almacenarse, los estantes se marcan también con la misma dirección de retorno, lo que facilita encontrar los útiles y devolverlos a sus puntos de almacenaje propios.

Realización de operaciones en paralelo. (Figura 2.5.4.)

Las máquinas tales como las grandes prensas, las máquinas de moldeo de plásticos, y las de fundición requieren a menudo operaciones en la parte frontal y trasera de la máquina. Las preparaciones realizadas en tales máquinas por una sola persona significan un gran derroche de tiempo y movimientos por qué la, misma persona está constantemente desplazándose de un extremo a otro de la máquina, por delante y por detrás.

Las operaciones en paralelo dividen las tareas de preparación entre dos personas, una a cada extremo de la máquina.

Cuando la preparación se hace usando operaciones paralelas, es importante mantener unas operaciones fiables y seguras y minimizar los tiempos de espera. Para ayudar a refinar las operaciones en paralelo, los trabajadores desarrollan y siguen cuadros de procedimientos de cada preparación. Un cuadro de procedimientos indica la secuencia de tareas que cada trabajador debe realizar, el tiempo, y cuando hay que preferir señales de seguridad. Siguiendo la directiva del cuadro de procedimientos, los involucrados en la operación saben lo que tienen que hacer y cuando.



Reducción de tiempo de preparación empleando dos personas en operaciones en paralelo

Figura 2.5.4 mostrando un diagrama para dar un ejemplo del impacto que puede tener el aplicar operaciones en paralelo.

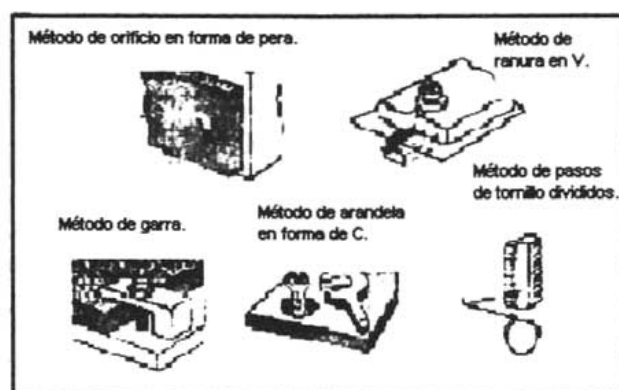
Uso de anclajes (sujeciones) funcionales. (Figura 2.5.5)

En las preparaciones tradicionales, a menudo se usan pernos para sujetar útiles o herramientas directamente a la máquina. Sin embargo, en las preparaciones que aplican el sistema SMED, los tornillos se consideran el "enemigo". Esto es consecuencia de que el uso de tornillos y tuercas hace lentas las tareas de preparación interna en cierto número de formas como por ejemplo:

Tornillos que se aflojan. Los pernos y tuercas flojos pueden desaparecer debajo de las máquinas o rodar hasta huecos o parrillas del suelo.

Tornillos que no armonizan o no ensamblan. Los pernos no siempre están estandarizados, incluso los de una preparación. Encontrar y ajustar los pernos y tuercas correctos pueden necesitar tiempo y búsqueda.

Lo mas importante, lleva demasiado tiempo apretar los tornillos.



Refinación de la preparación: ejemplos de sujeciones funcionales.

Figura 2.5.5 observamos las sujeciones funcionales más comunes.

Líneas de centrado y planos de referencia visibles. En una operación de preparación tradicional, las líneas de centrado y los planos de referencia pueden no estar visibles en la máquina. Esto significa que la posición correcta para un útil o herramienta, o pieza de trabajo debe encontrarse por intuición o por ensayo y error. Hacer visibles estas líneas de centrado y planos de referencia es una estrategia efectiva para eliminar ajustes posteriores.

Sistema de mínimo común múltiplo (LCM). Muchas de las operaciones realizadas en una máquina tienen elementos en común, en las que se hacen cosas similares pero con

diferentes dimensiones, patrones, u otras funciones. El sistema del mínimo común múltiplo combina estos elementos comunes en un mecanismo que puede manejar las diferentes funciones necesarias. Durante el cambio de útiles, el mecanismo permanece en la máquina y solo cambia la función. En un sistema LCM, la función se realiza haciendo un cambio de montaje rápido, tal como un giro de la herramienta en el huso o mover un conmutador. Por lo tanto, dos principios básicos del sistema LCM son:

Dejar el mecanismo solo y modificar solamente la función.

Hacer graduaciones, no ajustes.

Mecanización. La mecanización debe considerarse solamente después de que se hayan hecho todos los intentos posibles para las técnicas ya examinadas.

La mecanización es esencial para trasladar grandes útiles de prensas, moldes de fundición y moldes de plástico, las técnicas prácticas incluyen.

- Uso de carretillas elevadoras para inserción en máquinas.
- Mover pesados útiles sobre mesas de rodillos.
- Sujetar y aflojar útiles por control remoto.
- Uso de mandos eléctricos para hacer ajustes de altura.
- Uso de la energía de las prensas para mover útiles.

2.6 KANBAN

El sistema kanban es una herramienta de la manufactura justo a tiempo, que representa un sistema de demanda para controlar la producción y el movimiento del material dentro de los procesos, y para comunicar la demanda a los proveedores externos.

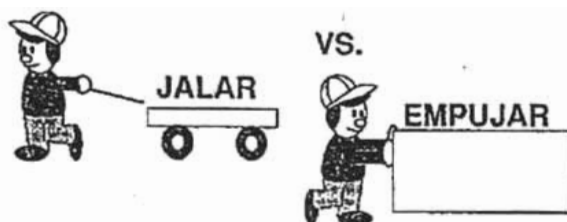
El sistema kanban expone el desperdicio y ordena los esfuerzos para mejorar y simplificar los procesos ya que trabaja en una relación proceso-consumidor = proceso-proveedor.

El kanban es una herramienta cuya función principal es la de asegurar la coordinación de las órdenes de trabajo, con el objetivo principal de prevenir los excesos o falta de partes. Nos ayuda en controlar la exactitud de los inventarios a niveles arriba de 95 %, manteniendo en todo momento a identificación de todos los materiales dentro de la planta. Otra función clave del kanban es la de mover los materiales en contenedores designados, los cuales se irán estandarizando a medida que se institucionaliza el sistema.

Ventajas del sistema kanban:

- Reducción del tamaño de lotes.
- Reducción de tiempos de ajustes.
- Mejorar frecuencia de entregas.
- Mejorar la comunicación.
- Mejora flexibilidad de procesos,
- Mejorar la habilidad para responder a los cambios.
- Reducir papelería.
- Mejorar la calidad.
- Reducir los niveles de inventario en proceso.
- Reducir niveles de inventario de materia prima.

El concepto de "pull" o jalar constituye la base lógica del kanban, en el sentido de que la producción controlada por el kanban es arrastrada o jalada hacia adelante en vez de moverse por los métodos tradicionales de empuje o "push". Figura 2.6.1.



kanban: concepto de jalar-contramétodo tradicional empujar.

Figura 2.6.1 concepto kanban.

Kanban significa "tarjeta" o "ticket". El kanban controla los flujos de producción controlando los procedimientos necesarios mediante el principio "pull", y a través de todos los puntos de localización del consumo de material en procesos. Los requerimientos de materiales fluyen hacia los procesos precedentes y las necesidades identificadas en cada paso se comunican al proceso precedente enganchando kanbans a los contenedores. Los kanbans, por lo tanto, constituyen la documentación para completar los pasos precedentes.

Tipos de kanban.

Kanban de producción: Son usados para líneas de ensamble y otras áreas donde los tiempos de ajuste son cero.

Este tipo de kanban es usado para comunicar la necesidad de otra pieza. Puede tomar la forma de un cuadro, un contenedor vacío, u otro método para comunicar la demanda.

Kanban de señal: Son usados para lotes de producción en áreas tales como prensas, tomos, corte, troqueladoras, fabricación, etc....

Localizando este tipo de tarjeta en ciertas posiciones (puntos de reorden) y especificando el tamaño del lote a producir.

Este kanban debe ser comunicado a la persona responsable para surtirlo. Esta tarjeta funciona como un kanban de producción.

Kanban de movimiento o transporte: Son usados para entregar partes en áreas tales como líneas de ensamble, donde la entrega debe hacerse justo a tiempo para el ensamble.

Mientras que las líneas de fabricación pueden mover una parte a través de diferentes procesos, una línea de ensamble típica demanda o jala partes de múltiples localizaciones.

Para determinar la cantidad de abastecimiento, se deben considerar algunos factores:

1. La frecuencia en que puede ser abastecido el material, sin incurrir en trabajos y costos extras.
2. Si la parte es localizada cerca del área de producción y pueda ser abastecida a bajo costo y frecuentemente, o si esta localizada fuera de la empresa o en otra ciudad.

Reglas del kanban:

Las partes defectuosas nunca deben ser enviadas al proceso subsiguiente. Esta regla atiende a la calidad de las partes que el kanban mueve. En un sistema justo a tiempo existe la necesidad absoluta de mantener el más alto nivel de calidad en la producción y compra de partes. Se eliminan los inventarios de seguridad para cubrir las partes defectuosas. Los empleados deben estar consientes de la importante necesidad de producir y usar partes de alta calidad en cada uno de los pasos del proceso. Esta regla requiere la existencia de una forma eficaz para reportar los problemas de calidad al proceso precedente para tomar acción inmediata.

El kanban debe moverse solo cuando el lote que el describe se haya consumido. Esta regla exige que el proceso subsiguiente tome las partes necesarias del proceso anterior en las cantidades necesarias y en el momento preciso que se requieren. El proceso subsiguiente debe solicitar más partes al proceso anterior solo después de que haya consumido todas las partes que el kanban describa.

El proceso precedente siempre debe producir sus partes en las cantidades retiradas por el proceso subsiguiente. Esta es la regla del sistema justo a tiempo. Los procesos nunca deben de sobre producir partes. Un kanban de movimiento, genera uno de producción en el proceso precedente. Este proceso precedente usa el kanban de producción para sincronizar el flujo con la tasa de consumo de los kanban de movimiento que a los que sirve.

No se permite el retiro de partes sin un kanban. El kanban es el único conducto para permitir el movimiento de partes de un proceso precedente a uno subsiguiente.

