

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS (SECOFI)**

REPORTE FINAL

DEL

ESTUDIO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIAS ESENCIALES

A LA INDUSTRIA DE APOYO

EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

MANUAL DE SERVICIOS DE EXTENSION

GUIA ADMINISTRATIVA DE SERVICIOS DE EXTENSION

TECNOLOGIA DE PRODUCCION

OCTUBRE DE 1999

**CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL (CIDESI)
UNICO INTERNATIONAL CORPORATION**

CONTENIDO

A.	OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y MARCO DE TRABAJO	1
A.1	Marco de Trabajo de la Administración de Producción y Puntos Clave para el Control.....	1
A.2	Relación entre la Administración de la Producción y la Tecnología de la Producción en el Proceso de Manufactura.....	6
A.3	Temas de la Administracisón de Producción que Tienen como Fundamento la Tecnología de la Producción.....	8
B.	INGENIERIA INDUSTRIAL (IE) Y TECNICAS DE ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION PARA EL MEJORAMIENTO	9
B.1	Técnica de análisis del proceso.....	9
B.2	Muestreo del Trabajo (WS).....	12
B.3	Manejo de Materiales (MH).....	19
B.4	Balanceo De Línea	32
B.5	Distribución de Planta.....	35
B.6	Sistema de Producción Individual.....	45
B.7	Control de Calidad.....	51
B.8	Programa de Producción en Fábrica de Estampado y Troquelado	64
B.9	Mantenimiento.....	67
B.10	Función y Control de Inventarios	93
B.11	Técnicas Principales para la Administración de la Producción y Puntos Clave para su Ejecución	100
B.11.1	Relación entre la Administración de la Producción y el Método de Producción / la Distribución de Equipos.....	100
B.11.2	Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad.....	101
B.11.3	Control del Rendimiento y Mantenimiento Preventivo.....	105
B.11.4	Control de Fecha de Entrega y Control de Inventario	111

C.	APROXIMACIÓN A KAIZEN , E IMAGEN IDEAL DE LA PLANTA DE ESTAMPADO Y TROQUELADO.....	115
C.1	Punto de Vista , Concepto y Procedimiento para Trabajar sobre KAIZEN	115
C.2	Ejemplo de “Imagen Ideal de la Planta de Estampado y Troquelado” para Pequeñas y Medianas Empresas	118
C.3	Resumen de la Capacitación Sobre “La Administración de Producción”	124
C.3.1	Marco en el Trabajo del Diagnóstico de la Fábrica	124
C.3.2	Método Técnico de “IE” (Ingeniería Industrial) útil para Mejorar Piso de Trabajo	125
C.3.3	Enfoque al Sistema de Producción “Lean”(Adelgazada)	126
C.3.4	Puntos Clave del Aseguramiento de Calidad y el Control de Calidad	133
C.3.5	Programa de Producción, Control de Procesos y Control de Existencias	137
C.3.6	Control de Materiales.....	146
C.3.7	Elevación de la Eficiencia General del Personal y del equipo. Puntos para Mejorar.	150
C.3.8	Pregunta:.....	153
C.4	KAIZEN en Busca de JIT.....	161
C.5	Medidas para los Defectuosos Permanentes(crónicos)/Forma de Dar Avance al Análisis PM.....	190
C.5.1	Características de los Defectuosos Permanentes.....	190
C.5.2	Acercamiento a las Medidas/Forma de Dar Avance al Análisis PM	190
C.5.3	Forma de Pensar el Análisis PM.....	192
C.5.4	Forma de Dar Avance al Análisis PM.....	194
C.6	Método para la Disminución del Tiempo de Preparación.....	200
C.6.1	Pasos para el Mejoramiento en la Operación de Preparación.....	200
C.6.2	Forma de Pensar y Puntos Clave del Mejoramiento para la Operación de Preparación (Reglas determinadas/Reglas aceptadas)	208
C.6.3	Ejemplo de la Estrategia de Cero Preparación de la Empresa T.....	209
D.	ESTUDIO DE CASO.....	211
D.1	Empresa CIDESI - 01	211
D.1.1	Resumen de la Asesoría del Primer Año	211

D.1.2	Reporte de Diagnóstico de KAIZEN.....	217
D.1.3	Reporte de KAIZEN.....	218
D.2	Empresa CIDESI - 04.....	219
D.2.1	Resumen de la Asesoría del Primer Año.....	219
D.2.2	Reporte de Diagnóstico de KAIZEN.....	223
D.2.3	Reporte de KAIZEN.....	224
D.3	Empresa CIDESI - 05.....	225
D.3.1	Resumen de la Asesoría del Primer Año.....	225
D.3.2	Reporte de Diagnóstico de KAIZEN.....	230
D.3.3	Reporte de KAIZEN.....	231
D.4	Empresa CIDESI - 09.....	232
D.4.1	Resumen de la Asesoría del Primer Año.....	232
D.4.2	Reporte de Diagnóstico de KAIZEN.....	233
D.4.3	Reporte de KAIZEN.....	234

A. Objetivos de la Administración de Producción y Marco de Trabajo

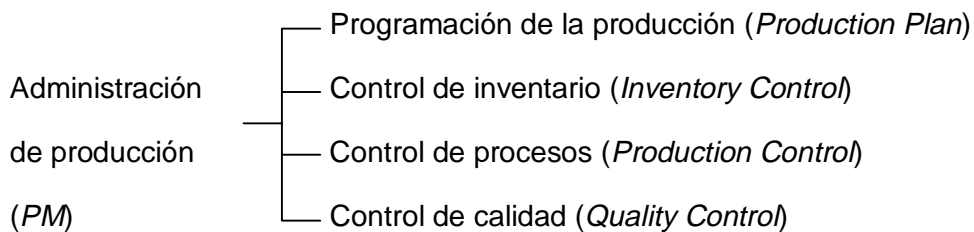
A. OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y MARCO DE TRABAJO

A.1 Marco de Trabajo de la Administración de Producción y Puntos Clave para el Control

(1) Administración de producción y funciones principales

La administración de producción (*Production Management*) es aquella que emplea de manera económica los recursos de la planta, es decir, personal (*man-hour*), equipos e instalaciones (*machine-hour*), material (*material*) teniendo como objetivo producir conforme al programa de producción (itinerarios de entregas particulares y/o programas de producción mensuales) productos (*product*) de calidad que se adecuen a las normas (dimensiones de planos, formas, valor numérico normalizado de la dureza, etc.). En otras palabras, es un proceso de control *Plan-Do-See* que se realiza con el objetivo de elevar el nivel y cumplimiento del Q, C, D (*Quality, Cost, Delivery*) el cual pretende asegurar el P, Q (¿qué? y ¿cuántos?/*Product, Quantity*) del programa de producción.

La estructura del sistema de la administración de producción (*PM*) está constituida por los siguientes sistemas de control.



(2) Puntos esenciales del programa de producción

- 1) El programa de producción se clasifica en: de tipo producción proyectada y de tipo producción sobre pedidos particulares (= Programa maestro de itinerario).
- 2) El programa de producción de tipo proyectado se determina o decide internamente por el ciclo establecido de “Programa de producción mensual” y/o “Programa de producción semanal”. En el caso de la producción proyectada, el cambio de la información interna a la información determinada se lleva a cabo por medio de la revisión (*rolling*) periódica del programa. Ahora bien, al poseer en inventario de cierta cantidad de productos ya

procesados, unidades, partes, etc., esto hace posible disminuir el periodo de días necesarios para procesarlos y puede corresponder a la solicitud de una corta fecha de entrega. Es decir, entre más se acerque el punto del inventario (*Stock point*) al nivel de terminados, el *lead time* necesario disminuye y se hace posible una corta fecha de entrega. Sin embargo, aumenta el costo por posesión de inventario y crece la carga del riesgo.

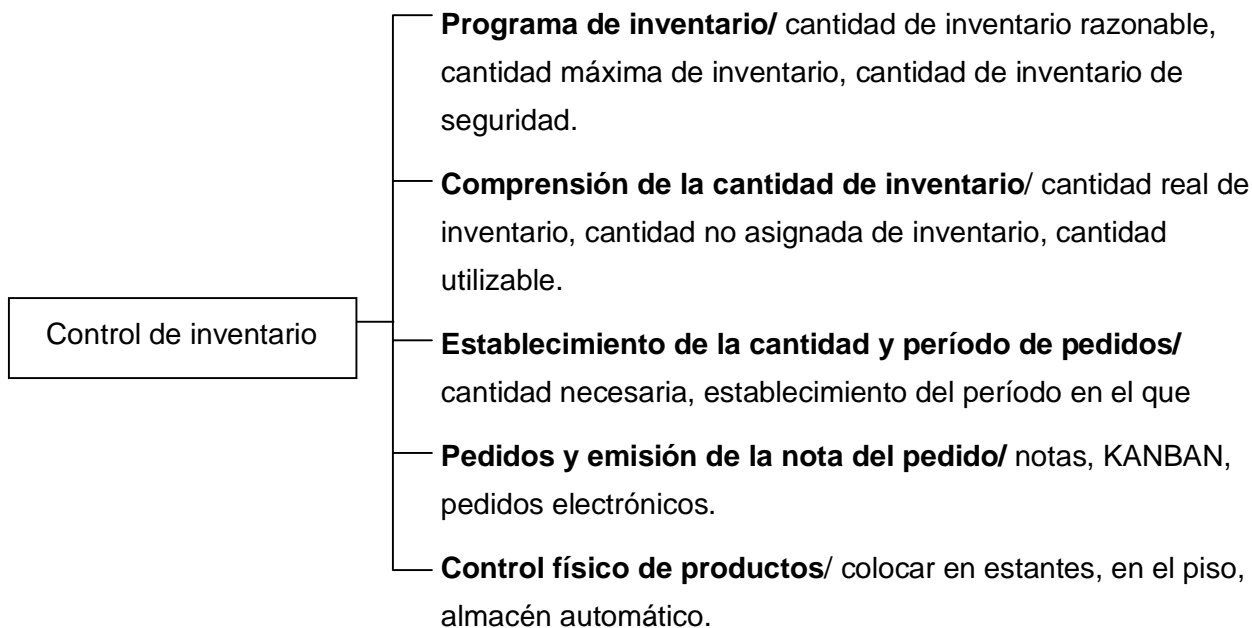
- 3) El programa de producción de tipo pedidos particulares como es el diseño y elaboración de herramientas, se establece por medio del cálculo inverso del *lead time* necesario teniendo como punto de referencia la fecha de entrega; es una planeación que tiene como base el programa maestro de itinerario que consiste en diseño / adquisición de materiales especiales / fabricación de partes / ensamble / pruebas, ajustes / empaque, transporte, etc., y el programa medio de itinerario por departamentos. En este caso, la estandarización y uso en común de las partes hace más fácil corresponder a la solicitud de una corta fecha de entrega.

(3) Puntos esenciales del control de inventario

- 1) En los productos (*Product*) de la producción proyectada, especialmente en el caso del tipo continuo (productos que están planeados a ser fabricados de manera continua aunque tengan variaciones en la cantidad producida cada mes), es posible una producción calculada al establecer un control de inventario. Por ejemplo, la cantidad programada de producción para el mes N se establece por medio de la siguiente fórmula.
$$[Cantidad\ programada\ de\ producción\ del\ mes\ N] = [Cantidad\ programada\ de\ ventas\ del\ mes\ N] - [Cantidad\ supuesta\ de\ inventario\ a\ finales\ del\ mes(N-1)] + [Cantidad\ programada\ de\ inventario\ a\ finales\ del\ mes\ N]$$

$$[Cantidad\ supuesta\ de\ inventario\ a\ finales\ del\ mes\ (N-1)] = [Cantidad\ de\ inventario\ no\ asignada\ en\ el\ momento\ actual] - [Cantidad\ sobrante\ del\ mes\ actual] (ventas\ proyectadas - producción).$$

2) El control de inventario se extiende a los puntos siguientes.



3) En el establecimiento del período y la cantidad de pedidos, al método de control de inventario que depende del programa de producción se le denomina “Método de pedidos periódicos” y al que es independiente del programa de producción, “Método de pedidos por puntos y cantidades fijos”.

Como método intermedio de éstas dos se encuentra el “Método de pedidos por puntos fijos y cantidades requeridas”. Por punto fijo se entiende el punto de pedido de la cantidad de inventario y es el que señala el período del pedido.

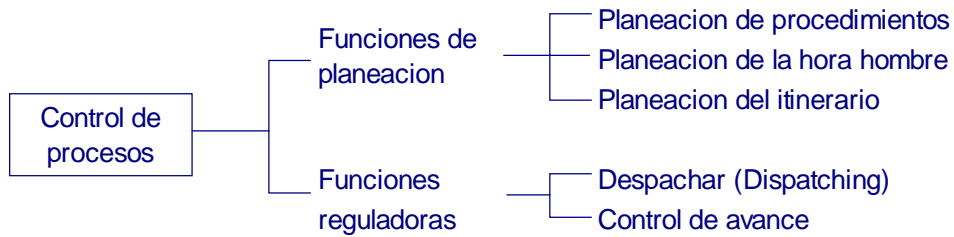
En caso de tener como propósito el JIT, será necesario emplear el método de pedidos periódicos.

4) Lo que funciona como base al momento de realizar el control de inventario es el control físico de productos. Si no se puede comprender de manera rápida ¿dónde?, ¿qué? y ¿cuántos? hay, se atrasará el momento propicio para la decisión y la precisión del control de inventario decaerá.

5) En el control físico de productos se determina el lugar de colocación de cada uno de ellos y se hace que sea posible la realización del control de lugares determinados, el control de localización (control de numeración) y el control visual.

(4) Puntos esenciales del control de procesos

1) La estructura del control de procesos está constituida por las funciones de planeación, abarcando la planeación de procedimientos, la de la hora hombre y la de itinerario así



como por las funciones reguladoras en las que se tiene el despachar y el control de avance.

- 2) La función central del control de procesos se encuentra en la planeación del itinerario y la función reguladora que está basada en dicha planeación. A esto se le denomina también como control de itinerario. Para el establecimiento de la planeación del itinerario se deben mejorar el procedimiento y las condiciones de trabajo, los equipos e instalaciones que se empleen y el tiempo estándar de trabajo, el método de preparación, etc., y es necesario estandarizarlos. Llamamos a esto planeación de procedimientos.
- 3) Considerando la programación de producción, la fecha de entrega, los movimientos de inventario, etc., se lleva a cabo la planeación del itinerario y el despachado para fabricar de forma prioritaria los productos que tienen un alto grado de urgencia. Como sistemas de control para ese fin tenemos el que es de dispersión autónoma como el sistema KANBAN y el centralizado como es el MRP.
- 4) En el caso del sistema KANBAN, como el requisito básico es tener una producción nivelada en base al programa de producción mensual, es esencial tratar de evitar los problemas en cuestiones como los de la calidad de fabricación, de equipos e instalaciones, el abastecimiento de materiales, etc. La planeación de la hora hombre en este caso, está basada en el tiempo de ciclo que tiene como base la cantidad planeada de producción diaria. $\text{Tiempo de ciclo a obtener} = \text{tiempo posible de operación} / \text{cantidad planeada de producción diaria}$.

(5) Puntos esenciales del control de calidad

- 1) Existen 3 objetivos dentro del control de calidad.
 - a) Garantiza la calidad. Esto en cuanto a los procesos sucesivos de manufactura, al cliente, usuarios y/o consumidores.
 - b) Disminuir el costo por no conformidades (Failure cost/Cost of Poor Quality).
 - c) Mejorar la calidad según sea necesario y elevar la calidad en los mercados y el grado de satisfacción del cliente.
- 2) Para tratar de asegurar la calidad y disminuir el costo por no conformidades es de suma

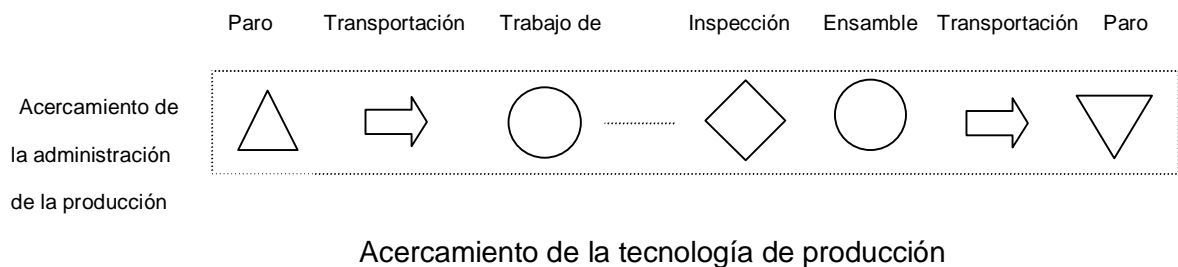
importancia que la calidad se confeccione en los procesos de manufactura en las plantas. El otro requisito sería el del diseño de la confiabilidad en la etapa del diseño como punto clave.