Ningún proceso precedente puede mover las partes sin que lo autorice la solicitud de algún kanban.

Un kanban debe de acompañar siempre a los productos físicos. El kanban es una tarjeta viajera, y siempre viajara sola del proceso subsiguiente al proceso precedente, para solicitar nuevas partes. Pero una vez que el operador lo pega a un nuevo lote de partes, la tarjeta debe de viajar con el hasta que la ultima parte se haya usado. Entonces el kanban puede regresar al proceso precedente para buscar un nuevo lote. Al enviar un kanban al proceso precedente, es normal echarlo dentro de un buzón, o ponerlo en un tablero.

El número de piezas enviadas al proceso subsiguiente debe ser exactamente el especificado en el kanban. El proceso precedente no debe emitir un kanban con base en un número incompleto de partes. Debe contener la cantidad exacta definida por el.

El kanban debe ser procesado en todos los centros de trabajo de manera estricta en el orden en el que llegan estos. Cuando un buzón o un tablero tienen diversos kanbans de diferentes procesos, los operadores de esos centro de trabajo deben darles servicio a los kanbans en el orden en que han ido llegando. El romper esta regla ocasionara problemas en los procesos subsecuentes.

Reducir el número de kanban a medida que se elimine el desperdicio en los procesos subsecuentes. Iniciar un proceso de mejoramiento de los procesos.

Planeacion de materiales del kanban.

El planeador de materiales es la persona responsable de la emisión de las tarjetas kanban. Determina también el tamaño de los lotes que el kanban va a obtener. Puede en ocasiones emitir tarjetas adicionales para incrementar la producción de alguna parte específica, y también puede retirar de la circulación tarjetas a fin de reducir el programa de producción. Sin embargo, no puede determinar el tamaño de los lotes sin consultar la capacidad de la planta o el proceso y sin conocer los contenedores que se emplean para el empaque y transporte de los materiales.

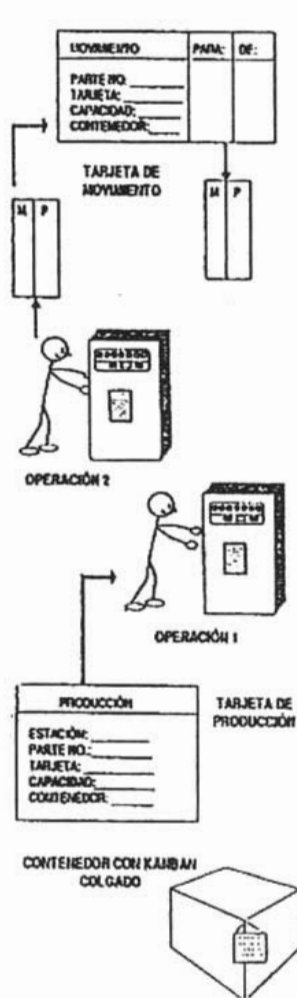
Manejo del scrap.

Los desperdicios o el "scrap" son una de las cosas que se tratan de una forma diferente en la manufactura justo a tiempo que en la manufactura tradicional. Se usan técnicas visuales, y los encargados del material se hacen cargo del papeleo.

Cuando los operadores encuentran una parte dañada, ponen una ficha de pocker de su kanban de movimiento. Cada ficha de pocker en el kanban representa una pieza de material defectuoso.

El no reportar el scrap en forma oportuna, hará que sea imposible tener un balance correcto del inventario.

En la figura 2.6.2 mostramos un esquema de cómo se da el flujo kanban, ejemplificando tarjetas de movimiento y producción.



FLUJO KANBAN

1. El operario dos necesita material, le lleva una tarjeta de movimiento al operario uno, éste la cuelga a un contenedor, descolgándole la tarjeta de producción y poniéndola en el tarjetero. Esta tarjeta, lo autorizará a producir otro contenedor de material.

2. El operario dos se lleva el contenedor con la tarjeta de movimiento colgada. (Es el material que necesitaba).

3. El operario uno produce el material; lo pone en un contenedor, anudándole la tarjeta de producción; (que lo autorizó a producirlo).

4. Se repiten los pasos 1, 2 y 3; mientras no haya tarjeta, no se produce o mueve.

5. La cantidad de tarjetas y contenedores en el sistema, sirve como regulador del inventario en proceso.

Nota: Si las estaciones son visibles entre sí quizá sólo se requiera una

Se puede asumir que un contenedor estandar debe ser llenado siempre con un número determinado de partes.

Figura 2.6.2 flujo kanban

2.7 TECNOLOGIA DE GRUPOS.

Debido a los cambios en el mercado y la necesidad de abatir costos se empezó a buscar un sistema que tuviera ventajas del sistema en línea sin perder la versatilidad del sistema funcional. Se logro una nueva disposición respecto a la distribución de la maquinaria y una consecuente administración de la producción, tal diseño se conoce como Tecnología de Grupos.

Pero definamos estos nuevos conceptos:

Grupos tecnológicos (GT). Es la distribución física de un grupo de máquinas para procesar familias de partes semejantes. Este grupo forma el elemento fundamental sobre el cual se basa el sistema total de producción. Un grupo tecnológico de familias se puede crear en el conjunto de grupos tecnológicos de componentes.

Sistemas de producción por grupos tecnológicos. Es un conjunto de subsistemas que define el control y programación de producción, distribución de maquinaria, control de calidad, control de personal y asignación de costos con base en grupos tecnológicos como elementos fundamentales.

Tecnología de grupos. Todas las actividades en todos los niveles de la empresa para producir mediante grupos tecnológicos.

El concepto de grupo tecnológico incluye los siguientes puntos básicos:

- Las piezas fabricadas en la empresa tienen características comunes que permiten agruparlas por familias de partes.
- La semejanza de piezas se puede aprovechar para integrar un grupo de máquinas que realicen todas las operaciones para determinada clase de partes.
- Con equipo adicional, los grupos tecnológicos pueden ampliar el rango de procesos por realizar.
- Los grupos tecnológicos demandan un nuevo sistema en la relación con otros departamentos.

Debe mencionarse que el sistema de grupos tecnológicos tiene ventajas y desventajas en áreas como: diseño, planeación y programación de la producción, producción, manejo y administración. En cuanto a lo relativo a producción tenemos:

Ventajas.

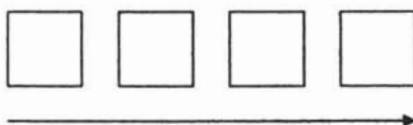
1. Las familias de partes mejoran los métodos de manufactura.
2. Las familias de partes mejoran la distribución de la planta (lay out) y como resultado, reducen el costo del manejo de material.
3. Las familias de partes mejoran el aprovechamiento del área de trabajo.
4. En general, la estandarización reduce el tiempo unitario.
5. Se reduce la mano de obra.
6. Se reduce el número de desechos.
7. Mediante la especialización del supervisor y operarios se mejora la calidad de la producción.
8. Se reduce la variedad de los tipos y formas de la materia prima.

Desventajas.

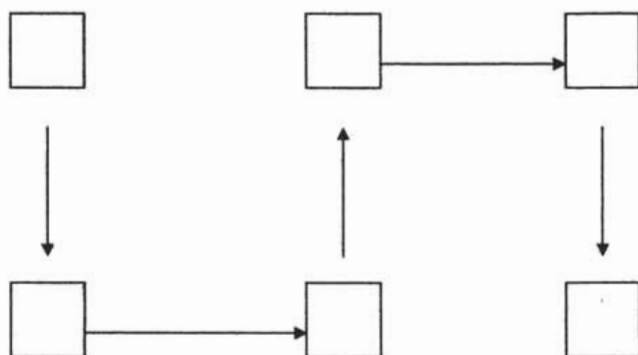
1. Podría ser necesario emplear nuevo personal para lograr en un periodo determinado los objetivos de los grupos tecnológicos.
2. La aplicación de grupos tecnológicos no resulta exitosa sin la colaboración entre los departamentos.
3. Pueden surgir problemas en el balance de capacidad de maquinaria.
4. En caso de fallas en la maquinaria básica se puede detener todo el grupo tecnológico, lo cual significaría que este sistema no es flexible para los cambios inesperados.
5. La reorganización de la planta de la planta según los requisitos de los grupos tecnológicos puede ocasionar fuertes gastos.
6. La selección apropiada y la capacitación del personal es muy importante y difícil de realizar.

En cuanto al manejo de materiales podemos considerar que existen algunos arreglos posibles más comunes como son:

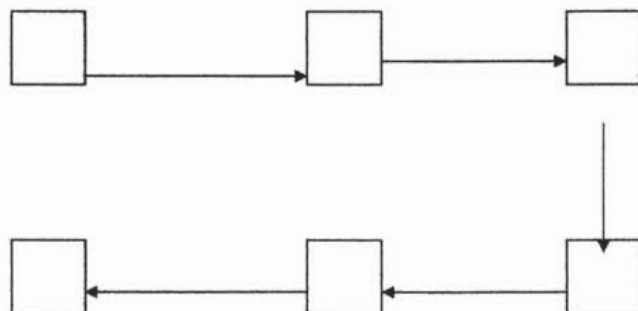
- Flujo lineal. Aplicable para ciclos cortos y sencillos de producción que cuenta con poca maquinaria.



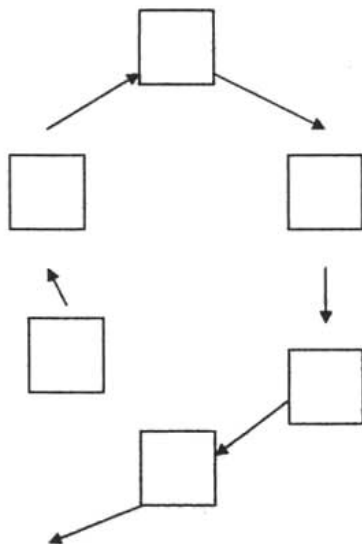
- Serpentino o zig zag. Para las líneas largas. Esta forma permite acomodar las instalaciones, utilizando las áreas disponibles, de manera económica.



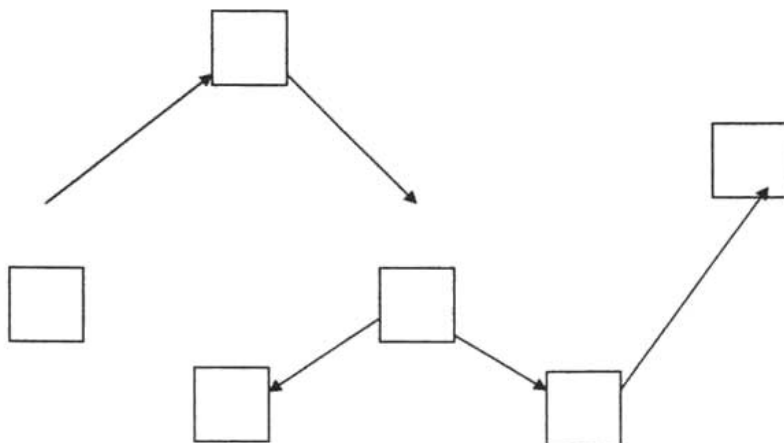
- **Forma U.** Se aplica para lograr terminación de la secuencia de operaciones en el mismo lugar que al principio. Esta forma facilita el sistema de transporte y uso de máquinas intercambiables.



- Forma circular. Se aplica para empezar y terminar en el mismo lugar, por ejemplo en fundición; debido a la localización de embarques y para repetir el uso de maquinaria.



- Angulo impar. Forma muy común, se aplica en los casos de flujo corto entre los grupos de maquinaria; manejo automatizado de material y limitaciones del área de trabajo.



La manufactura celular es un sistema en el que se agrupa gran número de piezas comunes y se producen en una célula compuesta de todas las máquinas que se necesitan para producir ese grupo. Cuando se requieren grandes cantidades de cada pieza, las celdas pueden automatizarse casi por completo, lo cual da lugar a que se designe a esas celdas con el nombre de manufactura flexible. (Bernard Mariuz, 1996)

En muchas ocasiones, la eficacia de las fábricas se ve perjudicada por la mala ubicación de las actividades. Esta situación ha podido crearse como consecuencia de una extensión poco controlada o, sencillamente, porque la dirección de la industria prefiere tener las máquinas distribuidas de una manera "funcional", donde las máquinas que llevan a cabo el mismo tipo de operación se encuentran agrupadas. Y esto provoca que la longitud de los recorridos resulte excesivamente larga, con el consiguiente deterioro del plazo de fabricación.

Algunas de las ventajas más significativas que proporciona el establecimiento de células en la planta son:

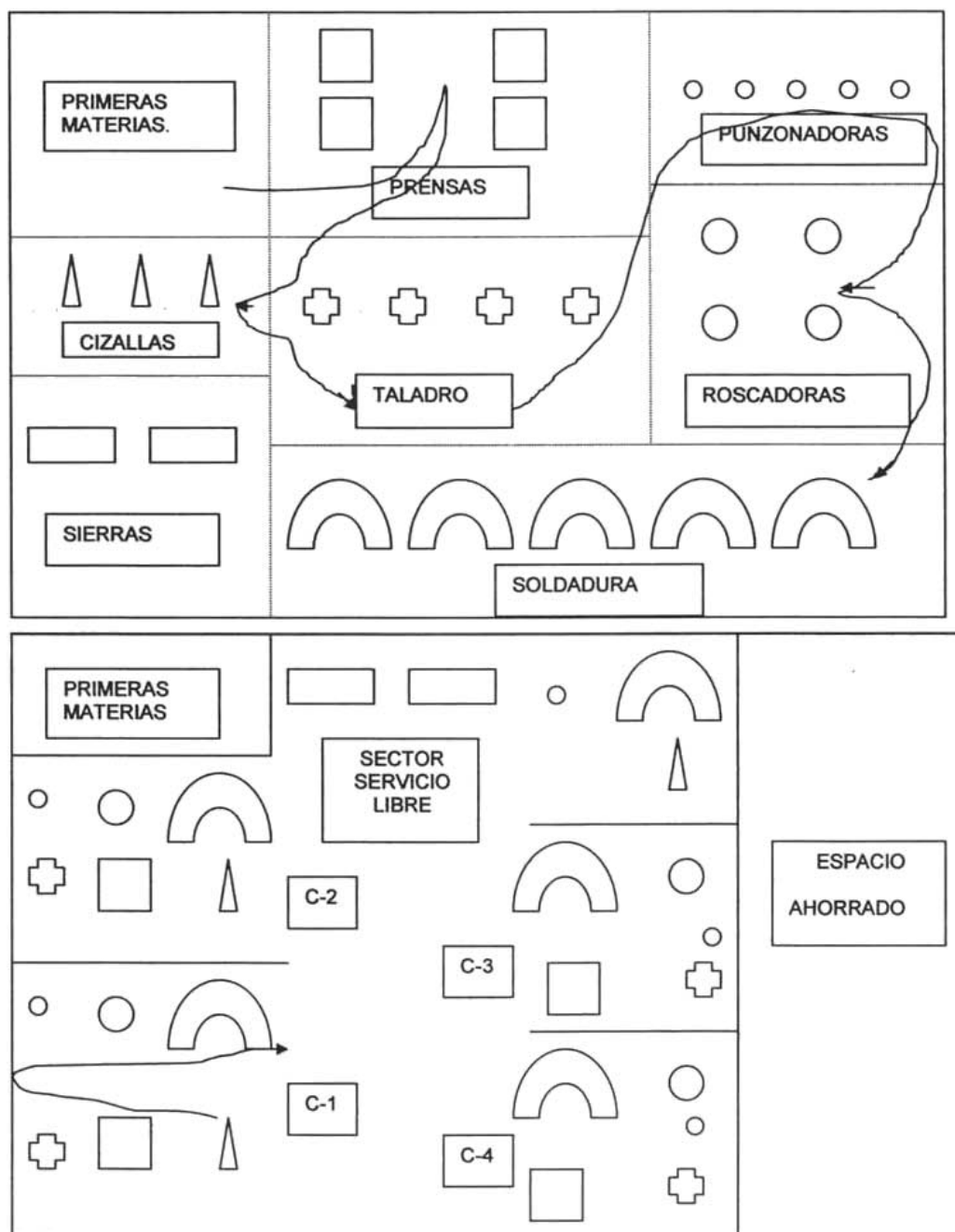
- La disminución y manipulación de materiales.
- Menor cantidad de desperdicios y calidad mejorada.
- Ambiente de trabajo estimulado.
- Disminución/eliminación de producto en curso.
- Mejor programación.
- Más flexibilidad.
- Disminución de tamaños en los lotes.
- Disminución global del tiempo de producción.

Como podemos observar en la figura 2.7.1, la organización se simplifica porque ya no se trata de planificar para cada grupo de piezas el paso por cada una de las máquinas, sino un solo paso a través de la célula. En vez de ser organizados por procesos, la maquinaria y los procesos necesarios son organizados por productos o familias de productos.

El desarrollo de las células de fabricación requiere un gran compromiso por parte de la dirección, ingenieros y, lo mas importante, de los operarios de la planta; mientras que en muchas ocasiones será necesaria poca o ninguna inversión en equipos.

Otro aspecto muy utilizado en las células es el denominado manejo multiproceso. Significa que un trabajador maneja varios procesos en una célula, procesando las piezas una a una, siguiendo la secuencia de producción.

Figura 2.7.1 observamos como al aplicar el agrupamiento por celdas mejoramos los procesos e incluso ahorramos espacio.



3. EL PROCESO DE MANUFACTURA EN LA EMPRESA.

3.1 ESTADO INICIAL DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN.

El proceso de manufactura de las tuercas unión a prueba de explosión se desarrolla en tornos automáticos y debido a que estos procesan otros productos como conectores a prueba de agua, flechas de partes de cajas de conexión y se programan por partes, es decir se fabrican primero cuerpos después niples y al final tuercas o el orden puede variar, lo que continua es llevarlos al almacén, para que después de que control de producción gira una orden de producción se surten los componentes al área de ensamble, donde se coloca el producto ensamblado y lavado colocado en cajas selladas que contienen la garantía del producto y una hoja de devolución la cual contiene información de fecha de fabricación y nombre del operador que ensambló. Para lo cual tenemos los siguientes datos de la realidad que se encontró al iniciar el proyecto:

- Espacio utilizado: 120 m². Se toman las mediciones de las diferentes áreas donde se procesan las tuercas unión, como son las áreas ocupadas por los tornos, el área usada en el almacén, las áreas de las mesas de ensamble.
- Distancia de recorrido del producto: 774 m. Ubicamos en este concepto el total del recorrido de las partes desde que se surte la materia prima hasta que entra como producto terminado al almacén.
- Inventario en proceso: 20138 pzas. Son contabilizadas las piezas que se encuentran durante todo el recorrido del proceso de producción y que su estado es de producto semiterminado.
- Producción: 200 pzas/turno. Tomamos el promedio de las órdenes de producción que se giran durante un mes.
- Set-up: 120min. Las operaciones de preparación promedio por máquina para cada componente de las tuercas unión, ya que para el cambio de medida, por ejemplo de ½" a ¾" el set-up es de 60 min. por máquina.
- Tiempo ciclo. 480 min.

Las tuercas unión son instaladas en tuberías conduit roscadas para conectar dos tramos de tubo conduit o bien para conectar el tubo conduit a cajas registros o envolventes el material utilizado es aluminio libre de cobre.

A continuación presentamos la tabla 3.1.1 con los valores y los tipos de tuercas unión macho en la empresa.

Tuerca unión macho. (UNY)



Tamaño mm	Tamaño "	Longitud	Diámetro	Catalogo	Fabricación
12.7	½	57.1	35.32	UNY-105	Torno autom.
19.0	¾	57.1	41.27	UNY-205	Torno autom.
25.4	1	63.5	48.02	UNY-305	Torno autom.
31.7	1 ¼	80.7	69.85	UNY-405	Torno autom.
38.1	1 ½	89.7	77.75	UNY-505	Torno autom.
50.8	2	95.2	96.83	UNY-605	Torno autom.
63.5	2 ½	117.1	109.53	UNY-705	Torno CNC
76.2	3	127.0	130.57	UNY-805	Torno CNC
88.9	3 ½	139.7	179.07	UNY-905	Torno CNC
101.6	4	142.5	179.07	UNY-1005	Torno CNC
127.0	5	133.3	207.7	UNY-012	Torno CNC
152.4	6	136.3	236.1	UNY-014	Torno CNC

Tabla 3.1.1 que muestra los diferentes tamaños así como número de catálogo y modo de fabricación para tuerca macho.