- 3) Para obtener esa calidad en los procesos de trabajos de prensa, la clave está en el diseño, elaboración y mantenimiento idóneo de herramientas y en los métodos de manutención y colocación de herramientas, desenrolladoras entre otros.
- 4) La inspección de recepción así como la de salida es una herramienta de control especialmente importante en caso de que la calidad en los procesos no haya sido suficiente.

A.2 Relación entre la Administración de la Producción y la Tecnología de la Producción en el Proceso de Manufactura

(1) Similitud y diferencia entre ambas

La relación entre la administración de producción y la tecnología de producción está en que son similares ya que comprenden cada uno de los procesos de manufactura y el flujo en términos de Q C D y la diferencia radica en la posición en la que se encuentran de usuario y fabricante. La administración de la producción tiene como objeto la programación y el control de la acción de manufactura, en cambio la tecnología de la producción comprende la acción de manufactura en un sentido de ingeniería y toma como objeto los métodos de ingeniería, los equipos e instalaciones y la elaboración de los sistemas que enlacen a ambos. Es decir, la administración de la producción considera como objeto de la programación y el control al proceso de fabricación (flujo) y corresponde a éstos en el área de control de itinerario, control de inventario, control de calidad y control de costos. La tecnología de la producción, corresponde al mantenimiento de métodos de ingeniería que funcionan como premisa de dichos controles en el área del diseño de procesos y planeación de procedimientos, control de equipos e instalaciones y control de mantenimiento. Por consiguiente, se comprende a ambas por la relación de objetivo método.



En el caso de los lugares de manufactura principalmente de trabajos de prensa, las conveniencias e inconveniencias de lo económico y la calidad se determinan por lo general por el grado de conformidad de la prensa, el herramental y la calidad del material. En realidad, como también se relaciona la habilidad del operador encargado, se puede comprender con la siguiente fórmula de relación.

$$Y (Q C D) = E (Prensa) \times F (\text{Característica del herramental}) \times G (\text{atributo del material}) \times H (\text{habilidad del operador})$$

En la operación de prensa se puede decir que en gran medida la influencia de las habilidades del operador se limita generalmente a las operaciones de colocación del herramental, por lo que el punto decisivo está en la estandarización de la altura del herramental y los métodos de posicionamiento.

(2) Repartición de funciones del departamento de la administración de producción y del de la tecnología de producción

Al establecer un esquema de la repartición de funciones de ambos departamentos, limitándose en el ejemplo del cambio de herramientas en un tiempo de un solo dígito, esto quedaría de la siguiente manera.

A.3 Temas de la Administración de Producción que Tienen como Fundamento la Tecnología de la Producción

- (1) Para fabricar productos buenos y baratos
 - 1) Existe la necesidad de simplificar los métodos de posicionamiento y apretado del herramental, tener suficiente contacto en la etapa del diseño del herramental entre los departamentos relacionados, extraer los problemas en la etapa de la utilización de herramientas similares y tratar de anular esos problemas.
 - 2) En los herramientas prestados por el cliente, dar importancia al control de mantenimiento de éstos y tomar las medidas necesarias para prevenir y evitar la aparición de rebabas y rayaduras (defectos).
 - 3) Hacer que desde el primer producto sea bueno y elevar el porcentaje de rendimiento del material.
 - 4) Para evitar no conformidades en el proceso de soldado y ensamble de partes prensadas, desarrollar e instalar mecanismos a prueba de tontos ya que son sumamente efectivos.

- (2) Para fabricar rápidamente por producción en pequeños lotes
 - 1) Son requisitos de suma importancia la disminución del tiempo de cambio de herramientas y la preparación en un tiempo de un solo dígito.
 - 2) En la preparación en un tiempo de un solo dígito se trata de no necesitar del ajuste de la altura y posicionamiento del herramental así como el apretado en un solo movimiento (*one touch*).
 - 3) Al mismo tiempo que se realiza el control de los lugares determinados de los herramientas, dependiendo de la frecuencia de uso llevar a cabo el control de localización. Es decir, los herramientas de uso frecuente se colocan lo más cerca posible a la máquina de prensa.
 - 4) Promover las 5S y evitar “movimientos de pérdida” como el de “buscar, elegir” de las herramientas necesarias al momento de la preparación.

B. Ingeniería Industrial (*IE*) y Técnicas de
Administración de la Producción para el
Mejoramiento

B. INGENIERIA INDUSTRIAL (IE) Y TECNICAS DE ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION PARA EL MEJORAMIENTO














B.1 Técnica de análisis del proceso

(1) Análisis del proceso

El análisis del proceso se trata de una técnica basada en la norma de clasificación del proceso que consta de una serie de flujo en el área de fabricación, tales como "Maquinado", "Transporte", "Inspección", y "Paro", en la cual se analiza y se comprende la realidad del proceso.

(2) Simbología de figura para el proceso

En el análisis de proceso se utilizan simbologías de figura para representar una serie de flujo del proceso, y en base a esto se analiza y se comprende la realidad de cada proceso. El análisis se lleva a cabo utilizando simbologías básicas correspondientes a cada proceso; "Maquinado", "Transporte", "Inspección", "Paro", y asimismo las simbologías de aplicación, las cuales son más detalladas que las básicas, tales como se muestra en la siguiente tabla

Clasificación de Proceso	Simbología de Figura para Proceso		Contenido del Proceso • Explicación de Simbologías
	Simbologías Básicas	Simbología de Aplicación	
Maquinado		a  b 	<p>Maquinado es un estado en el cual materia prima, partes, o partes unitarias reciben transformación física y química, o bien se ensamblan y se desensamblan dependiendo de la finalidad de producción.</p> <p>A : 3o. Proceso de maquinado B : 5o. Proceso de maquinado de partes P. C : Realizar chequeo de calidad durante el proceso de maquinado.</p>
Transporte			<p>Transporte es un estado de desplazamiento de materia prima, partes o partes unitarias, productos, de un lugar a otro lugar, cuya simbología se representa con un círculo pequeño (simbología de maquinado 1 / 3 ~ 1 / 2) , o también se puede señalar con una flecha () .</p>
Inspección		d  e  f 	<p>La inspección consiste en medir las características y/o la cantidad de materia prima, partes o partes unitarias, productos, a través de cierto método, y cuyo resultado será comparado en base a la norma , para poder evaluarse si es aprobado o no, o si es apropiado o no .</p> <p>d : Inspección de cantidad e : Inspección de calidad. f : Inspección de cantidad y calidad . (calidad es lo principal)</p>
Paro		g  h  i  j 	<p>Paro se trata de un estado cuando materia prima, partes o partes unitarias, productos, quedan parados o almacenados en ciertos lugares sin ser maquinados o inspeccionados .</p> <p>g : Paro de materia bruta antes de maquinado. h : Paro después de maquinado . i : Paro durante poceso de fabricacción (en espera de proceso) (se puede representar con la sigla "D" también) j : Paro momentáneo durante maquinado. (en espera de lote)</p>

(3) Ítems de análisis e investigación de cada proceso

Proceso	Ítems de análisis e investigación
Maquinado	lote y tamaño de maquinado, tiempo de cada maquinado, tiempo de preparación (preparación interna, preparación externa), nombre de máquinas, ubicación de maquinado, operario (número y condiciones) , porcentaje de defectos, tendencia principal de defectos, índice de capacidad de producción, etc.
Transporte	lote y tamaño de transporte, medio de transporte, distancia y tiempo de por cada transporte, tiempo total de transporte por lote, método y equipo para descarga, encargado de transporte (debe ser encargado de maquinado u operario de transporte) , etc.
Inspección	Lote y tamaño de inspección, tiempo de inspección, ubicación de inspección, método de inspección, norma y dispositivo de inspección, porcentaje de defectos, porcentaje de rechazo, etc.
Paro	días promedio de paro (volumen promedio de productos en proceso) , lugar de paro , forma de colocación (índice de activación de transporte) , condiciones de almacenamiento, etc.

(4) Puntos importantes para estudiar la KAIZEN según resultado del análisis de proceso.

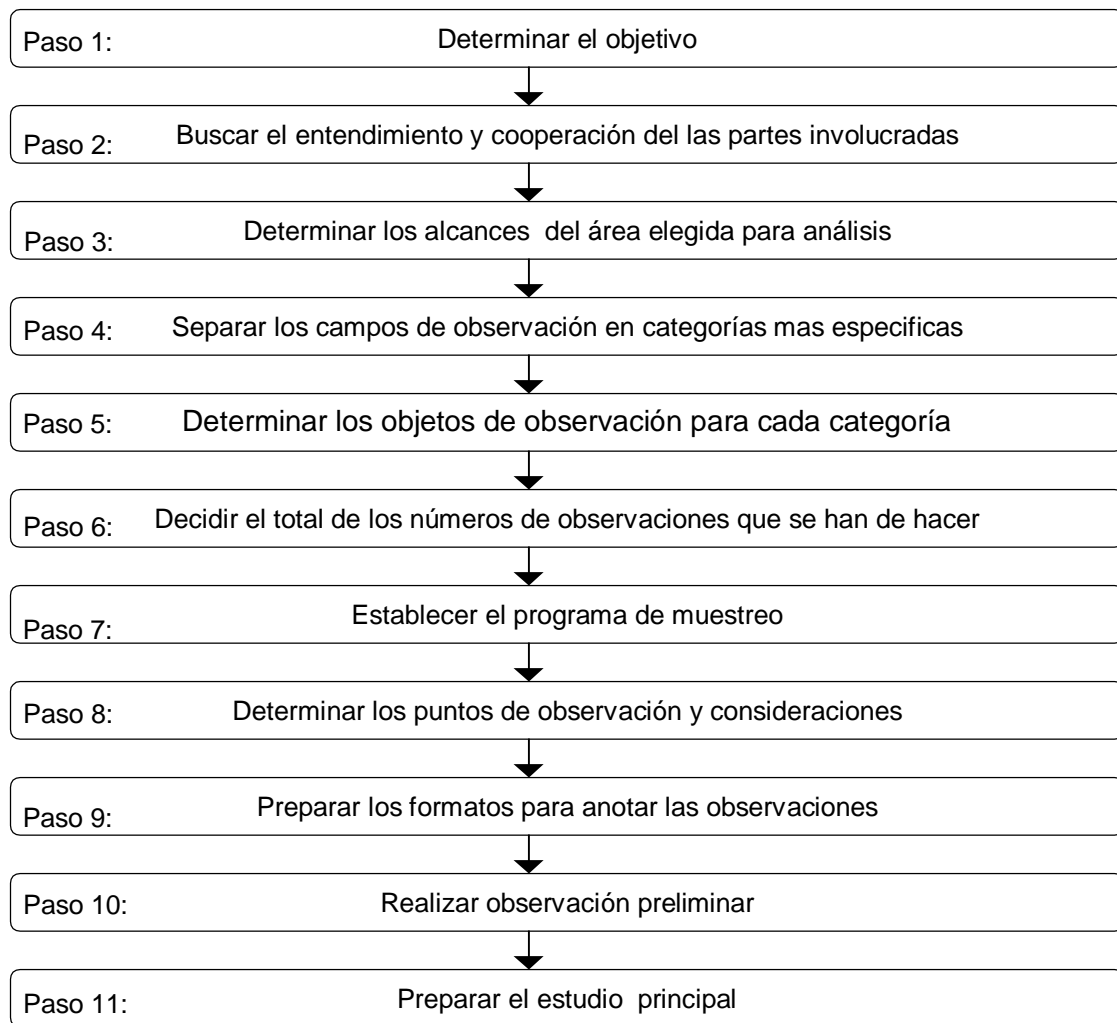
- 1) Aplicar el punto de observación de KAIZEN de ECRS(*Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify*) para cada proceso, con el fin de encontrar la clave para KAIZEN.
- 2) Reducir el tiempo de preparación, de modo que se pueda adaptar a la producción de lote pequeño.
- 3) En la línea de producción individual , se procura reducir el número de personal efectuando la KAIZEN de trabajo y aumentando el equilibrio entre líneas.
- 4) Para el proceso parado cuyo índice de activación de transporte es menor de 2, realizar transporte entre procesos por medio de palet y/o carritos, mientras que para el proceso parado con índice de activación de transporte entre 2 ~ 3, debe eliminar el transporte entre procesos, utilizando sistema de disparo (shoot) y/o banda transportadora, etc..
- 5) En líneas de producción en serie, el valor objetivo de porcentaje de la eficiencia de equilibrio entre líneas debe ser mayor de 90%.
- 6) Tomar siempre en consideración el concepto primordial de “ fabricar productos de buena calidad, a bajo costo, y en forma rápida”, con el fin de eliminar exhaustivamente las pérdidas, en base a la reducción de defectos de calidad, horas- hombre de trabajo, costo, y al incremento de productividad.

B.2 Muestreo del Trabajo (WS)

El muestreo del trabajo (WS) es un método común para el análisis de lectura instantánea de tipos de retrasos o demoras.

La técnica de muestreo de trabajo que incluye el monitoreo de actividades que son puntos predeterminados en un tiempo, los datos generados en esta secuencia será usados como base para la aplicación de inferencias estadísticas en el patrón global de la actividad.

Procedimiento de muestreo de trabajo



PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO DEL TRABAJO (WS)

Paso 1: Determine sus objetivos

Hablando ampliamente, hay dos enfoques principales de la técnica de muestreo:

- 1) Identificación de los problemas que impidan la producción de las primeras emisiones para la mejora del trabajo.
- 2) Obtener el rango de concesión para la obtención del tiempo estándar a utilizar

Hay una diferencia significativa entre los puntos de observación sobre los cuales se desarrollaran los objetivos seleccionados.

En nuestro caso, el objetivo es el punto no. 1.

Paso 2: Busque el entendimiento y cooperación de las partes interesadas

Antes de iniciar su trabajo de observación, es importante obtener primero la aprobación de todos los involucrados en el área sujeta a estudio, Explicando acerca de lo que pasa para asegurar su cooperación para que el trabajo avance. No importa cuan detallado sea el estudio, ya que sin la cooperación del taller no se espera concretar el objetivo.

Paso 3: Determine las fronteras de observación del área objetivo

Primero, liste todos los objetivos a observar, tales como supervisores, ajustadores, operadores y operadores de transporte y luego determine las fronteras con las cuales las observaciones serán realizadas, teniendo en mente los objetivos del estudio.

En nuestro caso, los objetivos de observación son la prensa y el operador.

Paso 4: Divida los objetivos de observación en pequeñas categorías

Los datos obtenidos durante el caso de las observaciones deberán ser analizados y los resultados del análisis usados como base para determinar algunas de las alternativas de solución. Por otro lado no hay un punto de inicio para las operaciones de muestreo del trabajo en primer lugar. Porque invariablemente deberán usar los siguientes puntos de vista, para fragmentar los objetivos llevándolos a unidades más pequeñas.

También deberá tener cuidado de no hacer las unidades demasiado pequeñas ya que una gran complejidad, darán como resultado como resultado errores inevitables. Utilizándolas invariablemente como prueba adecuadamente.

- 1) Operadores: Separe los grupos de operadores de acuerdo a su ubicación, tipo de trabajo, sexo, experiencia, etc.
- 2) Maquinas: Separe las maquinas en grupos de acuerdo a su ubicación, tipo capacidad, etc.

Paso 5 Determinación de los objetos de observación por cada categoría

Fijar los objetos de observación, es el paso más importante en la aplicación del método de todo de muestreo del trabajo. Esto es particularmente importante, cuando hay mas de un observador para tener la certeza de que cada uno esta actuando bajo los mismos criterios aplicados en las observaciones.

Aunque el resultado total, puede verse más convincente, si hay diferencias significantes entre las observaciones anotadas por diferentes observadores, puede automáticamente disminuir la credibilidad del resultado final.

Los siguientes puntos deben ser analizados cuando se fijen los objetos de cada observación:

- 1) Antes de iniciar el bloque principal del trabajo, primero analice cuidadosamente el área de actividad y anote la totalidad de elementos que puedan intervenir.
- 2) Anote los elementos principales tan detallado como sea posible. Evite tanto como sea posible, las cosas que generan referencias abstractas para cosas tal como en el trabajo preliminar o una mecánicas de ajuste.

Los elementos deben observarse también en el mismo punto cada vez. No se ha de indicar en las anotaciones frases como “se inicio tarde“, o “termino rápido“. como un objeto de observación se ha de indicar “charla“ o “caminaba“; algo que sea aplicable.

- 3) La distinción entre las categorías similares, como “ reunión” o “ discusión” o “ aguardar” y “ tomar un descanso”, es a juicio del observador con análisis rápido.
- 4) Cuando se esta observando a un operador en una maquina de trabajo, es importante distinguir entre observación hecha a la maquina en operación y la hecha con la maquina apagada. Sin embargo la actividad de observación en los demás objetos de observación igual. De igual forma cuando la observación es realizada en la proximidad de un cambio de modelo de una línea de producción, ser analizado puntualmente y se determinara si la línea esta en movimiento o si esta parada al

momento de hacer la observación.

- 5) Cuando hay mas de un observador hacer exactamente las observaciones desde el mismo sitio y ángulo.
- 6) Antes de categorizar el primer trabajo y después identificación más conveniente de los elementos de los elementos, esto es normalmente más fácil para iniciar por identificación todos los elementos apropiados de observación y asignar a la categoría más conveniente.
- 7) Al final se usa la línea "Ausencia", este punto es importante para totalizar el numero de operativos durante el periodo de observación haciendo la diferencia con la sumaria de los presentes.
- 8) Si aparece un objeto mas en la secuencia de trabajo de observación simplemente anótelo.

Paso 6. Decida el número de observaciones ha realizar.

El número de observaciones ha realizar es encontrada por medio de la siguiente formula:

No. de Observaciones = (El número de observaciones objetivo)(el número de observaciones de cada objetivo)

Generalmente con un número mayor de observaciones nos da un menor error en los resultados. Dicho margen puede ser calculado del número de observaciones y el coeficiente de ocurrencia de un punto de observación en particular como sigue:

$$e = 1.96 \left\{ \frac{p(1-p)}{n} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

El número de observaciones puede ser calculado mediante la siguiente formula:

$$n = \left\{ \frac{1.96}{e} \right\}^2 \cdot p(1-p)$$

Donde:

n: número de observaciones

e: error absoluto

p: coeficiente de ocurrencia

En la practica, esto es mucho más simple utilizando la tabla 5.3 del error absoluto presentado a continuación.

El número de observaciones requerido y naturalmente el error permisible varía dependiendo del ejercicio y propósito de la observación. La siguiente tabla proporciona una ilustración típica.

Propósito de la observación	Coeficiente de ocurrencia p %	Coeficiente de error absoluto e%	Coeficiente de error relativo 1%	Número de observaciones n
Investigación de los problemas que interfieren en la operación	15	±1.5 - 2.5	± 10 - 17	800 - 2,200
Determinación del rango de concesión	20	± 1.2 - 1.8	± 6 - 9	2,000 - 4,500
Determinación del tiempo del proceso por ciclo	70	± 1.4 - 2.1	± 2 - 3	2,000 - 5,000

Paso 7: Determine los horarios de observación.

Proceso utilizando la tabla de tiempos aleatorios.

Ejemplo:

El objetivo es observar un taller de troquelados 15 veces al día durante un período de 6 días.

La jornada de trabajo de 8:00 am a 5:00 pm, con 45 minutos para comer a las 12:00 hr. y 10 minutos de descanso por la mañana y 10 minutos por la tarde a las 3:00 pm. respectivamente.

- 1) Escoger una de las columnas del 1 al 10 en la tabla de tiempos aleatorios (En este caso, nosotros escogemos la columna 1).
- 2) Cada columna está dividida por la mitad. La sección de la izquierda contiene números del 1 al 40 distribuidos aleatoriamente. La sección de la derecha también contiene números, éstos indican tiempos. Los tiempos mostrados hacen referencia a la jornada de trabajo de la siguiente manera:
0.01=8:01 am., 1.01=9:01 am., 2.06=10:06 am.

- 3) Escoger los tiempos que se requieren, comenzando con el tiempo correspondiente al número 1 en la columna de la izquierda. El tiempo en este caso es 4.16, el cual se convierte en el tiempo de trabajo de 12:16. El horario de observación se descarta porque este cae durante el tiempo para comer. Continuando con el consecutivo hasta haber completado la programación de las 15 observaciones.
- 4) Seleccionar diferentes columnas de la tabla de tiempos aleatorios para preparar la programación de las observaciones para cada día subsecuente.

Paso 8. Determinar la ruta y los puntos de observación.

Planea las observaciones, así como evita duplicar las observaciones sobre todo en la salida y el regreso.

En otras palabras, se selecciona la ruta más eficiente de observación, una opción para hacer esto podría ser observar a los operadores en su salida, por ejemplo y observar las máquinas sobre el camino de regreso.

Es importante también llevar un orden para asegurarse de no olvidar cualquier cosa, para escoger buenos lugares desde los cuales se observen los objetos seleccionados.

Paso 9. Preparar una hoja de observación

Como la referida en el ejemplo.

Paso 10. Realizar un programa de observación preliminar

Antes de iniciar el programa principal de observación, se recomienda realizar un programa preliminar. La principal razón para esto es confirmar que los objetos de observación son los apropiados y que la ruta y los puntos de observación son los convenientes. Cinco ciclos completos deben ser suficientes para este propósito.

Paso 11 . Preparación final del estudio principal

En la preparación del estudio principal, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Nunca actúe de manera imperativa, lo cual puede hacer sentir incómodo al operador

2. Una observación puede hacerse en un momento, pero esto no siempre basta para confirmar lo que está haciendo el operador, eso puede llevar a tomar como referencia las acciones subsecuentes del operador
3. En una planta en la que los operadores se encuentran en constante movimiento, reduce la atención al registrar, esto es cuando el operador está caminando o transportando algunas cosas. Es el punto en que lo encuentras.
4. Si observas más de un operador al mismo tiempo, esto te puede llevar fácilmente a equivocarte cuando comienzas a ordenar los datos. Como regla es mejor monitorear un solo operador en ese momento.
5. Si el operador se percata de que es observado, él dejará de hacer lo que está haciendo y se pondrá a hacer otras cosas, como limpiar su máquina, en lugar de continuar con su trabajo.
Si el observador está familiarizado con el trabajo que está realizando el operador, esto no será un problema, si él no lo está, de cualquier modo esto puede ocasionar un error de registro al ver que está tomando un descanso o en tiempo de espera. Es buena idea verificar esto con alguien que conozca acerca del trabajo que se está realizando.
6. El día de la observación, colecte todos los datos relativos a la producción como: volúmenes, requerimientos de herramienta y úselo como referencia en la evaluación de la situación actual de la operación.

B.3 Manejo de Materiales (MH)

1. Tipos de análisis de MH

a) Análisis del trayecto de la transportación

Este es el método por medio del cual se investiga, analiza y examina, siguiendo el orden y el estado en el que fluyen los artículos que son objeto del análisis, registrando la forma en la que son manejados y colocados utilizando los “símbolos/códigos” del trayecto de transportación. Dentro de este tipo tenemos, el análisis del trayecto de la transportación en “línea recta” y “el análisis por medio de planos de colocación”.

b) Análisis de movilidad

Este es el método mediante el cual se analiza y examina la forma de colocación del artículo desde el punto de vista de la “movilidad” (facilidad de traslado de los artículos colocados).

c) Análisis de movilidad sin carga

Se denomina “movilidad sin carga” al traslado que se hace solamente para mover equipos y aparatos de transportación sin llevar consigo artículos. El propósito de este análisis es examinar el estado del equipo de transportación para poder disminuir el traslado sin carga.






2. Análisis del trayecto de transportación

Este es el procedimiento de análisis en el que se pone como punto principal el “movimiento de los artículos” dentro de lo que es el flujo de estos.

1) Simbología utilizada en el análisis del trayecto de la transportación


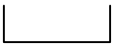
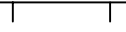
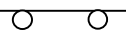
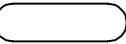
1) Símbolos básicos (MH)

Se emplean para describir la división del trabajo según la forma de manejar los materiales

Símbolo	Nombre	Significado	Estado del material
	Mover	Cambio en la posición del material	Esta en movimiento
	Cargar	Cambio en la forma de sostener el material	
	Descargar	Distinguir si cargar o descargar el material al momento de manejarlo	
	Procesar	Cambio en la dimensión y forma del material. Inspección	Esta estacionado
	Detenido	No se presentan cambios en el material	

2) Símbolos del estado de colocación (Lay-down status)

Se utilizan para señalar el estado del material colocado en un área, permitiendo identificar el tipo de maniobras por realizar para sacarlos del área y transportarlos.

Símbolo	Descripción	Significado
	Los materiales están colocados sin orden y directamente sobre el piso o una superficie plana, etc.	Plano (flat)
	Los materiales están colocados en una caja o en atos	Caja
	Los materiales están colocados sobre una tarima (pallet)	Tarima (pallet)
	Los materiales están colocados en un contenedor con ruedas	Carro
	Los materiales se están moviendo por medio de una banda transportadora	Banda transportadora




3) Símbolos de la fuerza motriz

Distinguen el tipo de fuerza empleada para mover, manejar y procesar los materiales señalando si se requiere o no la intervención humana para poner atención y/o manejarlos.

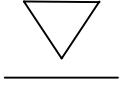
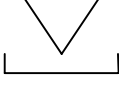
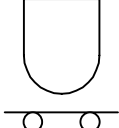
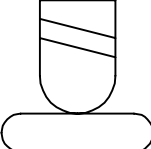
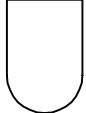
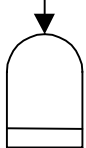

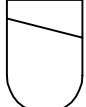
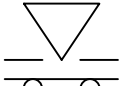
Tipo de fuerza	Necesidad de operador	Símbolo
Fuerza humana	Sí	
Fuerza mecánica con operador	Sí para operación	—
	No	==
Gravedad	Si para vigilar	↘
	No	↘↘

4) Líneas de movimiento

Señala el movimiento del material, personal y el equipo de transportación (movement path) conectando los símbolos de análisis

Objeto	Línea	Color
Material	Continua 	Negro
Personal	Punteada 	Rojo
Equipo de transportación	En cadena 	Azul

5) Ejemplo de uso de los símbolos para el análisis de operación del manejo de materiales (MH)

Tipo	Símbolo	Significado
Símbolos de estatus (lay-down)		Colocar los materiales sueltos sobre el piso
		Colocar los materiales en una caja
		Mover los materiales en un carro
		Los materiales se deslizan sobre una banda transportadora
Símbolos de fuerza		Mover los materiales con la fuerza humana
		Descargar los materiales con fuerza mecánica
		Procesar automáticamente
		Mover los materiales con operador
Líneas de movimiento		Los materiales están estacionados sobre un contenedor con ruedas
	.	Traslado en vacío

2) Tipo de análisis del trayecto de la transportación

Cuentan con dos tipos de análisis del trayecto de la transportación, siendo el análisis en línea recta y el de distribución. Se aplican cada uno de ellos según el objetivo que se busca.

(1) Análisis en forma lineal del trayecto de transportación

Se señala el trayecto que recorre el producto por el símbolo de análisis y luego se conectan entre ellos mediante una línea que representa el movimiento. De acuerdo con la necesidad, se apuntan al lado derecho de cada símbolo “tiempo requerido” y “distancia”, de igual forma al lado izquierdo del mismo “operador”, “estación”, “medio de transportación” y “peso”, entre otras. Se analizara todo lo anterior y estudiara en forma integral para encontrar ideas de mejora.

Este método permite identificar con claridad punto clave de mejora y los puntos problemáticos ya que se registran cuantitativamente el estado de transportación. Sin embargo se toma mas tiempo para el análisis y resumen comparando con el “análisis en forma de distribución del trayecto de transportación”. Se muestra un ejemplo en el diagrama no. 1.

(2) Análisis en forma de distribución del trayecto de transportación

Se apunto el trayecto de transportación sobre el plano de distribución real del piso de producción, de acuerdo con el análisis en forma lineal del trayecto de transportación. Este método visualiza “flujo de transportación” y “distancia de transportación” permitiendo identificar el defecto que existe en la distribución. Es efectivo para examinar mejora de transportación. Se muestra un ejemplo en el diagrama No. 2.

MANEJO DE MATERIALES (MH)