A continuación presentamos la tabla 3.1.2 con los valores y los tipos de tuercas unión hembra en la empresa.

Tuerca unión hembra. (UNF)



Tamaño mm	Tamaño "	Longitud	Diámetro	Catalogo	Fabricación
12.7	½	44.3	35.32	UNF-105	Tomo autom.
19.0	¾	44.3	41.27	UNF-205	Tomo autom.
25.4	1	50.8	48.02	UNF-305	Tomo autom.
31.7	1 ¼	57.1	69.85	UNF-405	Tomo autom.
38.1	1 ½	66.3	77.75	UNF-505	Tomo autom.
50.8	2	64.3	96.83	UNF-605	Tomo autom.
63.5	2 ½	80.7	109.53	UNF-705	Tomo CNC
76.2	3	86.7	130.57	UNF-805	Tomo CNC
88.9	3 ½	104.7	179.07	UNF-905	Tomo CNC
101.6	4	104.7	179.07	UNF-1005	Tomo CNC
127.0	5	95.7	207.7	UNF-012	Tomo CNC
152.4	6	95.7	236.1	UNF-014	Tomo CNC

Tabla 3.1.2. que muestra los diferentes tamaños así como número de catálogo y modo de fabricación para tuerca hembra.

Como ya se había comentado anteriormente las tuercas unión se forman básicamente de tres partes o componentes que como materia prima utilizan barra de aluminio extruida de diferentes medidas dependiendo del tamaño de la pieza a procesar y se maquinan en tornos automáticos con la siguiente ruta de trabajo básica:

Cuerpo: Existen dos casos, el primero de ellos es para el caso de una conexión hembra y otro para una conexión macho el cual lleva un proceso extra que es el maquinado de la cuerda en una máquina niplera, pero los procesos comunes son dos, uno de ellos consiste en darle forma a la cuerda exterior que ensamblara con la cuerda interior de la tuerca y la segunda que también es de gran importancia como ya habíamos mencionado es la serración la cual ensamblará con la serración del niple. Ver mapa del proceso 3.1.4.

Niple: Se fabrica de dos procesos, el primero básicamente se le da un diámetro y cuerda interior y otro exterior y el segundo que es de gran importancia que es la serración (cuerda frontal) ya que es la parte que hace la función de evitar que la flama se propague. Ver mapa del proceso 3.1.5.

Tuerca: Lleva dos procesos, uno es el maquinado de el diámetro interior y la cuerda interior y el segundo es el logotipo por la parte exterior de la misma. Ver mapa del proceso 3.1.6.

Como ya mencionamos la producción se manda en lotes que varían desde 500 pzas hasta 2000 pzas y van pasando de un proceso a otro hasta terminar una parte individual (tuerca, cuerpo o niple) y se envían al área de lavado y posteriormente hacia el almacén donde guardan una orden de ensamble.

Cabe destacar que aunque existen inspecciones patrulla cada 20 minutos por parte del departamento de calidad por lo general el material es liberado antes de entrar al almacén como producto semiterminado, para garantizar por la manera tradicional que el material cuenta con la calidad requerida por el cliente.

Dentro de las áreas de oportunidad que podemos tomar en cuenta se encuentran las relacionadas al uso de tecnología de grupos para poder manejar familias de un producto y tratarlo como celda de manufactura con lo que ahorraríamos espacio físico dentro de la planta además de que se podría ahorrar mano de obra al poder operar una persona dos máquinas. Además esto nos da la oportunidad de de corregir las largas rutas de transporte del material y las entradas y salidas al almacén reduciendo demás el inventario en proceso.

Usando las técnicas de SMED (cambio rápido de herramientas) y kanban también podemos duplicar la producción.

Otra de las áreas de oportunidad es el desarrollo del personal ya que se convierte en personal que se auto inspecciona su producción y al que además podemos volver multifuncional por medio de la capacitación.

Una de las razones que dan valor a nuestros productos son aquellos cambios impuestos externamente en las características físicas de nuestro producto, características que son por las que paga el cliente, por lo que debemos evitar desperdicios, es decir, cualquier actividad que no agregue valor al producto o servicio.

Por lo que es importante identificar estos desperdicios en nuestro proceso actual en la empresa.

A continuación presentamos un diagrama de flujo del proceso actual de las partes que forman la tuerca unión haciendo énfasis en las distancias recorridas y el área ocupada diagrama 3.1.3.

Además presentamos los mapas del proceso del valor de cada parte donde observamos las actividades que agregan valor y cuales no, además, podemos desde estas tablas intuir cuales actividades pueden ser omitidas o eliminadas mapa 3.1.4 al 3.1.7.

También observamos unas imágenes de cómo se encontraban las áreas de trabajo antes de aplicar los principios de mejora 5s. Fotos 3.1 al 3.3.

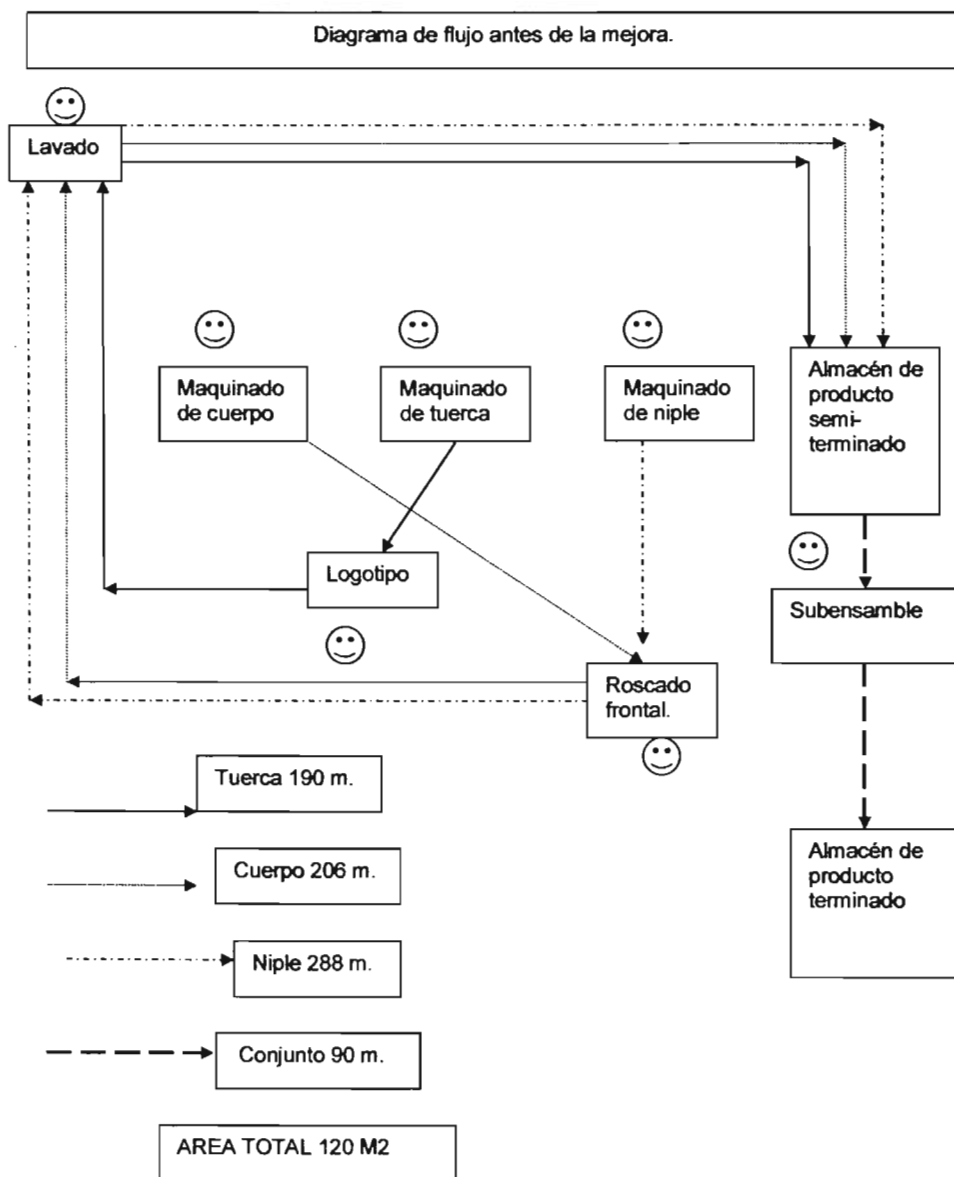


Diagrama 3.1.3: Mostramos el proceso de cada una de las partes y mostramos la distancia recorrida en total por cada parte e indicamos el área total utilizada por todas las máquinas antes de la celda.

Proceso: Maquinado de cuerpo.(antes)

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demora	Almacenam.	Inspec.
1	Almacenamiento en materia prima.	0	0	➡	D	△	□
2	Transporte a tomos.	0	0	➡	D	△	□
3	Almacenamiento en tomos.	0	0	➡	D	△	□
4	Preparacion de maquina (mat y htas).	0	0	➡	D	△	□
5	Pruebas y ajustes.	0	0	➡	D	△	□
6	Fabricacion.	0	0	➡	D	△	□
7	Inspeccion cada 20 min.***	0	0	➡	D	△	□
8	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
9	Conteo de piezas.***	0	0	➡	D	△	□
10	Transporte a serracion.***	0	0	➡	D	△	□
11	Operación de roscado frontal.	0	0	➡	D	△	□
12	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
13	Transporte a lavado.***	0	0	➡	D	△	□
14	Lavado de cuerpo	0	0	➡	D	△	□
15	Transpote a alm. Semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□
16	Almacenado en semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□

Observamos el mapa del flujo del valor e identificamos las operaciones que pueden ser eliminadas (***).

Mapa del proceso del valor 3.1.4.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de maquinado del cuerpo antes de la mejora.

Mapa 3,1,5

Proceso: Maquinado de niple.(antes)

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demo-ra	Almacenam.	Inspec.
1	Almacenamiento en materia prima.	0	0	➡	D	△	□
2	Transporte a tomos.	0	0	➡	D	△	□
3	Almacenamiento en tomos.	0	0	➡	D	△	□
4	Preparacion de maquina (mat y htas).	0	0	➡	D	△	□
5	Pruebas y ajustes.	0	0	➡	D	△	□
6	Fabricacion de niple.	0	0	➡	D	△	□
7	Inspeccion cada 20 min.***	0	0	➡	D	△	□
8	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
9	Conteo de piezas.***	0	0	➡	D	△	□
10	Transporte a roscado frontal.***	0	0	➡	D	△	□
11	Operación de roscado frontal.	0	0	➡	D	△	□
12	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
13	Transporte a lavado.***	0	0	➡	D	△	□
14	Lavado de niples.	0	0	➡	D	△	□
15	Transpote a alm. Semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□
16	Almacenado en semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□

Observamos el mapa del flujo del valor e identificamos las operaciones que pueden ser eliminadas (***).

Mapa del proceso del valor 3.1.5.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de maquinado del niple antes de la mejora.

Mapa 3,1,6

Proceso: Maquinado de tuerca.(antes)

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demo-ra	Almacenam.	Inspec.
1	Almacenamiento en materia prima.	0	0	➡	D	△	□
2	Transporte a tomos.	0	0	➡	D	△	□
3	Almacenamiento en tomos.	0	0	➡	D	△	□
4	Preparacion de maquina (mat y htas).	0	0	➡	D	△	□
5	Pruebas y ajustes.	0	0	➡	D	△	□
6	Fabricacion.	0	0	➡	D	△	□
7	Inspeccion cada 20 min.***	0	0	➡	D	△	□
8	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
9	Conteo de piezas.***	0	0	➡	D	△	□
10	Transporte a tomo.***	0	0	➡	D	△	□
11	Operación de logotipo.	0	0	➡	D	△	□
12	Almacenamiento en canastillas.***	0	0	➡	D	△	□
13	Transporte a lavado.***	0	0	➡	D	△	□
14	Lavado de tuercas.	0	0	➡	D	△	□
15	Transpote a alm. Semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□
16	Almacenado en semiterminados.***	0	0	➡	D	△	□

Observamos el mapa del flujo del valor e identificamos las operaciones que pueden ser eliminadas (***).

Mapa del proceso del valor 3.1.6.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de maquinado de la tuerca antes de la mejora.

Mapa 3,1,7

Proceso:Ensamble de tuerca union.

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demo- ra	Alma- cenam.	Inspec.
1	Transporte a subensambles de componentes.	0	0	➡	D	△	□
2	Ensamble de tuerca union.(insp. Visual)	0	0	➡	D	△	□
3	Empaque de tuerca union.	0	0	➡	D	△	□
4	Transporte a almacen de producto terminado.	0	0	➡	D	△	□
5	Almacen de producto terminado.	0	0	➡	D	△	□

Obsevamos que estas operaciones se eliminan al ser absorbidas por la celda.

Mapa del proceso del valor 3.1.7.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de ensamble antes de la mejora.

5's CLASIFICAR (ANTES)

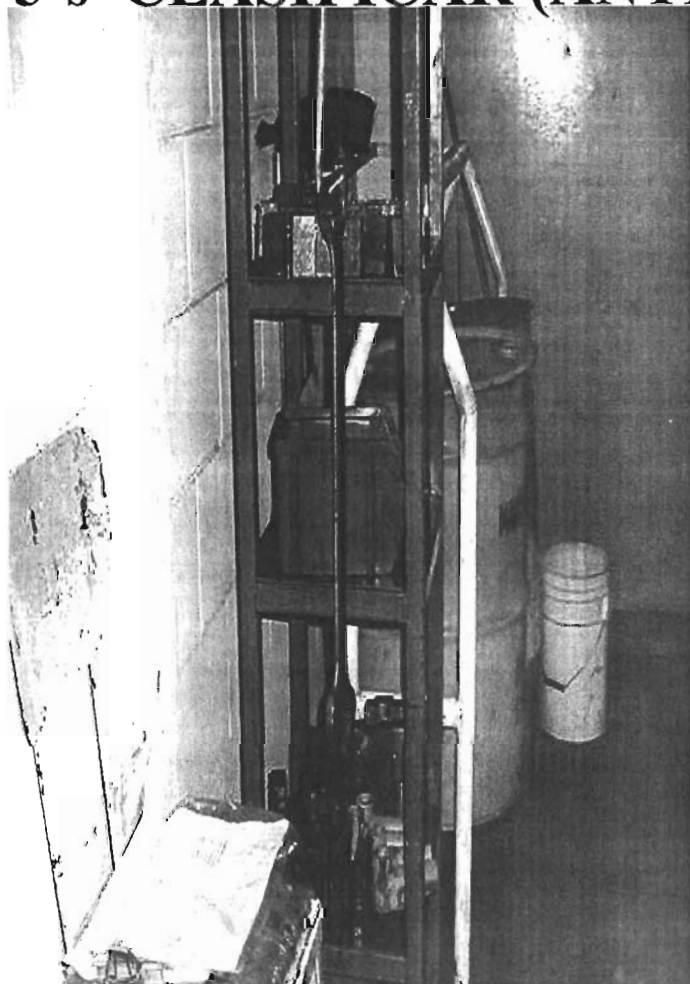


Foto 3.1: Aspecto que se presentaba el área de trabajo antes de aplicar las 5's.

ALMACENADO DE PARTES.

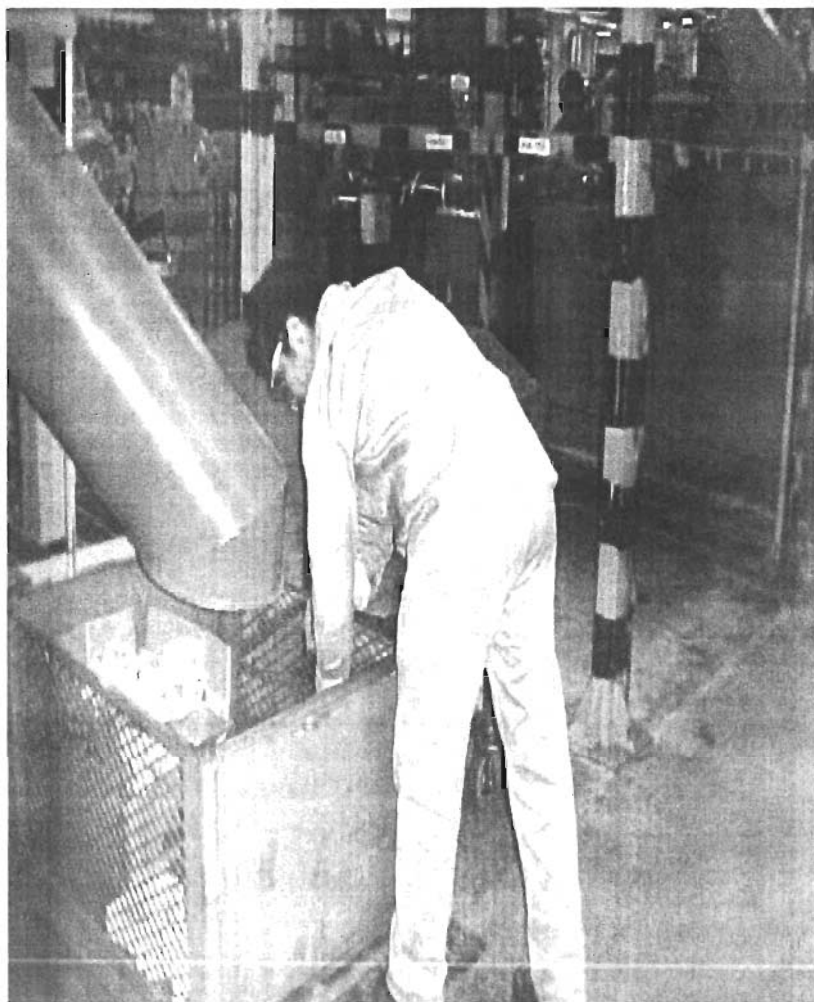


Foto 3.2: Almacenado de piezas en canastillas por lotes grandes antes de la mejora.

LAVADO (ANTES).

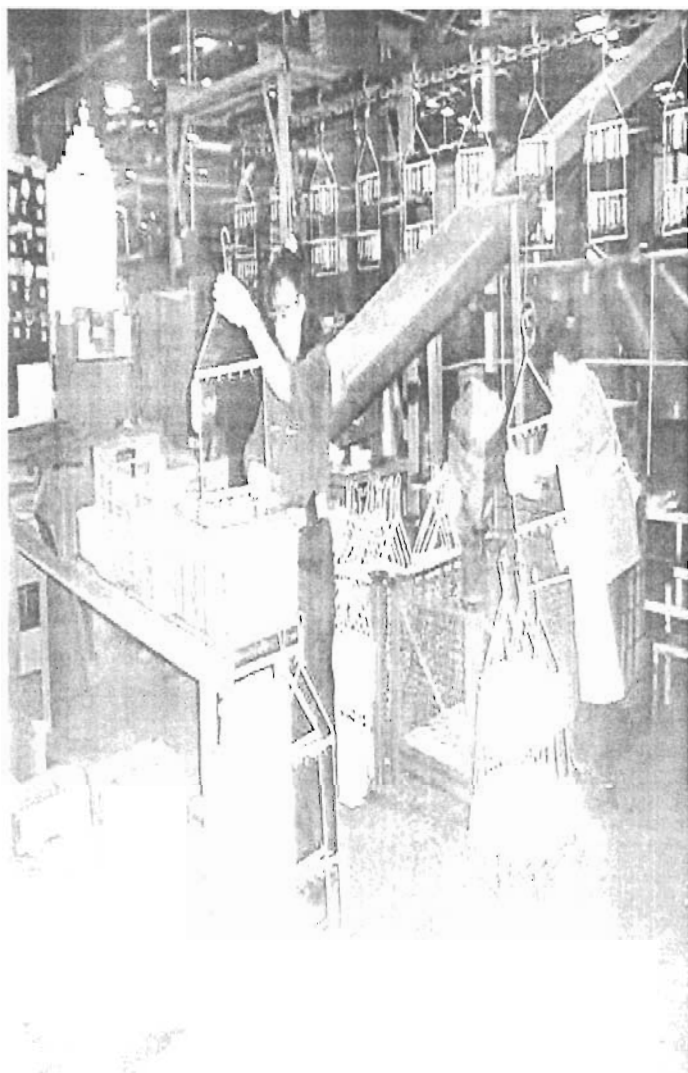


Foto 3.3: Lavado de piezas por lotes grandes antes de la celda.