Análisis de operaciones en línea recta para el manejo de materiales

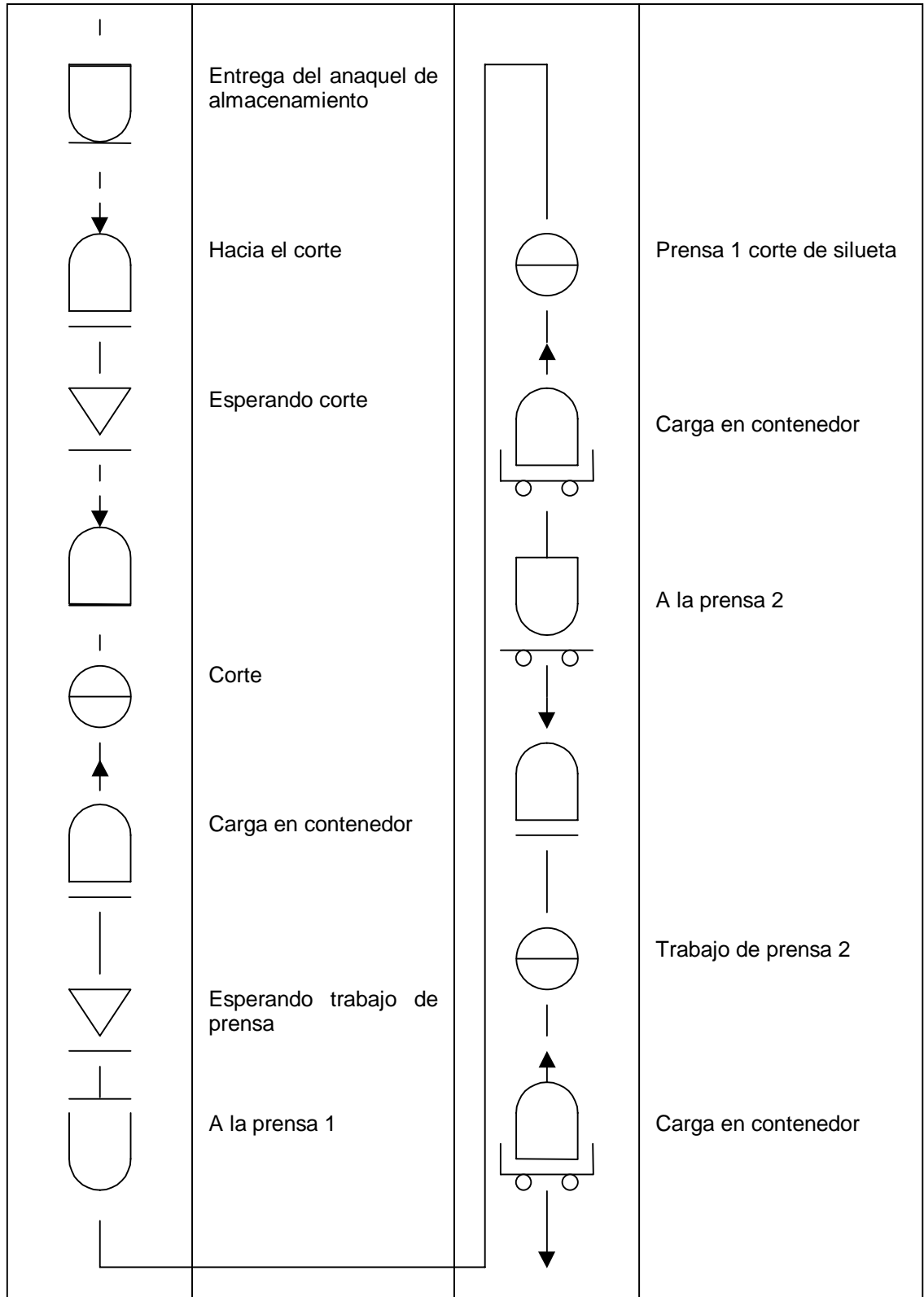
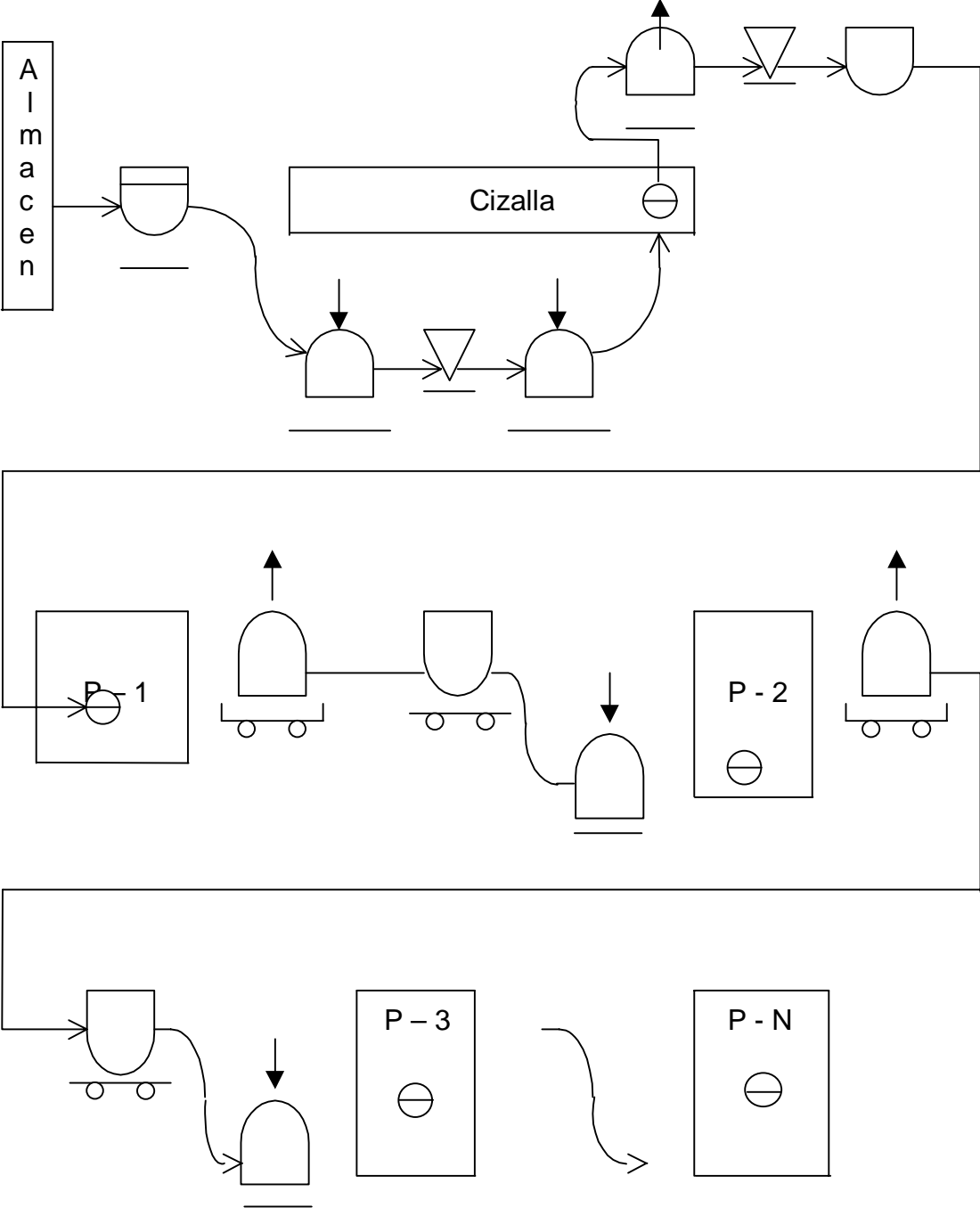


DIAGRAMA DE DISTRIBUCION PARA EL ANALISIS DE OPERACIÓN EN EL MANEJO DE MATERIALES



3. ANALISIS DE MOVILIDAD

El problema en la transportación no es solo la distancia a recorrer sino que además se gasta mucho tiempo y esfuerzo en el manejo de antes y después del transporte, es decir, en las operaciones de carga y descarga.

Por lo tanto, lo importante en la forma de colocar los objetos es que sea de tal manera que no dificulte el siguiente traslado.

Llamamos “movilidad” a la facilidad de traslado de los objetos colocados. El análisis de movilidad es aquel que examina el estado de transportación utilizando los índices de movilidad y dividiendo aquella en cinco etapas.

El índice que se presenta en la tabla 3-1, se refiere a la cantidad de esfuerzo requerido ya evitado para el traslado de los objetos colocados.

Es preferible que la cantidad de esfuerzo requerido sea menor, lo cual significa que será mucho mejor entre más grande sea el índice de movilidad.

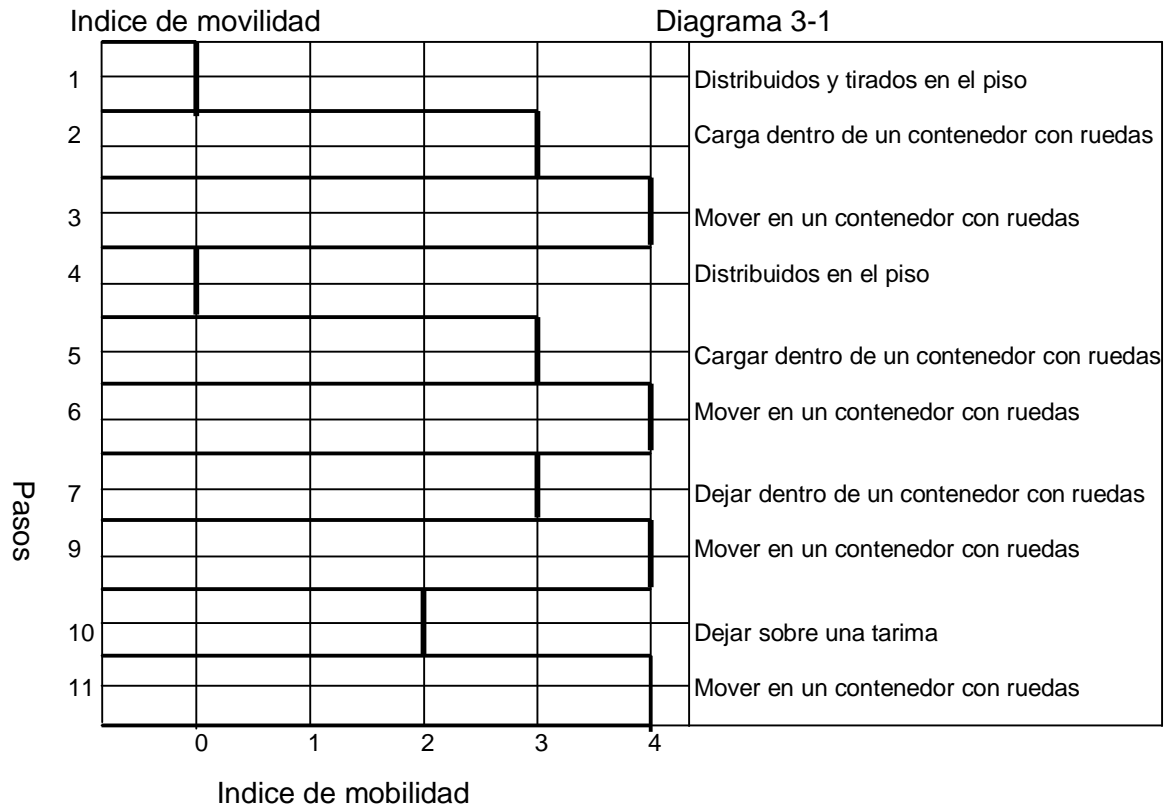
Para llevar a cabo el análisis de movilidad, se debe elaborar la “Gráfica del análisis de movilidad” (Tabla 3-1) para así comprender la situación actual.

Indice de movilidad

Tabla 3-1

Estado de la distribución	Descripción del esfuerzo requerido	Tipo de esfuerzo				Indice de movilidad
		Recoger	Levantar	Elevar	Mover	
Regados en el piso	Recoger, levantar, elevar, mover	0	0	0	0	0
En contenedor o en Atos (flejado)	Levantar, elevar, mover, (después de recoger)	X	0	0	0	1
En tarima o Deslisadores	Elevar, mover, (después de levantar)	X	X	0	0	2
Contenedor con	Mover (sin elevar)	X	X	X	0	3
Banda	No requiere esfuerzo	X	X	X	X	4

CARTA DE ANALISIS DE MOBILIDAD (MH)



Por medio de la siguiente formula se calcula el “índice de movilidad promedio” de la totalidad del proceso de operación en base a la gráfica del análisis de movilidad.

$$\text{Indice de movilidad promedio} = \frac{\text{Indice total de movilidad del proceso en estado estacionario}}{\text{Numero de pasos en el proceso}}$$

4. Análisis de traslado sin carga

De acuerdo con su significado, el “traslado sin carga” se refiere al estado de traslado en vacío, es decir, el estado en el que no se cargan ni materiales ni partes.

En este análisis, no solo se estudia el traslado de materiales y/o piezas sino también el movimiento de personas y vehículos para tener un indicador para la mejora del traslado. Para esto buscamos el “coeficiente de movilidad sin carga” por medio de la siguiente formula.

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de movilidad sin carga} &= \frac{\text{Dist. Del movimiento de operador} - \text{Dist. Del movimiento de material}}{\text{Dist. Del movimiento de material}} \\ &= \frac{\text{Distancia del movimiento sin carga}}{\text{Distancia del movimiento de material}} \end{aligned}$$

Nota: Este coeficiente, mas que ser el de la movilidad sin carga de un vehículo, debería considerarse como el de la movilidad sin carga de las personas.

La obtención del coeficiente de movilidad sin carga se logra por línea de producción, por lugar de trabajo o bien por personas específicas.

Y dependiendo del coeficiente que resulte, se detectan las partes con mayor movilidad sin carga y se analizan las medidas de mejoramiento para disminuirlo.

El ideal, debería ser reducir el coeficiente a 0, pero en la practica la mayoría de las compañías fijan sus objetivos en reducir por debajo de 2.

5. Preparación de los objetivos de desarrollo

1) Puntos de desarrollo de la carta de análisis de operación en el manejo de materiales

- (1) Checar la secuencia de los símbolos y observe los caminos del desarrollo de áreas con bajos niveles de movilidad.
- (2) Existen muchos retrasos ? Podrían algunos de esos retrasos ser eliminados ?
- (3) Podría ser eliminado un retraso antes o después del estudio de manejo de materiales ?
- (4) Podrían los elementos de movimiento sin carga ser reducidos
- (5) Podrían algunos de los esfuerzos manuales ser reemplazados por esfuerzos mecánicos o reducidos por el uso de la gravedad.
- (6) Es este algún camino para la reducción de distancias en la transportación
- (7) Hacer que cualquiera de las líneas con doble movimiento giren sobre si mismos o den vuelta necesariamente ?
- (8) Podría esta distribución de planta ser combinada para reducir este tipo de problemas ?

2) Análisis de los puntos de movimiento en desarrollo

- (1) Observar las rutas de agrupamiento de materiales dentro de sus unidades
- (2) Implantar el uso de tarimas o patines
Distribuya las cargas para que puedan ser levantadas por montacargas y así mismo se incremente la movilidad a 2.

(3) Introducir contenedores con ruedas.

Dejar los materiales en contenedores con ruedas (carro de empujar, camiones, contenedores con ruedas que puedan ser almacenados uno sobre otro). Entonces podrán ser movidos sin retraso. Incrementando el índice de movilidad a 3.

(4) Uso de bandas transportadoras.

Por medio de un arreglo de transportadores, los materiales pueden ser transportados automáticamente a la siguiente operación, el índice de movilidad de esos materiales puede ser incrementado a 4.

3) Desarrollo de los puntos promedio de los índices de movilidad.

(1) Menor de 0.5: Implantar el uso de contenedores, tarimas y carros.

(2) De 0.5 a 1.3: Observar las rutas para introducir vehículos automotores y montacargas

(3) De 1.3 a 2.3: Tratar de introducir transportadores y cajas móviles.

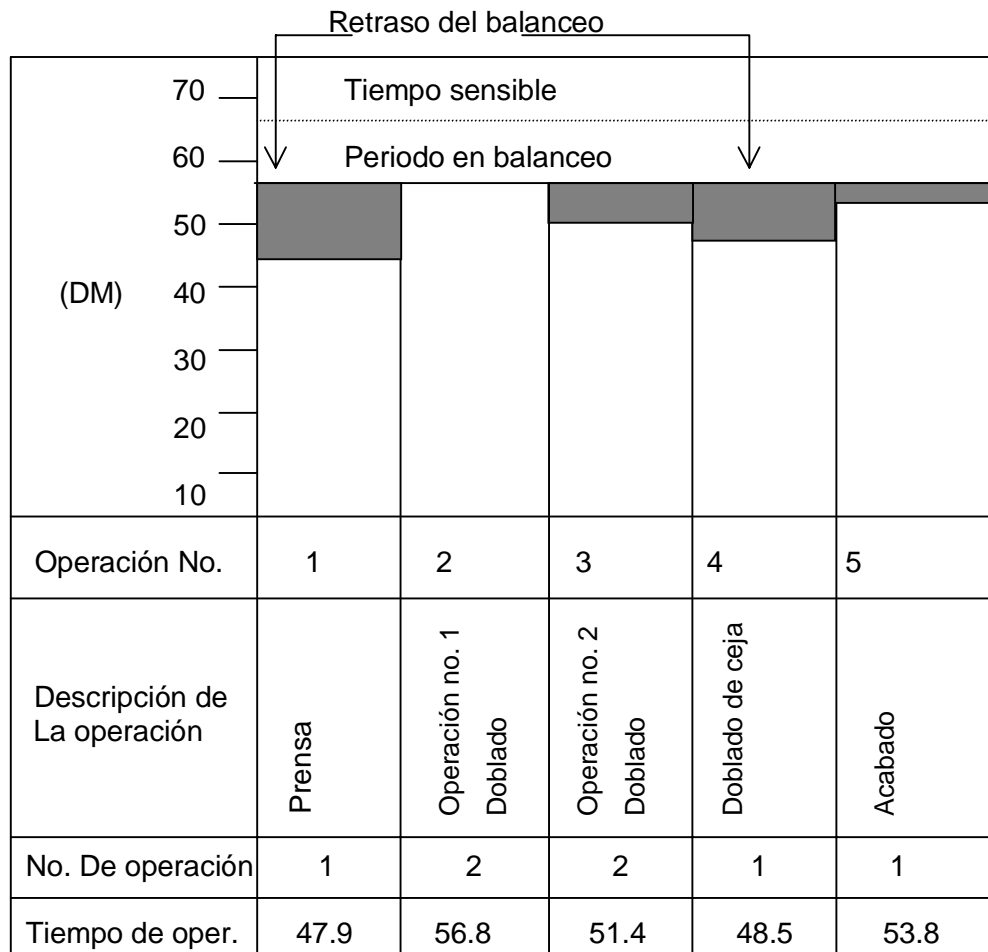
(4) De 2.3 o mayor: Incrementar el uso de transportadores y montacargas, tratando de eliminar el número de horas-hombre en el manejo de materiales.

B.4 Balanceo de Línea

1) Diagrama de paso

Para comprender la situación real del balanceo de línea, se debe obtener el tiempo requerido en cada operación, ordenarlos por proceso y graficarlos. Es decir, se debe elaborar un diagrama de pasos en el que, a simple vista, se pueda entender la situación del balanceo.

En la gráfica que abajo se muestra se ilustra el ejemplo de 7 operadores que se han dividido el trabajo en una operación de prensa de 5 pasos.



2) Eficiencia de balanceo y retraso del balanceo

Como medida para evaluar el estado de la constitución de la línea, se emplea la “eficiencia del balanceo” o el “porcentaje de retraso del balanceo”.

$$\text{Eficiencia en balanceo} = \frac{\text{Tiempo neto total de todas las operaciones} \times 100}{\text{Tiempo de la operación más amplia} \times \text{No de operaciones}}$$

$$\text{Retraso del balanceo} = 100 - \text{Eficiencia del balanceo}$$

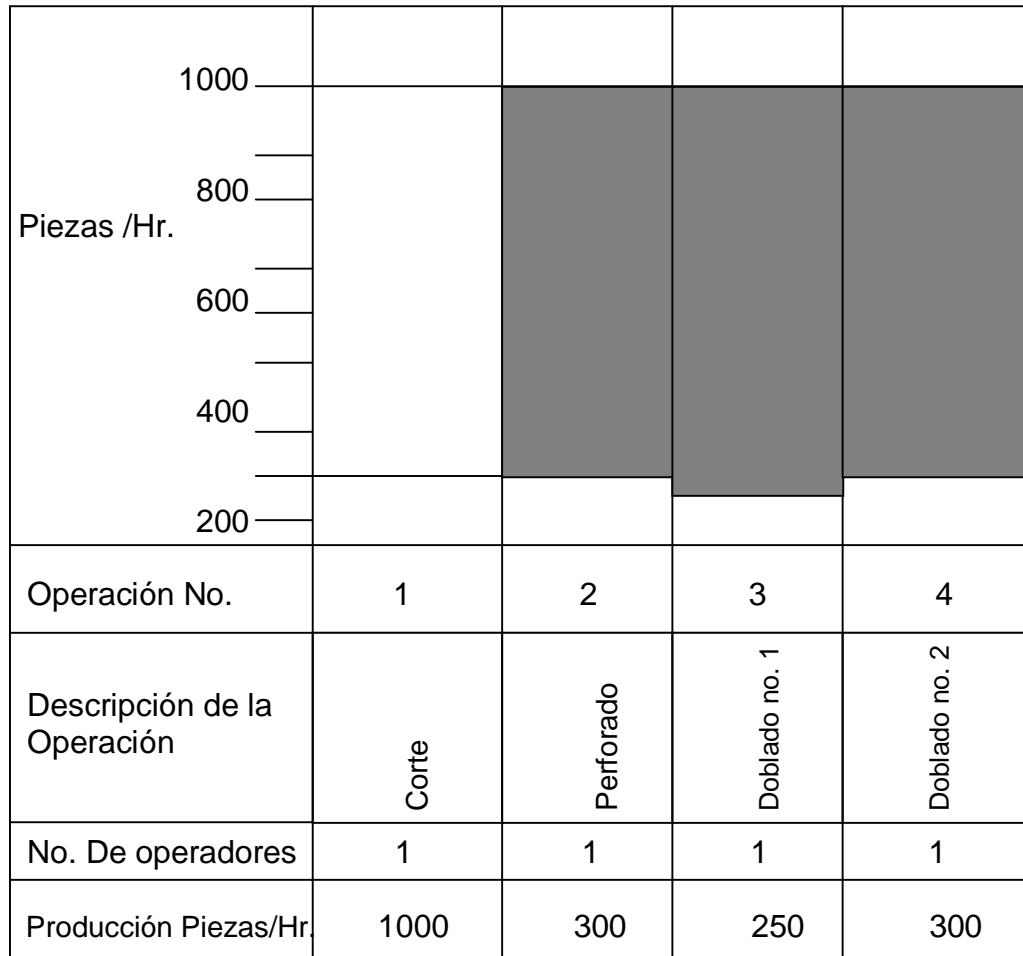
En este análisis, como métodos de mejoramiento comunes, tenemos los tres siguientes.

- a) Acercar la eficiencia del balanceo al 100%
- b) Minimizar la disposición del personal si el “Tact time” es lo mismo.
- c) Si el número del personal es el mismo, formar la línea de tal manera que su “Tact time” sea lo más corto posible.

Podemos esperar un beneficio seguro en la línea de producción dando una eficiencia de balanceo del 85%.

BALANCEO DE LINEA

Pasos del diagrama para estudio



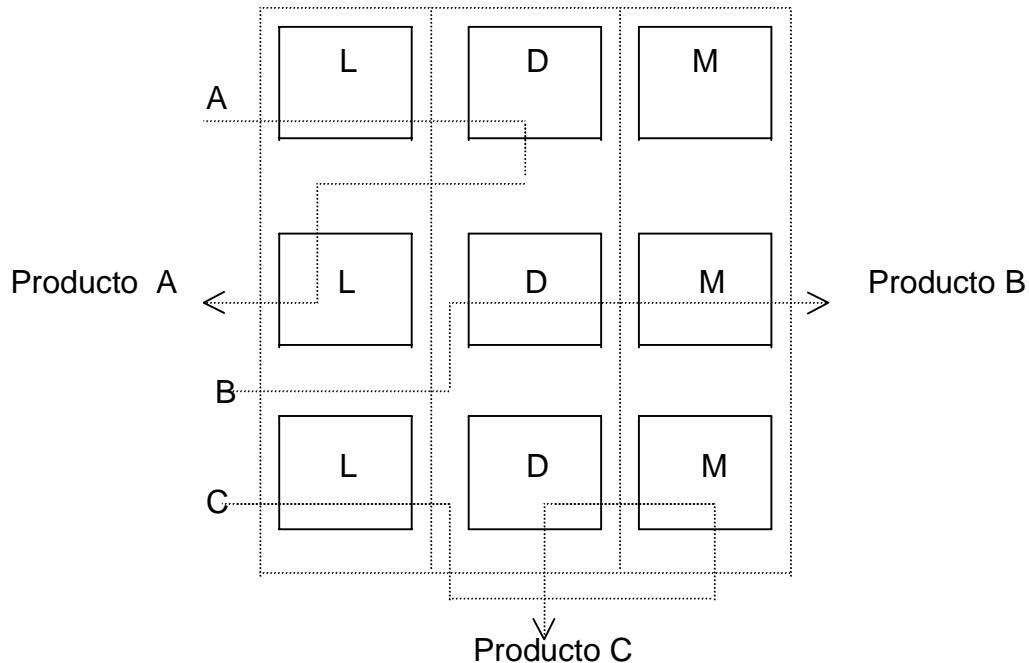
B.5 Distribución de Planta

1. Modelos básicos de distribución de planta

Por lo general, los modelos de la distribución de planta difieren según el tipo de productos que se fabriquen, la cantidad de producción, el orden de las operaciones, el tipo de equipo y la cantidad de estos, pero para indicar los modelos más representativos se muestran los siguientes cuatro.

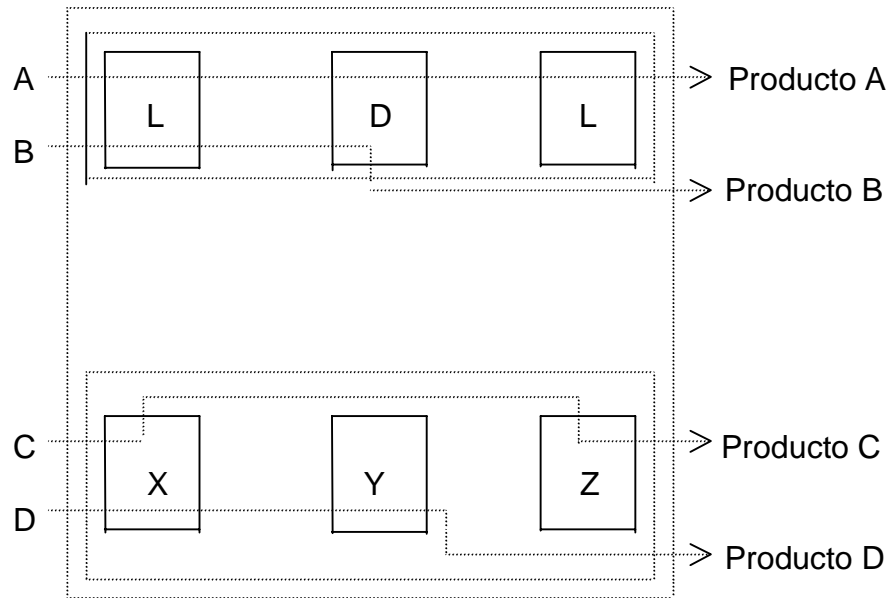
(A) Distribución de planta basada en la función

Esta distribución se puede emplear en el caso de una producción de pequeñas cantidades de productos de diversos tipos o en una producción particular al dividir en grupos las operaciones de una misma naturaleza o de algunas similares y al agrupar y colocar por grupos el equipo que posea la misma función.



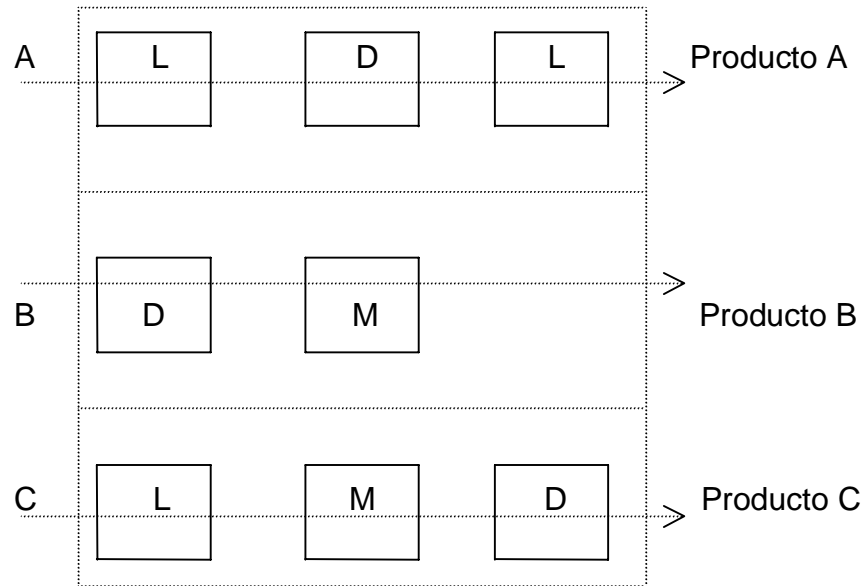
(B) Distribución de planta basada en grupo de productos

Esta distribución es adecuada en el caso de una producción en medianas cantidades y diversidad considerando como un grupo al de los productos que se fabrican por maquinas con un manejo similar y colocando estas de acuerdo con el flujo de esa operación.



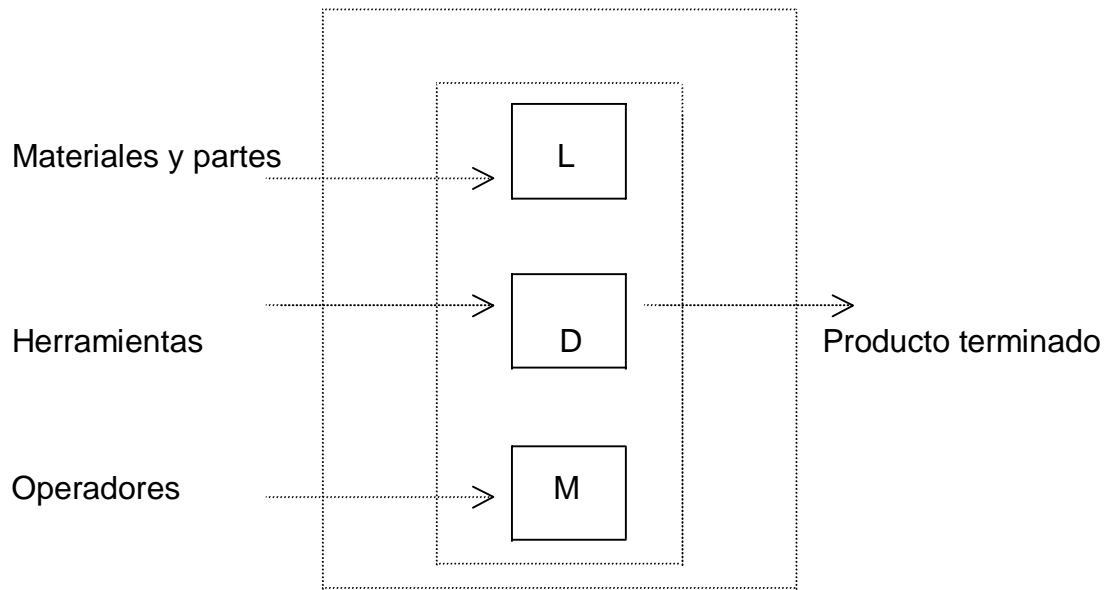
(C) Distribución de planta en base al producto

En esta se coloca el equipo conforme al orden de las operaciones y frecuentemente es utilizada para la producción en grandes cantidades de productos de poca diversidad.



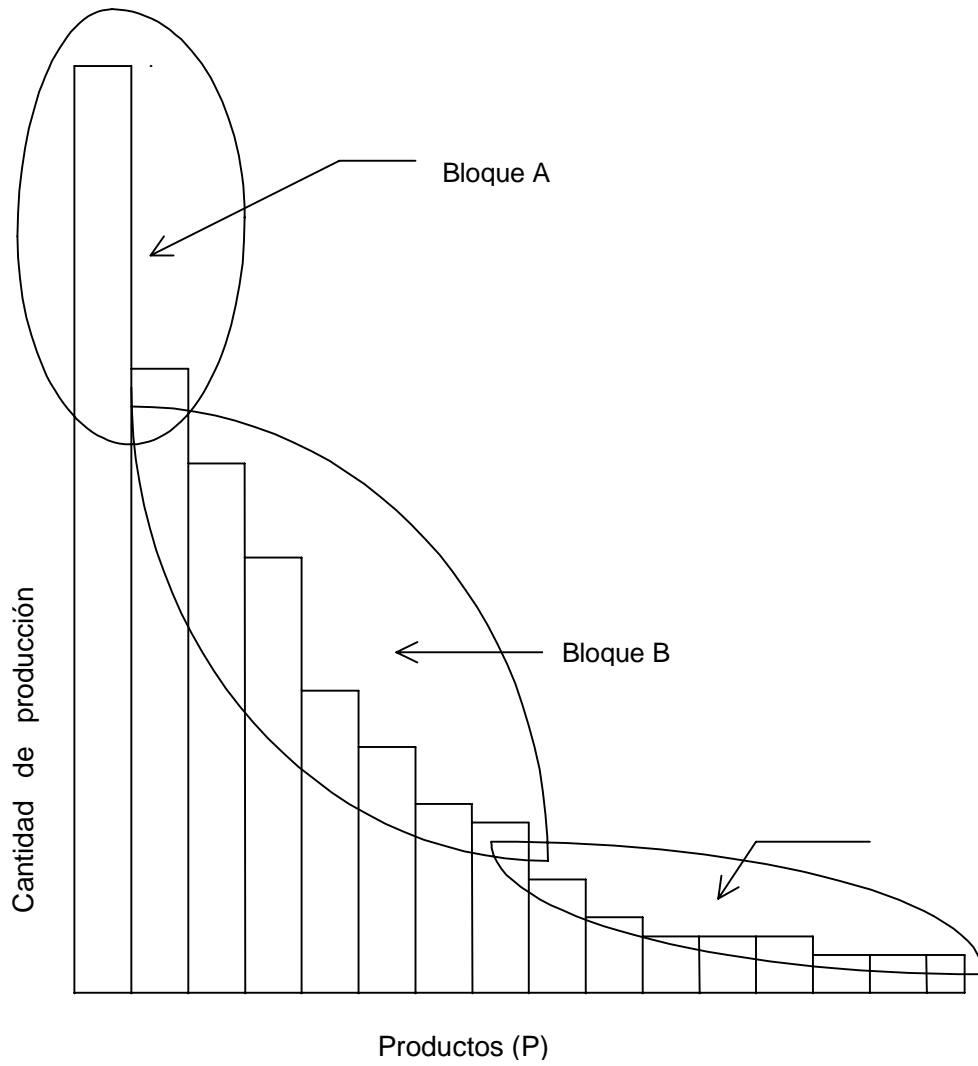
(D) Distribución de planta de tipo fijo

Este tipo de distribución se emplea para la producción individual de objetos pesados, como lo sería la operación de ensamble para la construcción de barcos, de maquinaria eléctrica pesada y/o de máquinas grandes, de una forma en la que el producto se termina en donde los principales materiales y partes se encuentran fijos y a ese mismo lugar se llevan las máquinas, las herramientas y otros tipos de materiales y partes y se realiza el trabajo.