4 DISEÑO Y DESARROLLO DE LA CELDA DE MANUFACTURA.

La necesidad de mejorar la producción de este producto surge de los problemas que se han tenido para surtir de manera eficiente este producto a pesar de tener un tiempo de entrega de cuatro semanas y otra razón es que no se tiene control sobre el rechazo ya que como se produce por lotes cuando se comete un error ya no se puede hacer nada sobre cantidades grandes que se encuentran en proceso o en almacén.

Para el caso actual lo que podemos hacer es diseñar una celda que satisfaga sobre todo la operabilidad de los tornos automáticos y que al mismo tiempo tenga un flujo adecuado.

Analizando el lay out actual de la planta determinamos dos áreas en las que podríamos establecer nuestra celda, la primera es a un costado del área de lavado y pintura (aprox. A 70 m del almacén de producto terminado) y la segunda es ocupar el área de las oficinas de los supervisores, a un costado del almacén de producto terminado (figura 4.1). Nos decidimos por ocupar el área de las oficinas de los supervisores por dos cosas básicamente:

1. Se reubican a los supervisores de manera que estén cerca de sus áreas de influencia y no concentrados todos una oficina.
2. Se tiene el almacén de producto terminado prácticamente a un metro de distancia lo que facilita el flujo como producto puesto al cliente.

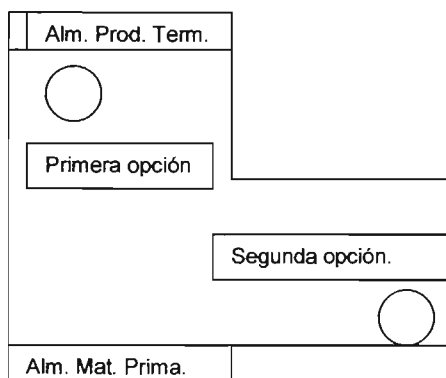
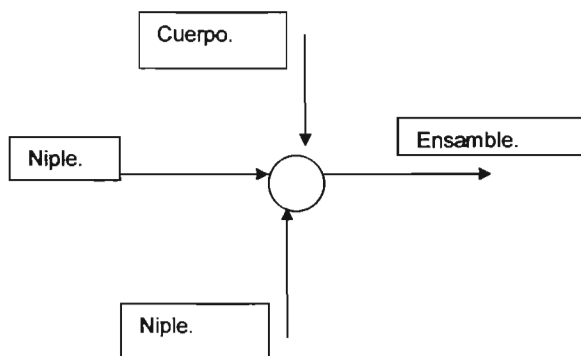


Figura 4.1 Ubicación de las dos áreas posibles dentro de la planta de maquinado.

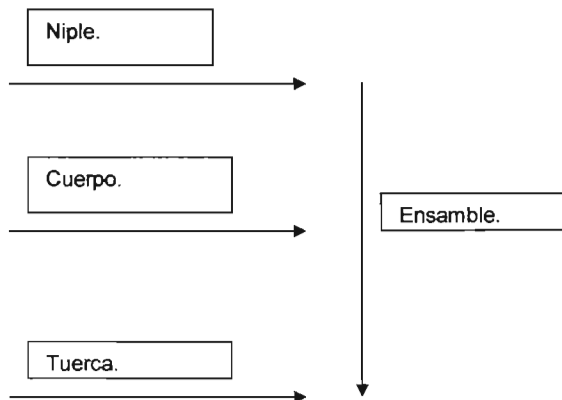
En cuanto al número de maquinaria contamos con los tornos automáticos de los cuales son seis los que hacen las operaciones básicas (cuerpo, niple, tuerca, marcado de tuerca, roscado frontal de niple, roscado frontal de cuerpo) y uno que hace la operación secundaria u opcional (niple, para el caso de la tuerca unión macho UNY), mas la lavadora centrifuga de piezas.

En cuanto al flujo dentro de la celda se encuentran varios arreglos como los que mostramos a continuación:

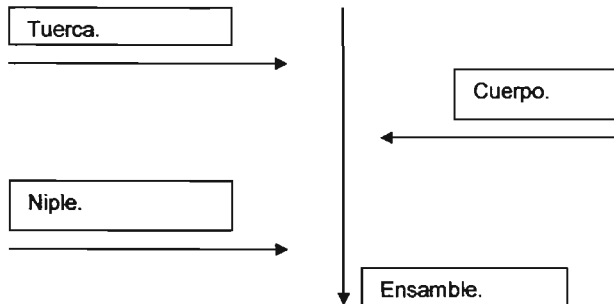
a) En este primer arreglo tendríamos una mesa de ensamble en la que llegarían nuestras partes procesadas, esta opción es desechada por que físicamente no es posible colocar los tornos automáticos alrededor de una mesa de ensamble.



b) En este tendríamos una pequeña línea de ensamble a la que llegarían las partes por un costado, al final se decide por esta opción ya que físicamente las operadoras de ensamble quedan protegidas de posibles riesgos de manejo de materiales y físicamente este arreglo si es posible.



c) Esta propuesta tercer en la que la línea de ensamble queda al centro también es factible físicamente pero al final no es considerada porque el personal de la línea de ensamble quedaría más expuesto al riesgo que representa quedar en medio del manejo de materiales.



La programación de la producción se considera como planeación a corto o mediano plazo. Aquí se deben asignar las cantidades establecidas en el plan de producción a órdenes adecuadas. Programación significa también el proceso de control, comparar lo planeado contra lo realizado.

Conviene mencionar que el sistema de grupos tecnológicos simplifica el problema de programación y control. Por las características de producción en dicho sistema, no es necesario trabajar como en el caso del sistema funcional, es decir, con el sistema completo de maquinaria. Se trabaja solamente con el sistema de grupos tecnológicos correspondiente a continuación se verán brevemente diferentes sistemas de programación, útiles para los grupos tecnológicos.

Sistemas de ordenar bajo control de programa. Usualmente estos sistemas se utilizan en la producción en masa, pero se ha reportado su aplicación eficaz para los grupos tecnológicos, especialmente en sistemas para ordenar por control de lote por periodo (PBC). Dicho sistema pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Producir para ventas ya especificadas.
- Tener pocas existencias
- Producir directamente para ensamble y refacciones, bajo demanda pronosticada a corto plazo (meses).

Por otra parte, el sistema tiene las siguientes propiedades:

Las ordenes se envían periódicamente (el intervalo es constante, lo que significa que el periodo de implantación se divide en ciclos iguales).

Para variar la cantidad del lote por pedir, donde aparte de la producción pronosticada se toman en cuenta los desechos y repuestos.

La implantación se hace a corto plazo, utilizando óptimamente la capacidad disponible de grupos tecnológicos.

Para la tarea "programar producción", se lleva a cabo un "desarrollo en serie" de los productos, lo que permite:

Fabricar o comprar materia prima.

Fabricar o comprar componentes o elementos.

Ensamblar.

Y en un plazo adecuado:

Todas las actividades dentro de un intervalo (de producción, ventas, ensamble, etc.) se repiten en cada ciclo.

Control del almacén. Este tipo de sistemas tiene como objetivo mantener las existencias de manera que el almacén pueda satisfacer la demanda. Asimismo, se pueden utilizar dentro del sistema grupos tecnológicos para el manejo de partes que no sufren obsolescencia, por ejemplo piezas baratas y múltiples.

Sistema mínimo-máximo. Se ordena la compra con base en la información del almacén la cual debe girarse a intervalos constantes. La cantidad ordenada es igual a la diferencia entre el nivel máximo y el nivel actual de las existencias, mas la demanda esperada durante el tiempo de entrega. El nivel máximo se calcula según la demanda promedio durante un intervalo, es decir, un nivel mínimo de consumo durante el máximo retraso planeado en la entrega. Este sistema es muy práctico cuando la demanda es más o menos regular.

Sistema del punto de orden. Se ordena la compra como resultado del control rutinario, dado un nivel de existencia después de cada solicitud por parte del departamento de producción. Si el nivel de existencia controlado es igual al punto de reorden, se ordena la nueva compra. El punto de orden se define como la demanda durante el tiempo de entrega más el nivel de intervención. De igual manera, el nivel de intervención se calcula como nivel mínimo.

La desventaja principal de ambos sistemas es el tipo de órdenes al azar, es decir, nunca se sabe que piezas se venderán. En este momento se pierden las ventajas del sistema grupos tecnológicos, como pueden ser inventarios mínimos, ciclos cortos y periódicos de reorden y fluidez de producción.

4.1 METAS:

Espacio: 30%

Distancia recorrida: 50%

Inventario en proceso: 50 %

Producción: 500 pzas/turno

Set up: 40%

Tiempo ciclo: 50%

Para lograr esto se aplicarán conceptos relacionados con las 5's, kanban, smed y teoría de celdas de producción.

5. APLICACIÓN DE LAS CELDAS DE MANUFACTURA.

El primer beneficio que salta a la vista es la cantidad de espacio ahorrada ya que podemos ubicar a la celda dentro de un espacio concentrado al ubicar las máquinas que fabrican la familia de tuercas unión de manera tal que solo usamos 22 m² contra los 120 m² que inicialmente se ocupaban las máquinas y las áreas de almacenamiento de materia prima y producto semiterminado, adicionalmente al objetivo inicial se pueden observar operadores trabajando dos maquinas simultáneamente y el producto prácticamente pasa de maquina a maquina sin necesidad de dar mas de un giro o un paso el operador con lo que el recorrido del mismo es prácticamente nulo, y la probabilidad de que el producto se dañe por manejo de materiales es mínima y también representa un ahorro de espacio.