2. Relación entre la cantidad de producción y la distribución de planta

Para llevar a cabo concretamente la planeación de la distribución de una planta es necesario consolidar principalmente el proyecto fundamental de dicha distribución. Como se muestra en la gráfica siguiente, se elige la forma fundamental de distribución según el análisis "P-Q" (Productos-cantidad de producción), agrupando en bloques los diferentes productos. Posteriormente, se realiza el análisis de flujo y se utiliza, para el bloque A, el análisis de productos sencillos, para el B, el análisis de procesos de productos diversos y para el C, la carta De-para.



	Bloque A	Bloque B	Bloque C
Distribución de planta modelo	Distribución de planta en base al producto	Distribución de planta en base al grupo de productos	Distribución de planta basada en la función o tipo fijo
Análisis de flujo	Análisis de procesos sencillos	Análisis de procesos de productos diversos	Carta De-Para

3. Análisis de procesos sencillos

Lo que significa el análisis de procesos sencillos es un orden del proceso utilizando los símbolos como:

○ : Procesamiento u operación

□ : Inspección de cantidad (control de calidad)

4. Análisis de procesos de productos diversos

Se elabora una tabla donde se anota el nombre del producto en la columna vertical así como el nombre del proceso en el espacio horizontal. Se enumera la ruta de proceso de acuerdo con el orden de procesamiento por cada producto. Cuando esta llenada la ruta de cada proceso para mas del 80% de los productos, se clasificaran los productos según el siguiente criterio.

- a) Los que corren sobre el mismo proceso
- b) Los que pasan por procesos similares aunque hay diferencias parciales.
- c) Los que no tienen prácticamente ningún proceso común.

En el caso de a):

Se debe estudiar la posibilidad de crear una línea de operación exclusiva

En el caso de b):

Se debe estudiar la posibilidad de crear una línea de operación en flujo en vez de la operación por lote. De igual forma se estudiara el sistema de producción en líneas separadas (dobles) en los procesos que no sean comunes.

En el caso de c):

Se estudiara la distribución por maquina.

Diagrama del análisis del proceso de productos variados

Proceso \ Producto	Corte	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3	Prensa 4	Prensa 5	Prensa 6	Almacén
A	→	→	→		→	→		→
B	→	→	↘	↙	→			→
C	→	→		→	→			→
D	→	→					→	→
E	→	→			→			→
				↘	↙			→

5. Carta de-para

Se registran en un mismo orden en las columnas todas las operaciones por las que pasan los productos; en la columna vertical los procesos de abastecimiento (o proceso anterior) y en la horizontal, los procesos de recibimiento (o proceso anterior). Se marca con letra o con una "X" el numero de veces por las que por cada proceso haya pasado el producto y en donde corresponda con el cruce de la otra columna. Por medio de este análisis se puede conocer el grado necesario de proximidad entre cada proceso. El numero que se registra en cada columna debe ser el del numero de veces por las que atraviesa en cada proceso.

De \ Para		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Almacén de	Torno de CNC	Torno de maquinados	Fresadora de CNC	Subcontratista	Centro de maquinado	Tratamiento térmico	Pulido	Inspección/aceptación	Rectificado de sup. Planas	Maquina de electroerosion y penetración	Corte por alambre	Inspección	Marcación	Ensamble
1	Almacén de materiales		6	3	3	4										
2	Torno de CNC			5	3	2										
3	Torno de maquinados				1											
4	Fresadora de CNC						3		1							
5	Subcontratista		2		1			2								
6	Centro de maquinado							1								
7	Tratamiento térmico					2										
8	Pulido										4					
9	Inspección/aceptación			3					3		2		2			
10	Rectificado de sup. Planas															
11	Maquina de electroerosion y penetración															
12	Corte por alambre															
13	Inspección															
14	Marcación															
15	Ensamble															

B.6 Sistema de Producción Individual

1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

A continuación se clasifican los distintos sistemas de producción.

1) Clasificación por tecnología de producción

(1) Producción por ensamble

Producir los productos finales por medio del ensamblaje de numerosas partes utilizando maquinaria y equipo (ejemplo: manufactura de maquinaria).

(2) Producción por procesamiento

Producir por medio del tratamiento físico y químico de uno a varios tipos de materia prima depositada en una serie de procesadores (ejemplo: Industria química, industria metálica).

2) Clasificación por el aspecto de la demanda

(1) Producción sobre pedido

Producir sobre pedido en forma específica artículos especiales de acuerdo con lo requerido por el cliente. "Production to order" (ejemplo: manufactura de maquinaria industrial especializada, astillero, estructura de puente).

(2) Producción por estimado

Producir sobre la base del programa que determina calidad, función y cantidad de productos estimando previamente la demanda del mercado (ejemplo: Industria automotriz, aparatos electrodomésticos).

3) Clasificación por variedad de productos y su cantidad

(1) Variedad extensa con pequeño volumen

Producir en forma intermitente un volumen pequeño de artículos especiales que tengan amplia variedad. Tiene relación con el sistema de producción sobre pedido.

(2) Poca variedad con alto volumen

Producir en forma continua un alto volumen de productos que tenga un solo o algunos cuantos tipos de diferencia. Tiene relación con el sistema de producción por estimado.

4) Clasificación por modo de agrupar productos

(1) Producción individual

Producir en forma individual e independiente de acuerdo con el pedido del cliente (ejemplo: plantas, astillero).

(2) Producción continua

Producir en forma continua productos y partes del mismo tipo, por estimación de demanda, utilizando maquinaria y equipo exclusivo para este objetivo.

(3) Producción por lote

Producir el mismo tipo de producto y/o parte agrupándolos con una cantidad determinada.

En la practica los distintos sistemas arriba mencionados se combinan para su aplicación aprovechando cada una de sus características. A continuación se muestra una combinación general que se usa comúnmente.

COMBINACION DE SISTEMA DE PRODUCCION

Carácter	Tecnología	Demanda	Variedad y volumen	Modo de agrupamiento de productos
	Producción por ensamble	Producción por pedido	Variedad múltiple con volumen pequeño	Producción individual
Sistema			Poca variedad con alto volumen	Producción por lote
	Producción por procesamiento	Producción por estimación	Un solo tipo con alto volumen	Producción continua

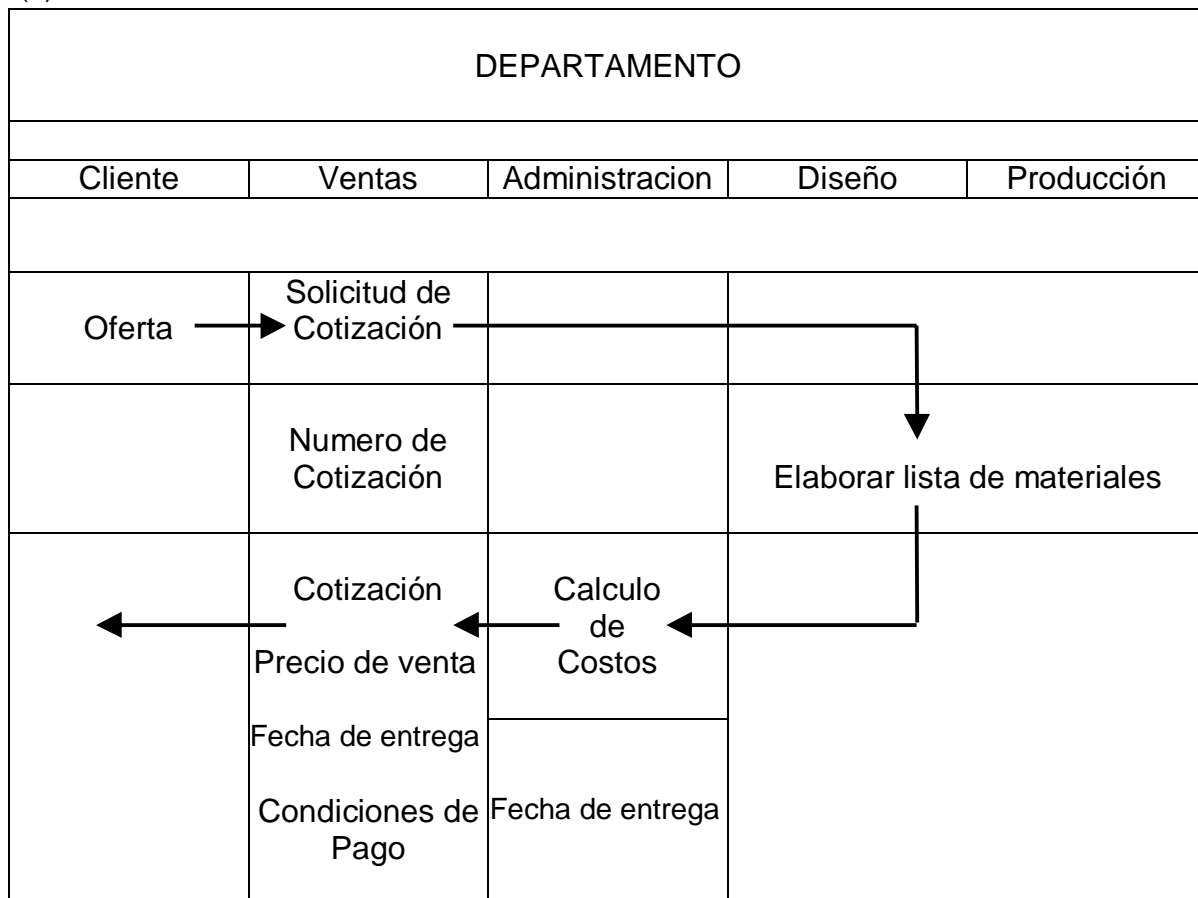
2. CONTROL DE PRODUCCION POR MODO INDIVIDUAL

El sistema de producción individual se puede aplicar a la producción de artículos grandes, como la planta química, barcos y estructuras de construcción, hasta productos pequeños como troqueles.

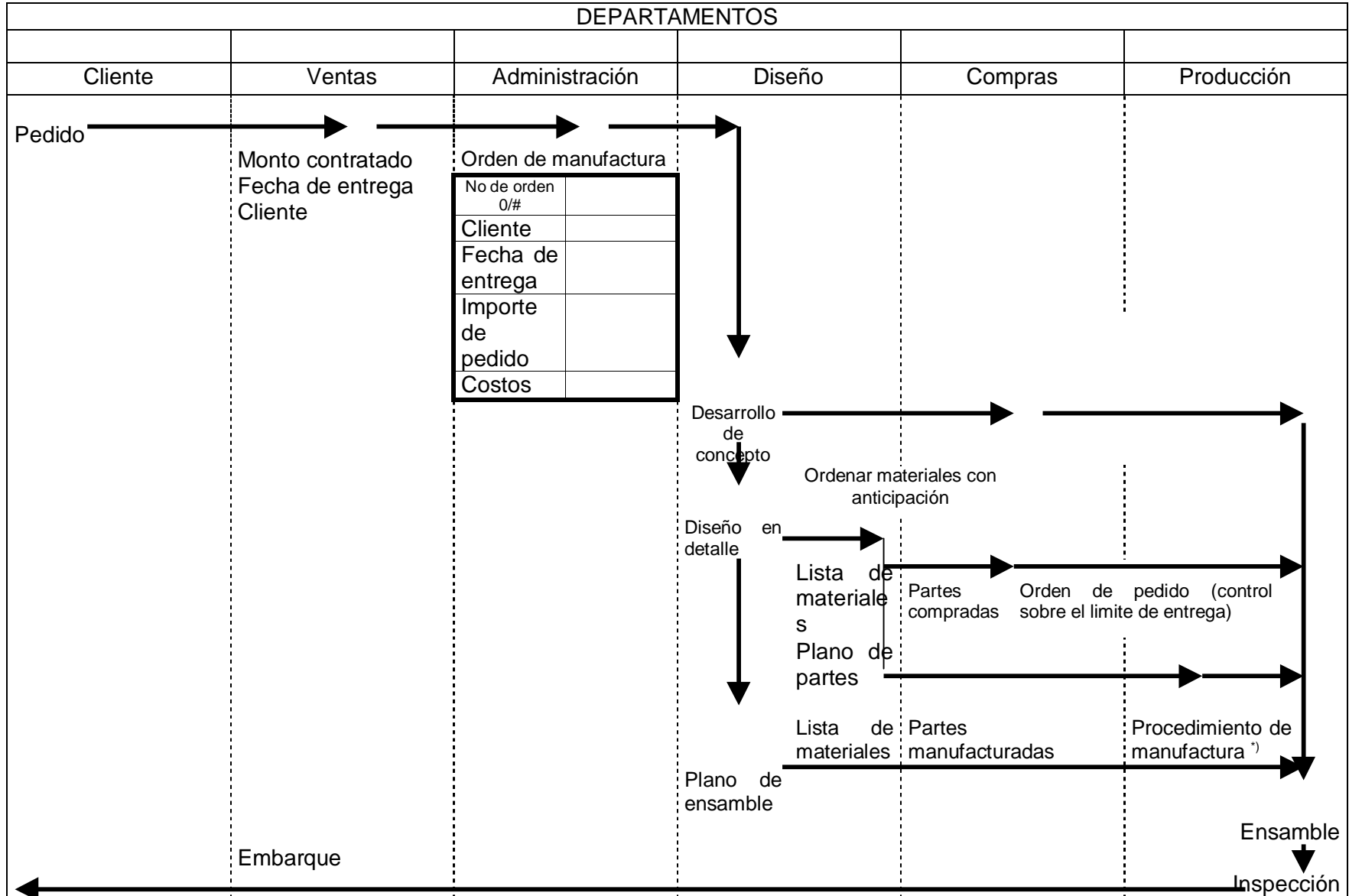
Las figuras (a) y (b) señalan el flujo de trabajo antes y después de recibir pedidos, respectivamente. Para calcular el costo de producción se emplea, naturalmente, el calculo individual de costos.