Recordando el recorrido del producto este debía de recorrer una distancia bastante considerable (774m) ya que por cada una de las partes recorría varias veces la distancia que hay del almacén hacia la zona de fabricación y hacia el área de lavado de piezas, lo que también significa desperdicio de recursos (agua y energía) contra los 20 m que el producto recorre en la celda, además de que la materia prima se surte una sola vez y el producto ya no tiene que regresar como semiterminado al almacén sino que sale como producto terminado.

Debido a las reglas del kanban de manejo de lotes pequeños se aceptan máximo cinco piezas de almacén por maquina o proceso por lo que el inventario en el mismo se minimiza bastante (50 pzas.) en comparación con el inicio (20138 pzas.) ya que debemos recordar que teníamos producto semiterminado tanto en almacén como en las maquinas y área de lavado de piezas.

Al aplicar las técnicas del smed logramos mejorar los tiempos de ajuste notablemente aunque no fue posible hacerlo en el rango de los 10 minutos. Básicamente se hicieron las siguientes mejoras:

Se acercaron los herramientas al área de trabajo y se clasificaron por parte y proceso, además se mantenían funcionales entre lote y lote de producción se les daba mantenimiento.

En los cambios de producto se colocó un ayudante al montador para atacar el ajuste entre dos personas, además que se capacito a otro operador para que en su momento se quedara en el lugar del montador y el ajuste lo hicieran los operadores.

La materia prima se tenía preparada, lista para colocarse en el torno automático es decir ya estaba rebaneado (filos muertos) y con tapón (para evitar fugas de refrigerante).

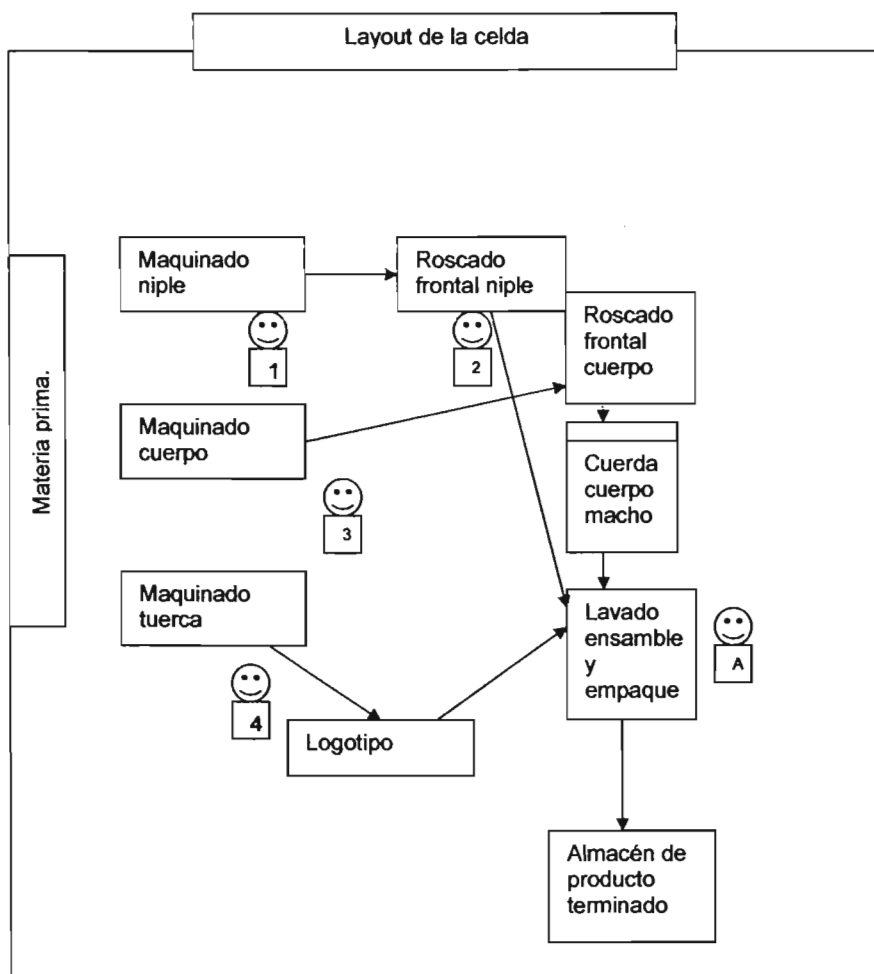
Se clasificó la herramienta y se cambiaron los tornillos para que en su mayoría fueran milimétricos quedando unos pocos estándar, y se colocaron en un carro especial y exclusivo para ajustes.

La celda se usará para fabricar tucas unión a prueba de explosión en medidas nominales de ½" hasta 2". Se fabricaran 500 pzas/turno que entraran terminadas directamente al almacén con lo cual se obtienen beneficios en cuanto a tiempo de entrega ya que este se reduce a una semana en promedio (contra un cuatro semanas).

A continuación presentamos un lay out con las operaciones de la celda ya implementada Figura 5.1.

Además presentamos los mapas del proceso del valor final, además, podemos desde estas tablas checar que operaciones se eliminaron mapa 5.2. al 5.4.

También observamos unas imágenes de cómo se encontraban las áreas de trabajo antes de aplicar los principios de mejora 5s. Fotos 5.4 al 5.10.



Como podemos observar las operaciones de la celda básicamente quedan de la siguiente manera:

Operador 1 con maquinado de niple.

Operador 2 con dos maquinas, serración de niple y serración de cuerpo.

Operador 3 con maquinado de cuerpo.

Operador 4 con dos maquinas, maquinado de tuerca y logotipo de tuerca.

Ensamblador "A" lavado ensamble y empaque.

Figura 5.1. lay out de celda.

Mapa 5,2,

Proceso: Maquinado de cuerpo

Area No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demora	Almacenam.	Inspección
1	Almacenamiento en materia prima	0	0	→	D	△	☐
2	Transporte a tornos.	0	0	→	D	△	☐
3	Almacenamiento en tornos.	0	0	→	D	△	☐
4	Preparación de máquina. (Mat. y hts.)	0	0	→	D	△	☐
5	Pruebas y ajustes.	0	0	→	D	△	☐
6	Fabricación de cuerpo.	0	0	→	D	△	☐
7	Operación de roscado frontal.	0	0	→	D	△	☐
8	Lavado de cuerpo.	0	0	→	D	△	☐
9	Ensamble de conjunto.	0	0	→	D	△	☐
10	Empaque.	0	0	→	D	△	☐
11	Transporte a alm. de producto terminado.	0	0		D		☐

En esta tabla observamos como se ahorran 8 operaciones.

Mapa del proceso del valor 5.2.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de cuerpo después de la mejora.

Mapa 5,3,

Proceso: Maquinado de niple.

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demo ra	Alma cena m.	Inspec.
1	Almacenamiento en materia prima	0	0	→	D	△	☐
2	Transporte a tornos.	0	0	→	D	△	☐
3	Almacenamiento en tornos.	0	0	→	D	△	☐
4	Preparación de maquina. (Mat. y htas.)	0	0	→	D	△	☐
5	Pruebas y ajustes.	0	0	→	D	△	☐
6	Fabricación de niple.	0	0	→	D	△	☐
7	Operación de roscado frontal.	0	0	→	D	△	☐
8	Lavado de niple.	0	0	→	D	△	☐
9	Ensamble de conjunto.	0	0	→	D	△	☐
10	Empaque.	0	0	→	D	△	☐
11	Almacén de producto terminado.	0	0		D		☐

En esta tabla observamos como se eliminan 8 operaciones.

Mapa del proceso del valor 5.3.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de niple después de la mejora.

Mapa 5.4,

Proceso: Maquinado de tuerca.

Tarea No.	Elemento	Agrega Valor	No Agrega Valor	Movim	Demo ra	Almacen am.	Inspec.
1	Almacenamiento en materia prima	0	0	→		△	☐
2	Transporte a tornos.	0	0	→		△	☐
3	Almacenamiento en tornos.	0	0	→		△	☐
4	Preparación de maquina. (Mat. y htas.)	0	0	→		△	☐
5	Pruebas y ajustes.	0	0	→		△	☐
6	Fabricación de tuerca.	0	0	→		△	☐
7	Operación de logotipo.	0	0	→		△	☐
8	Lavado de tuerca.	0	0	→		△	☐
9	Ensamble de conjunto.	0	0	→		△	☐
10	Empaque.	0	0	→		△	☐
11	Almacén de producto terminado.	0	0				☐

En esta tabla observamos como se eliminan 8 operaciones.

Mapa del proceso del valor 5.4.- Esta tabla muestra el mapa del valor del proceso de la tuerca después de la mejora.

5'S ORDENAR (DESPUES)

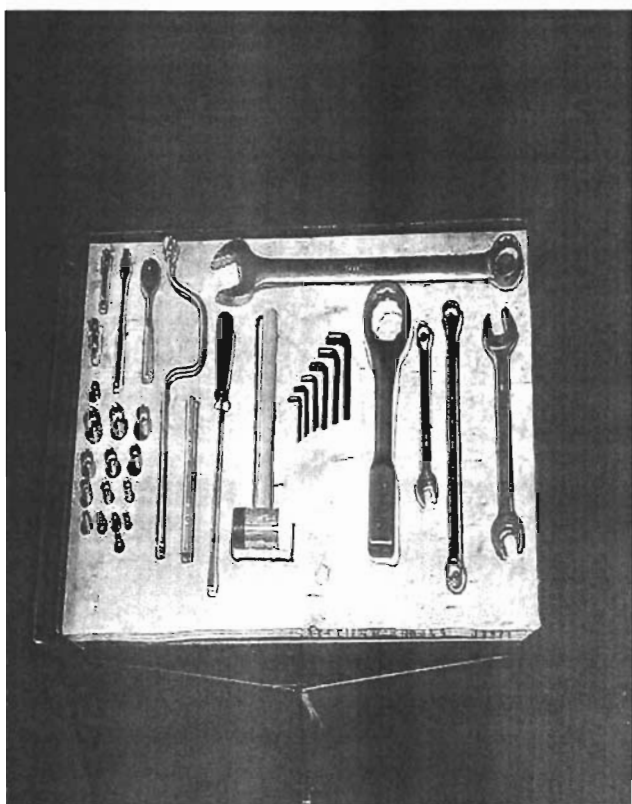


Foto 5.5 Observamos como se ordenan las herramientas usando siluetas de las herramientas después de aplicar 5's.