1) Flujo de Trabajo

(a) Antes de recibir la orden



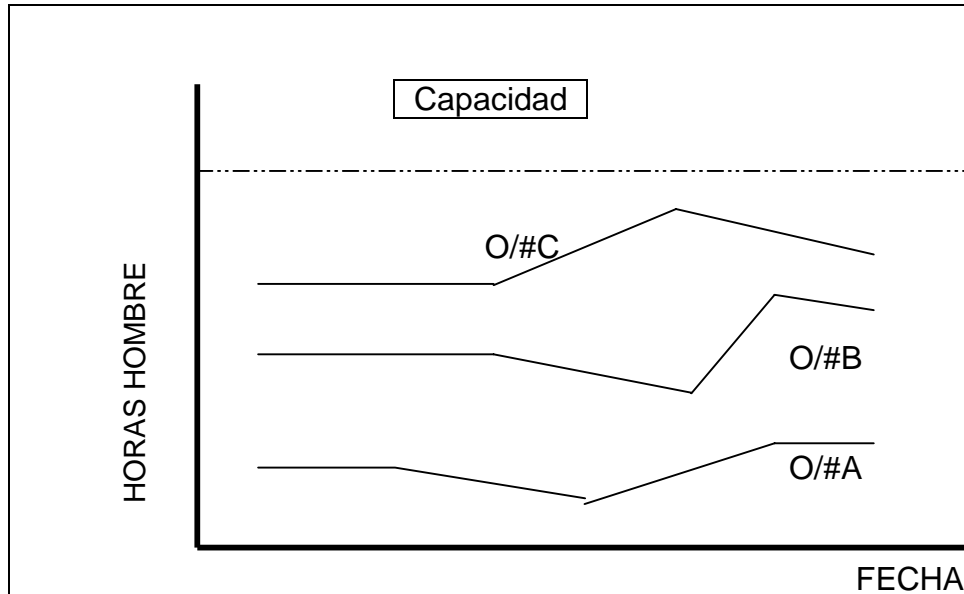
(b) Después de recibir la orden



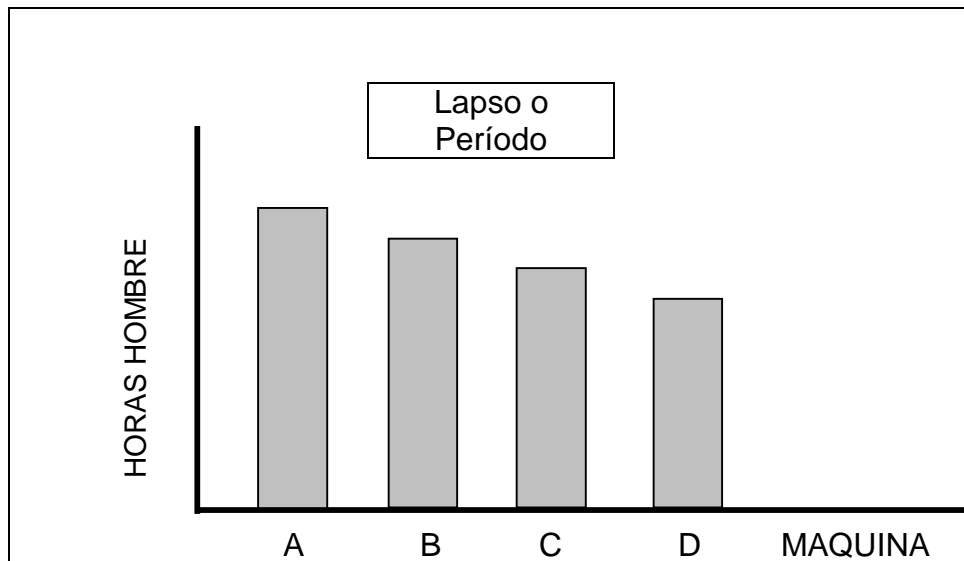
*) Registrar el tiempo de producción en cada paso con la finalidad de usarlo para la cotización y el control de costos

2) Control de carga sobre máquina

- A. Por máquina (por planta etc.). La carga requerida por pedido se acumulara de acuerdo con el numero de pedido y se compara siempre con la capacidad que tiene la maquina y/o la planta para llevar un control.



- B. Se acumulara el total de proceso por maquina en un momento dado y se compararan la carga y la capacidad de todas o las principales maquinas para llevar a cabo un control.



B.7 Control de Calidad

1. GRAFICOS DE CONTROL

JUSTIFICACION:

La calidad medida en un producto esta siempre sujeta a una cierta variación por lo que todo esquema de producción e inspección lleva implícito un sistema de referencias estable.

La técnica del gráfico de control proporciona mayor seguridad a la calidad y menor costo de inspección, permitiendo mejores decisiones en cuanto a tolerancias técnicas y comparaciones que ayudan a seleccionar el mejor de entre varios proyectos y métodos de producción.

TECNICAS DE CONTROL

Antes de decidir la manufactura de un producto, es necesario que se definan tres funciones relacionadas con la calidad:

- a) Las especificaciones técnicas
- b) La cantidad de producción
- c) El sistema de control.

Las técnicas de control estadístico de calidad más utilizadas son cuatro:

- a) Gráficos de control de las características de calidad medibles/gráficos de *variables* o sea \bar{X} y R (media y amplitud) y gráficos de \bar{X} y σ (media y desviación tipo).
- b) Gráficos de control de fracción defectuosa/gráficos de *atributos* o gráfico p .
- c) Gráficos de control de defectos por unidad o gráfico c .
- d) Control por muestreo o muestreo de aceptación (cualquier método de aceptación especificado que de protección a la calidad)

Cuando se habla de control estadístico es importante distinguir entre *variables* y *atributos*.

Se dice que una característica de calidad se esta controlando *por variables* cuando esta (medida real) es comparada con un instrumento de medición calibrado (comparación con una escala métrica), en tanto que una característica esta siendo evaluada *por atributos* cuando se inspecciona visualmente o se somete a una prueba en la cual pasa o no pasa (esta bien o esta mal).

Los gráficos de control **X** y **R** proporcionan tres tipos de información, imprescindible para la toma de decisiones:

- a) Intervalo de calidad en el cual se mueve la característica de calidad
- b) Consistencia de la realización
- c) Nivel medio de la característica de calidad

En todo proceso de fabricación, cierta variabilidad es inevitable y atribuible a; las maquinas, los materiales, los operarios, etc. Por lo que al especificar los valores máximos y mínimos de una característica (tolerancias y dimensiones) hay que ver si el campo de variación del proceso lo permite ya que si es muy amplio será imposible que toda la producción este dentro de los limites especificados.

Sin embargo, debe tomarse en cuenta que: “Siempre que un gráfico de control muestra un campo de variación, es seguro que parte de la producción esta fuera de especificaciones” siendo necesario poner el proceso ***bajo control***.

Un gráfico de control debe proporcionar información tal que permita interrumpir el proceso cuando sea necesario así como donde actuar para corregir deficiencias.

Los gráficos de control de la fracción defectuosa (p) se aplican en la inspección al 100% de la muestra y tiene su base en la inspección por atributos en la cual cada elemento inspeccionado resultara ***aceptado*** o ***rechazado*** pudiéndose subdividir en productos de ***desecho*** y ***recuperables***.

Este gráfico es menos sensible que el **X-R** sin embargo es muy empleado en el control de la producción para saber donde y cuando hacer esfuerzos por mejorar la calidad. Se utiliza cuando hay que reducir el valor medio de la fracción defectuosa de una cantidad

importante, pudiendo redundar en una mejora de los métodos de trabajo o de los criterios en que se funda la inspección.

Los gráficos de control de defectos por unidad (c) se utilizan en dos casos perfectamente bien definidos: Cuando interesa saber el número de defectos que presenta cada unidad producida (número de marcas en una superficie pulida, número de puntos defectuosos en la superficie de un cable, etc.) o cuando se inspecciona una unidad compleja en la cual se puede presentar defectos de varios tipos y que se registran separadamente.

Muestreo de aceptación: Es una parte necesaria de la fabricación que se puede aplicar a la recepción de materiales, al producto en proceso y al producto final. Pudiendo efectuarlo la unidad productora o el comprador.

Sin embargo y aun cuando el método de muestreo de aceptación es bueno. La mejor protección que se tiene contra la aceptación de productos defectuosos es fabricarlo correctamente "**a la primera vez**".

2. NIVELES DEL CONOCIMIENTO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD:

En cualquier empresa donde se pretenda aplicar el control estadístico de calidad, por lo menos se deben abarcar *cuatro campos*:

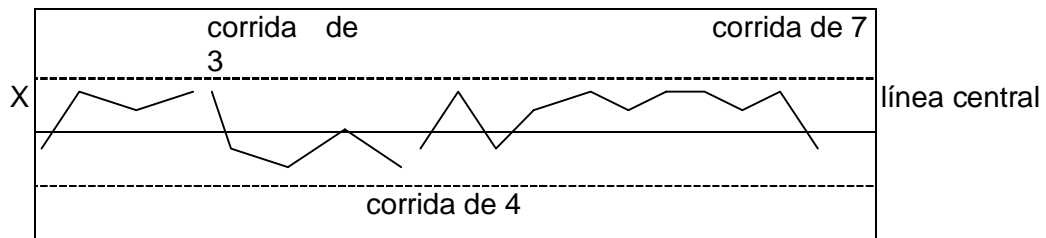
- a) El de las *matemáticas* en las cuales se basan los gráficos de control y las tablas de muestreo, así como su relación con diferentes instrumentos de medición y análisis de datos.
- b) El del conocimiento de los principales tipos de *gráficos de control y tablas de muestreo*, así como su selección, aplicación e interpretación de resultados.
- c) El conocimiento de *objetivos y posibles aplicaciones del control estadístico de calidad* aunque no se conozca con suficiente precisión y detalle como para ejercer vigilancia estrecha sobre el sistema pero si para la toma de decisiones sobre todo en la dirección.
- d) El *conocimiento y metodología de aplicación* de una o varias técnicas en la empresa.

3. COMO INTERPRETAR UNA CARTA DE CONTROL

Criterios de evaluación que debemos considerar como anomalía

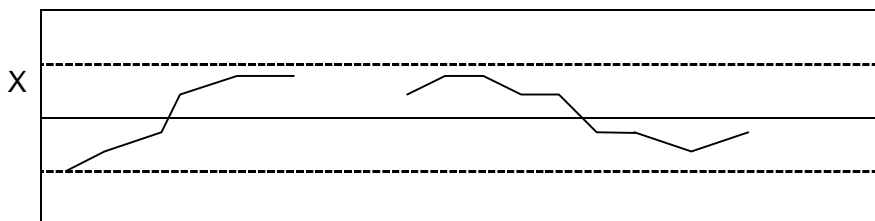
- 1) Si algunos puntos están fuera de los límites de control (incluyendo puntos sobre la línea límite)
- 2) Asumir que si algunos de los puntos seleccionados están cercanos a los límites de control, aun los que están dentro de ellos presentan anomalía.

2)-1 corridas



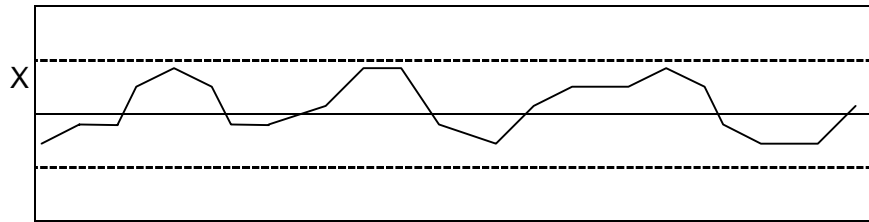
En la evaluación de corridas, si esta tiene un tamaño de 7 puntos consecutivos por arriba o por abajo de la línea central, nosotros concluimos que hay una anomalía, aun en corridas menores a 6, si 10 puntos de 11 están fuera o 12 de 14 están fuera, entonces consideramos que hay una anomalía.

2)-2 Tendencia



En la evaluación de las tendencias consideramos que si 7 puntos en forma consecutivos bajan o suben hay una anomalía.

2)-3 Periodicidad



No hay un método sencillo como en las corridas y las tendencias.

La única manera, es seguir los puntos cerradamente y hacer una decisión técnica.

4. UNA APLICACIÓN DE LOS GRAFICOS DE CONTROL **X-R**

Gráficos de control de las características de calidad medibles/*gráficos de variables* (media y amplitud) y gráficos de \bar{X} y σ (media y desviación tipo).

HECHOS:

Cierta pieza troquelada para su adaptación en el montaje, debe cumplir la dimensión de 0.140 ± 0.003 pulg. determinada por el departamento técnico. Muchas de estas piezas fueron rechazadas en una inspección al 100% por no cumplir las tolerancias especificadas.

Se diseñó y construyó un calibrador especial que permitiera medir rápidamente el valor real de la dimensión. Se calibraron con él, cinco piezas de cada hora de producción obteniéndose la información registrada en la tabla 1 correspondiente a dos días de producción.

Tabla 1

No. De orden muestra	Medida (<i>en pulgadas</i>) de cada elemento de los 5 que se toman cada hora					Media X	Amplitud R
1	140	143	137	134	135	137.8	9
2	138	143	143	145	146	143.0	8
3	139	133	147	148	139	141.2	15
4	143	141	137	138	140	139.8	6
5	142	142	145	135	136	140.0	10
6	136	144	143	136	137	139.2	8
7	142	147	137	142	138	141.2	10
8	143	137	145	137	138	140.0	8
9	141	142	147	140	140	142.0	7
10	142	137	145	140	132	139.2	13
11	137	147	142	137	135	139.6	12
12	137	146	142	142	140	141.4	9
13	142	142	139	141	142	141.2	3
14	137	145	144	137	140	140.6	8
15	144	142	143	135	144	141.6	9
16	140	132	144	145	141	140.4	13
Total						2248.2	148

5. ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS

1) OBTENCION DE LA MEDIA Y AMPLITUD DE LAS CINCO PIEZAS QUE SE TOMARON CADA HORA

No. De orden muestra	Suma de la característica de las cinco piezas	Media de la característica de la muestra tomada (cinco piezas) $X = \sum(x_{i=1} \sim x_{i=5})/5$	Amplitud de la muestra tomada (cinco piezas) $R = (x_{i \text{ mayor}} - x_{i \text{ menor}})$
1	689	137.8	9
2	715	143.0	8
3	706	141.2	15
4	699	139.8	6
5	700	140.0	10
6	696	139.2	8
7	706	141.2	10
8	700	140.0	8
9	710	142.0	7
10	696	139.2	13
11	698	139.6	12
12	707	141.4	9
13	706	141.2	3
14	703	140.6	8
15	708	141.6	9
16	702	140.4	13
Total		2248.2	148

CALCULO DE LOS VALORES PARA EL GRAFICO X-R

1) MEDIA DE LOS VALORES MEDIOS:

$$X = (\sum \text{de los valores medios} \div \text{No de muestras})$$

$$X = 2248.2 \div 16 = 140.51$$

2) MEDIA DE LAS AMPLITUDES:

$$R = (\Sigma \text{de las amplitudes} \div \text{No de muestras})$$

$$R = 148 \div 16 = 9.25$$

3) LIMITES DE CONTROL:

Ver tabla C Factores para determinar los limites de control 3σ de los gráficos de \bar{X} y \bar{R} a partir de \bar{R} .

Numero de observaciones n	Factor para el gráfico \bar{X} A2	Factor para el gráfico \bar{R}	
		Limite de control inferior D3	Limite de control superior D4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59

Limite de control superior para \bar{X} : $UCLx = \bar{X} + A2 \bar{R}$

Limite de control inferior para \bar{X} : $LCLx = \bar{X} - A2 \bar{R}$

Limite de control superior para \bar{R} : $UCLR = D4 \bar{R}$

Limite de control inferior para \bar{R} : $LCLR = D3 \bar{R}$

Todos los valores de la tabla C se basan en una distribución normal

4) LIMITES DE CONTROL:

a) IDENTIFICACION DE FACTORES (tabla C):

Para $n = 5 \Rightarrow A2 = 0.58$, $D3 = 0.0$, $D4 = 2.11$

b) LIMITE DE CONTROL SUPERIOR PARA \bar{X} :

$$UCLx = \bar{X} + A2 \bar{R} = 140.51 + 0.58(9.25) = 145.87$$

c) LIMITE DE CONTROL INFERIOR PARA \bar{X} :

$$LCLX = \bar{X} - A2 \bar{R} = 140.51 - 0.58(9.25) = 135.15$$

d) LIMITE DE CONTROL SUPERIOR PARA \bar{R} :

$$UCLR = D4 \bar{R} = 2.11(9.25) = 19.51$$

e) IMITE DE CONTROL INFERIOR PARA \bar{R} :

$$LCLR = D3 \bar{R} = 0.00(9.25) = 0.00$$

CONTROL DE CALIDAD

CARTA DE CONTROL X-R

DATOS		NUMERO DE ORDEN DE LA MUESTRA, TOMADA CADA HORA																									
		N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
(1)	x1	140	138	139	143	142	136	142	143	141	142	137	137	142	137	144	140										
	x2	143	143	133	141	142	144	147	137	142	137	147	146	142	145	142	132										
	x3	137	143	147	137	145	143	137	145	147	145	142	142	139	144	143	144										
	x4	134	145	148	138	135	136	142	137	140	140	137	142	141	137	135	145										
	x5	135	146	139	140	136	137	138	138	140	132	135	140	142	140	144	141										
TOTAL																											
(2)	X	137.8	143.0	141.2	139.8	140.0	139.2	141.2	140.0	142.0	139.2	139.6	141.4	141.2	140.6	141.6	140.4					2248.2 (4)					
(3)	R	9	8	15	6	10	8	10	8	7	13	12	9	3	8	9	13					148.0 (5)					
X	UCL _x	-----																									
	145.87																										
	140.51																										
R	LCL _x	-----																									
	135.15																										
	UCL _r	-----																									
R	19.51																										
	9.25																										
	0.00																										
Tabla C	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
	D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78	1.74	1.72	1.69	1.86	1.82	1.78	1.74	1.72	1.69	1.67	1.65	1.64	1.62	1.61	1.60	1.59	
	D3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.18	0.22	0.26	0.28	0.31	0.31	0.33	0.35	0.36	0.38	0.41	0.41	
	A2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31	0.29	0.27	0.25	0.25	0.24	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.18
	n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							