5'S ORDENAR (DESPUES).

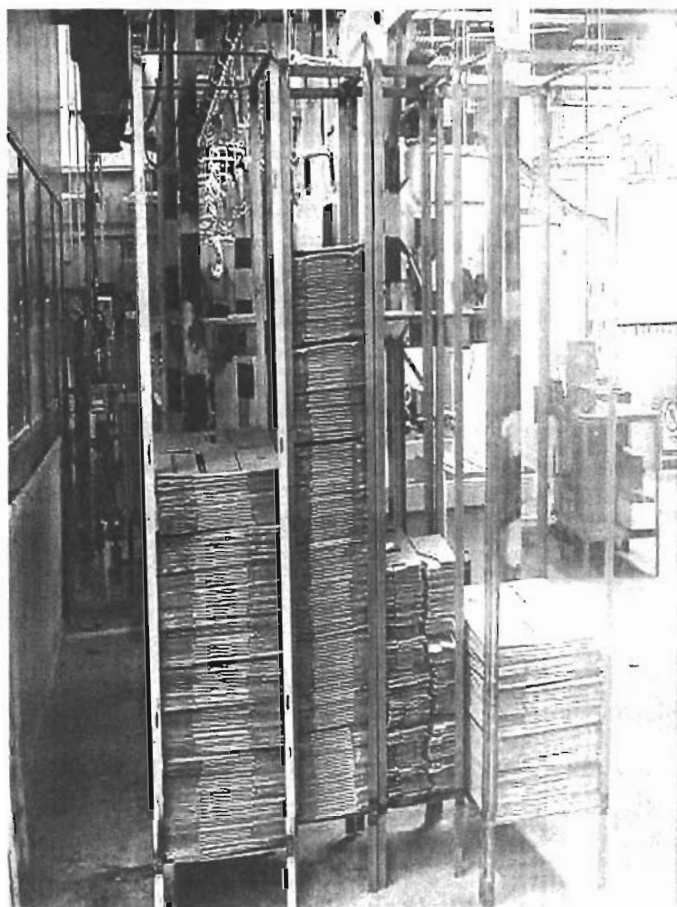


Foto 5.6 Vemos el orden que guardan las cajas de empaque con 5's.

AREAS RECUPERADAS

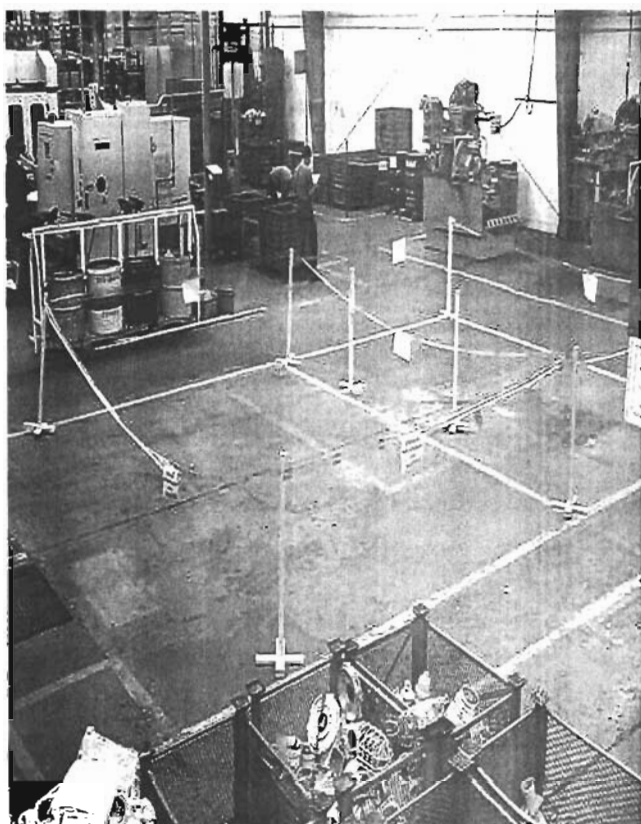


Foto 5.7 Áreas recuperadas después de desplazar las máquinas a la celda de manufactura.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

HERRAMIENTA BÁSICA PARA AJUSTE.

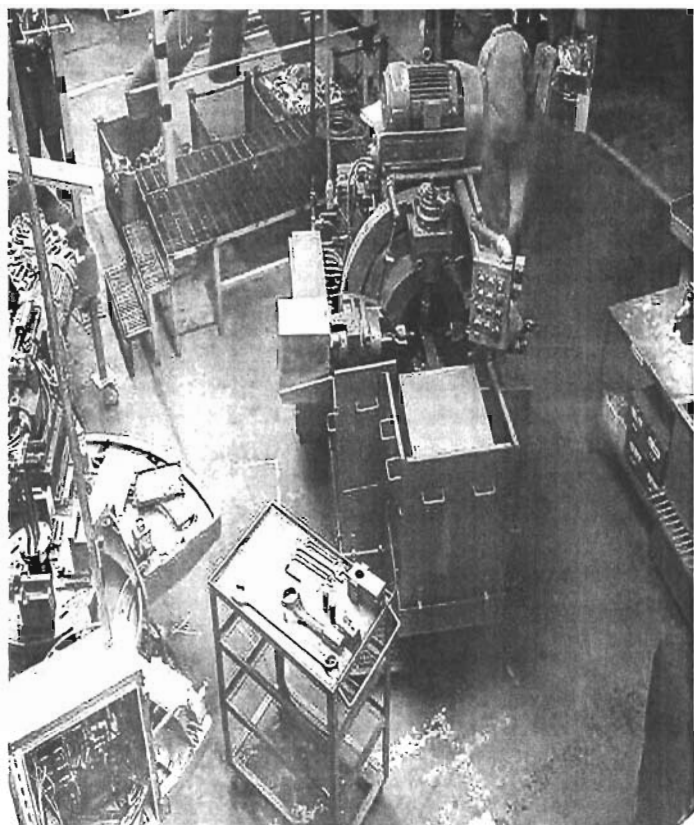


Foto 5.8 Observamos el orden que guarda en el carro de herramientas lo que facilita y agiliza la herramientación.

EMPAQUE DE TUERCAS.



Foto 5.10 Empaque de tuercas y etiquetado en una celda.

6. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos al final del proyecto fueron:

Concepto.	Antes.	Después.	Resultado.
Espacio.	120 m2	22 m2	80% de reducción.
Recorrido del Producto.	77 m	20 m	75% de reducción.
Inventario en Proceso.	20138 pzas.	50 pzas.	99% de reducción.
Producción.	200 pzas/turno	500 pzas/turno	150% de mejora.
Ajustes.	120 min.	40 min.	66% de reducción.

7. CONCLUSIONES.

El desarrollo de este proyecto fue una aplicación práctica de todos los conceptos de mejora continua que no siempre se pueden aplicar debido a las "urgencias" que siempre tienen las plantas productivas pero en casos como estos que se cuenta con el apoyo de los directivos y se tiene una visión a futuro se pueden lograr buenos resultados.

En este caso se observa que valió la pena ya que se lograron buenos resultados y sobre todo con esto se da mejores tiempos de entrega a los clientes con lo que cumplimos en mejorar uno de los requisitos de los clientes.

Se observa que al planear se hace relativamente congruente el plan pero cuando se aplica en planta se encuentran problemas que no siempre se alcanzan a prever pero que surgen como nuevas áreas de oportunidad, como ejemplo podemos mencionar el problema laboral que se vislumbraba al dar al operador dos máquinas en lugar de una que tenía originalmente pero también encontramos al mismo tiempo la gran área de oportunidad para los operadores ya que se van a capacitar en todas las operaciones de la celda.

Debido al tiempo asignado por la empresa para realizar este proyecto se dejaron pendientes que realizar y además falta tiempo para evaluar los resultados a largo plazo ya que desafortunadamente si no existe la disciplina necesaria los resultados inmediatos obtenidos se van denigrando con el tiempo por lo que es importante la evaluación y la retroalimentación para evitar que esto suceda. Podemos mencionar los siguientes pendientes:

- Aplicación de conceptos como limpieza estandarizada ya que requiere de tiempo para ver el progreso que se tiene en la organización, orden y limpieza además de la disciplina que se lograra en la celda.
- Observamos que debemos volver a balancear la celda ya que al trabajar pieza a pieza notamos que hay estaciones de trabajo que terminan más rápido su operación y "tienden a amontonar piezas".
- Además debemos trabajar en métodos de afilado de machuelo más confiables ya que estamos teniendo problemas en los tiempos de cambio de herramental porque el machuelo viene mal afilado.
- Falta coordinación con el almacén de producto terminado para dar buen flujo a las cajas de producto terminado que van fuera de múltiplo, es decir se quedan con varios sobrantes de producto y no hay comunicación para que sean devueltas a la línea y sean complementadas.

En general serían de los pendientes más importantes observados.

En contraste podemos decir que este tipo de proyectos empieza a generar curiosidad y motivación entre el personal en general y da la impresión de es un detonante de generación de ideas y ganas de hacer cosas de la mejor manera posible, ya que aunque en general no es una planta desordenada o sucia si se nota la diferencia entre la planta en general y las áreas en las que se ha aplicado el kaizen, además de que el ambiente en la celda es muy bueno.

8. BIBLIOGRAFIA:

- 1.- Shigeo Shingo.1991. LA PRODUCCION SIN STOCKS. EL SISTEMA SHINGO PARA LA MEJORA CONTINUA.
- 2.- Shigeo Shingo.1990.UNA REVOLUCION EN LA PRODUCCION: EL SISTEMA SMED
3. - Productivity Press.5S PARA TODOS
5pilares de las fábricas visuales.
- 4.- Tomas M Bañegil. EL SISTEMA DE PRODUCCION JUST IN TIME.
- 5.- Bernared Mariuz.1996.TECNOLOGIA DE GRUPOS. LA CLAVE PARA EL DISEÑO E IMPLANTACION DE CELDAS DE MANUFACTURA