Media de los valores medios:

$X = 2248.2/16 = 140.51$ (6)

Media de las amplitudes:

$R = 148/16 = 9.25$ (7)

$A2 \times (7) = 0.58 \times (9.25) = 5.36$ (8)

Carta de control X

$UCL = (6) + (8) = 140.51 + 5.36 = 145.87$ (9)

$LCL = (6) - (8) = 140.51 - 5.36 = 135.15$ (10)

Carta de control R

$UCL = D4 \times (7) = 2.11 \times 9.25 = 19.51$ (11)

$LCL = D3 \times (7) = 0.00 \times 9.25 = 0.00$ (12)

CARTA DE CONTROL X-R

DATOS		NUMERO DE ORDEN DE LA MUESTRA, TOMADA CADA HORA																				
		N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(1)	x1																					
	x2																					
	x3																					
	x4																					
	x5																					
TOTAL																						
(2)	X																					
(3)	R																					
X	UCL _x																					
	LCL _x																					
	UCL _r																					
	LCL _r																					
Tabla C		n	A2	D3	D4	n	A2	D3	D4	n	A2	D3	D4	n	A2	D3	D4	n	A2	D3	D4	
	2	1.88	0.00	3.27	8	0.37	0.14	1.86	14	0.24	0.33	1.67										
	3	1.02	0.00	2.57	9	0.34	0.18	1.82	15	0.22	0.35	1.65										
	4	0.73	0.00	2.28	10	0.31	0.22	1.78	16	0.21	0.36	1.64										
	5	0.58	0.00	2.11	11	0.29	0.26	1.74	17	0.20	0.38	1.62										
	6	0.48	0.00	2.00	12	0.27	0.28	1.72	18	0.19	0.39	1.61										
	7	0.42	0.08	1.92	13	0.25	0.31	1.69	19	0.19	0.40	1.60										
					20	0.18	0.41	1.59														

Media de los valores medidos:
 $\bar{X} = (4)/N$ (6)
 Media de las amplitudes:
 $R = (5)/N$ (7)
 $A2 \times (7)$ (8)
 Carta de control X
 $UCL = (6) + (8)$ (9)
 $LCL = (6) - (8)$ (10)
 Carta de control R
 $UCL = D4 \times (7)$ (11)
 $LCL = D3 \times (7)$ (12)

Cuando se han detectado algunas variaciones de carácter inevitable y debidas al azar, el gráfico de control dice cuando hay que dejar que el proceso se desarrolle sin interrupciones, evitando así ajustes frecuentes e innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso mas que a disminuirla.

Importante:

Cuando el campo de variabilidad de un proceso es tal que la **amplitud de la tolerancia natural**, intrínseca del proceso, es menor que la amplitud de las tolerancias especificadas y además, el proceso esta **bajo control**, mostrando un patrón de **variabilidad estable** el producto puede no ser bueno ya que el nivel medio de la característica es demasiado alto o demasiado bajo.

B.8 Programa de Producción en Fabrica de Estampado y Troquelado

1. Para elaborar el Programa de Producción en una fabrica de estampado y troquelado, se prepara primero la tabla maestra de datos por cada uno de los productos.

La tabla maestra de datos debe contener los datos del proceso, prensa a usarse, herramienta, el tiempo para el cambio de herramienta por cada proceso, así como de la capacidad de producción (tiempo por pieza).

Se puede especificar el troquel de un proceso de un producto; sin embargo, existe la posibilidad de poder utilizar varias prensas. Ese dato también se debe apuntar en la tabla maestra de datos. Véase como referencia un ejemplo de la tabla maestra de datos.

2. Posteriormente se elaboran los datos del lote a producirse. Véase como referencia un ejemplo de captura de lotes.

En base a los datos arriba mencionados en los incisos 1 y 2 respectivamente, se elabora el Gantt Chart. Véase como referencia un ejemplo del Gantt Chart.

Se puede elaborar con facilidad el Gantt Chart utilizando un programa de computadora. Si es poco variado el tipo de productos, es factible realizar el trabajo manualmente. El Gantt Chart se puede dibujar en una tabla y/o en una hoja de color para poder retirar y poner con facilidad.

TABLA MAESTRA

Código de producto	Proceso	Código de proceso	Código de prensa 1	Código de herramental	Cambios de herramental	Capacidad	Unidades (s/p)	Código de prensa 2	Capacidad	Unidades (s/P)
A	1	1	1	1	1800	2				
A	2	2	2	2	1800	4				
A	3	3	3	3	1800	3				
A	4	4	4	4	1800	3				
B	1	1	5	5	1800	3				
B	2	2	6	6	1800	4				
B	3	3	7	7	1800	5				
B	4	4	8	8	1800	6				

CAPTURA DE LOTE

Código de lote	Código de producto	Prioridad	Cantidad de producción	Tiempo más remoto para terminar	
L1	A	90	5000	1998/2/10	0:00:00
L2	A	90	5000	1998/2/10	0:00:00
L4	B	50	3000	1998/2/12	0:00:00
L5	B	50	3000	1998/2/12	0:00:00

GRAFICO DE GANTT

1998	2/9 (Lunes)	2/10 (Martes)	2/11 (Miércoles)	2/12 (Jueves)	2/13 (Viernes)
Prensa 1	[Barra gris]				
Prensa 2		[Barra gris]			
Prensa 3		[Barra negra]			
Prensa 4					
Prensa 5					
Prensa 6			[Barra gris]		
Prensa 7					
Prensa 8					
Herramental 1	[Barra gris]				
Herramental 2					
Herramental 3		[Barra gris]			
Herramental 4			[Barra gris]		
Herramental 5					
Herramental 6		[Barra negra]			
Herramental 7					
Herramental 8					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
...					
Herramental n					

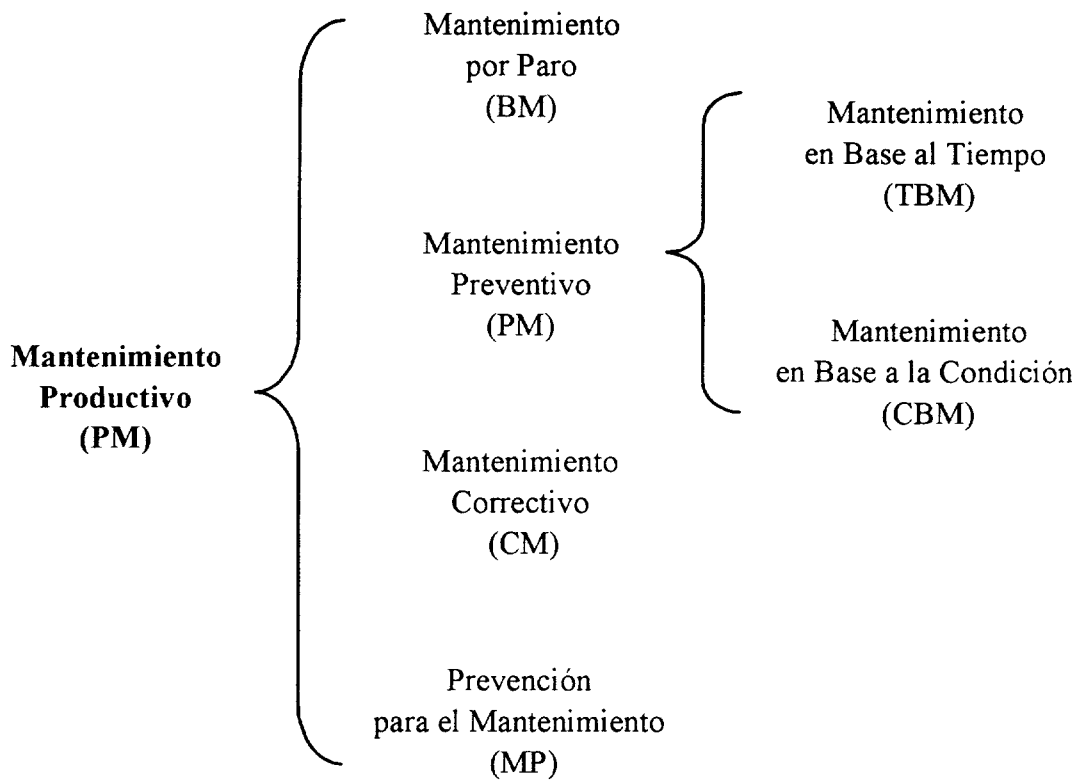
B.9 Mantenimiento

CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD (TQC) Y MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

TABLA DE COMPARACION

CONCEPTO	TOTAL QUALITY CONTROL TQC	TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE TPM
Objetivo	Mejorar la constitución de la empresa	
Objeto de control	Calidad del producto	Equipo
Medidas a tomar para lograr el objetivo	Sistematizar controles	Muestras físicas en el área de trabajo
Preparación de recursos humanos	Herramientas de calidad	Conocimiento y habilidad sobre los equipos y su mantenimiento
Actividad en pequeños grupos	Círculos de actividades en forma voluntaria	Integración del círculo de actividades por cada tipo de trabajo
Meta	Disminuir el % de defectuosos a nivel de PPM	Cero pérdidas y fallas

1. TIPOS Y METODOS DE MANTENIMIENTO



- **BM (Mantenimiento por paro):**

Reparación y cambio de partes después de la falla del equipo.

- **PM (Mantenimiento preventivo):**

Reparación y cambio de partes de acuerdo a una inspección sistemática para mantener el equipo en condiciones de operación antes de que fallen. Existen dos métodos para PM, los cuales son TBM y CBM respectivamente.

TBM (Mantenimiento en Base al Tiempo):

Mantenimiento periódico en base a los estadísticos de los servicios en el pasado.

CBM (Mantenimiento en Base a la Condición):

Ejecución del mantenimiento de los equipos basados en su condición del deterioro por medio de la Técnica del Diagnóstico de las Condiciones de la Máquina.

Técnica del Diagnóstico de las Condiciones de la Máquina

a) Técnica de la Revisión Sencilla de Máquinas.

a-1) Técnica de la Revisión

Es una técnica con la que el personal revisa las condiciones de la máquina por medio del aparato portátil de revisión y/o por los cinco sentidos.

a-2) Técnica del Monitoreo

Es una técnica de monitorear el equipo mediante un aparato de monitoreo constante.

b) Técnica del Diagnóstico de Precisión

Consiste en dos técnicas; la de identificar las condiciones actuales del equipo con exactitud y la de estimar sus condiciones en el futuro.

- **CM (Mantenimiento correctivo):**

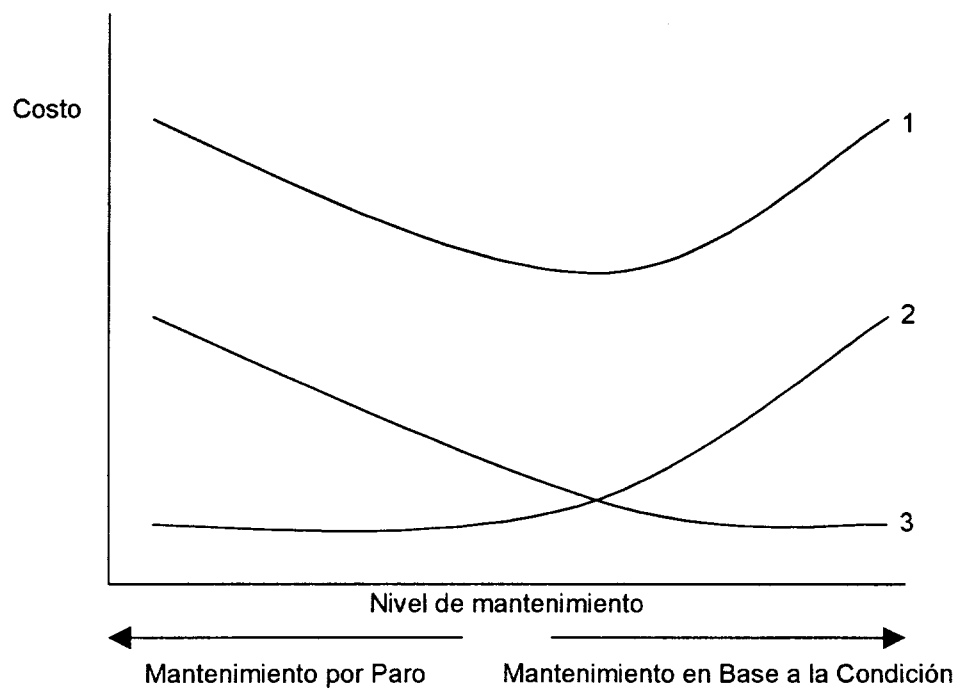
Mejorar los equipos para prevenir paros y facilitar la inspección y cambio de partes.

- **MP (Prevención del mantenimiento):**

Diseño o compra de equipos nuevos con mayor confiabilidad y facilidad de mantenimiento.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO: Mantenimiento integrado, basado en los diferentes métodos de “mantenimiento” y diseñado para contribuir a la producción generando el máximo beneficio.

Para seleccionar cual de los métodos de mantenimiento será aplicado se tomará la decisión basada en la minimización del costo de mantenimiento y costo de paro por falla como se muestra en la fig. No. 1.



- 1: Costo total del mantenimiento = 2 + 3
- 2: Costo del mantenimiento
- 3: Costo del paro por falla

Fig. No. 1. Costos y Métodos del Mantenimiento

2. MATERIALES NECESARIOS PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPO

1. Dibujos de concepto (lay-out : ubicación de los equipos)
2. Planos de ensamble
3. Diagrama actualizado de las rutas de servicios como agua, vapor, electricidad, etc.
4. Manual de instrucciones de mantenimiento y de operación
5. Lista de materiales y partes de los equipos
6. Lista de partes de repuesto y sus planos
7. Manual de inspección para mantenimiento
8. Lista de equipos y libro de su historia
9. Registro de paros

3. HOJA DE REGISTRO DE MÁQUINA

Tarjeta de Máquina

(Anverso)

Número de Bienes	Lugar de instalación		Nombre			Mantto. No.
Fabricante	Manufact. No.	Fecha de Manufact.	Fecha de Compra	Fecha de Instalación	No. Plano	Rango de Control
						A B C
Proveedor	Precio de Compra	Costo de Instalación		Registro de Instalación		
				Fecha	Lugar	Costo
Especificaciones		Accesorios				
Notas:						

Tarjeta de Máquina

(Reverso)

Fecha	Clasificación de la Reparación	Descripción de la Reparación	Costo de Material	Costo de M de O	Costo de Subcont.	Total
No. de Mtto.	Lugar de Instalación		Nombre			No. de Bienes

4. TARJETA DE MANTENIMIENTO

Registro de Mantenimiento

Cargo :	Fecha :	Turno
Problema :	Operador :	1 2 3 4
Nombre y Número de Máquina :		
Tiempo de paro: de Hr. Min. a Hr. Min.		Tiempo de reparación: de Hr. Min. a Hr. Min.
Detalle de falla/paro		Croquis
Medidas		
		Tiempo que afectó a la línea: Min.
Análisis de causa		
Primera causa (por qué)		
Segunda causa (por qué)		
Tercera causa (por qué)		
Cuarta causa (por qué)		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Causas</div> <p>Errores en: inspección, reparación, partes, material, ajuste, cambio, diseño, investigación, lubricación, soldadura, operación, limpieza, compra, ajuste de presión. Deterioro del equipo, desgaste de material, etc.</p>		
Medidas Preventivas contra la Recurrencia		
	Sección de Mantenimiento	Sección de Producción
Qué		
Cómo		
Programa		
Persona a cargo		
Terminación		

5. INDICES DE EVALUACION DE LA CONFIABILIDAD DEL EQUIPO

$$\text{Frecuencia de la Falla} = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Tiempo de operación}}$$

$$\text{Relación de Tiempo de paro} = \frac{\text{Tiempo de paro}}{\text{Tiempo de operación}}$$

$$\text{Período entre fallas} = \frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Número de fallas}}$$

6. TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)

6.1 ¿Qué es TPM?

El mantenimiento productivo total tiene como objetivo la máxima efectividad de los equipos mediante la aplicación de los sistemas de mantenimiento productivo, cubriendo la totalidad de la vida del equipo.

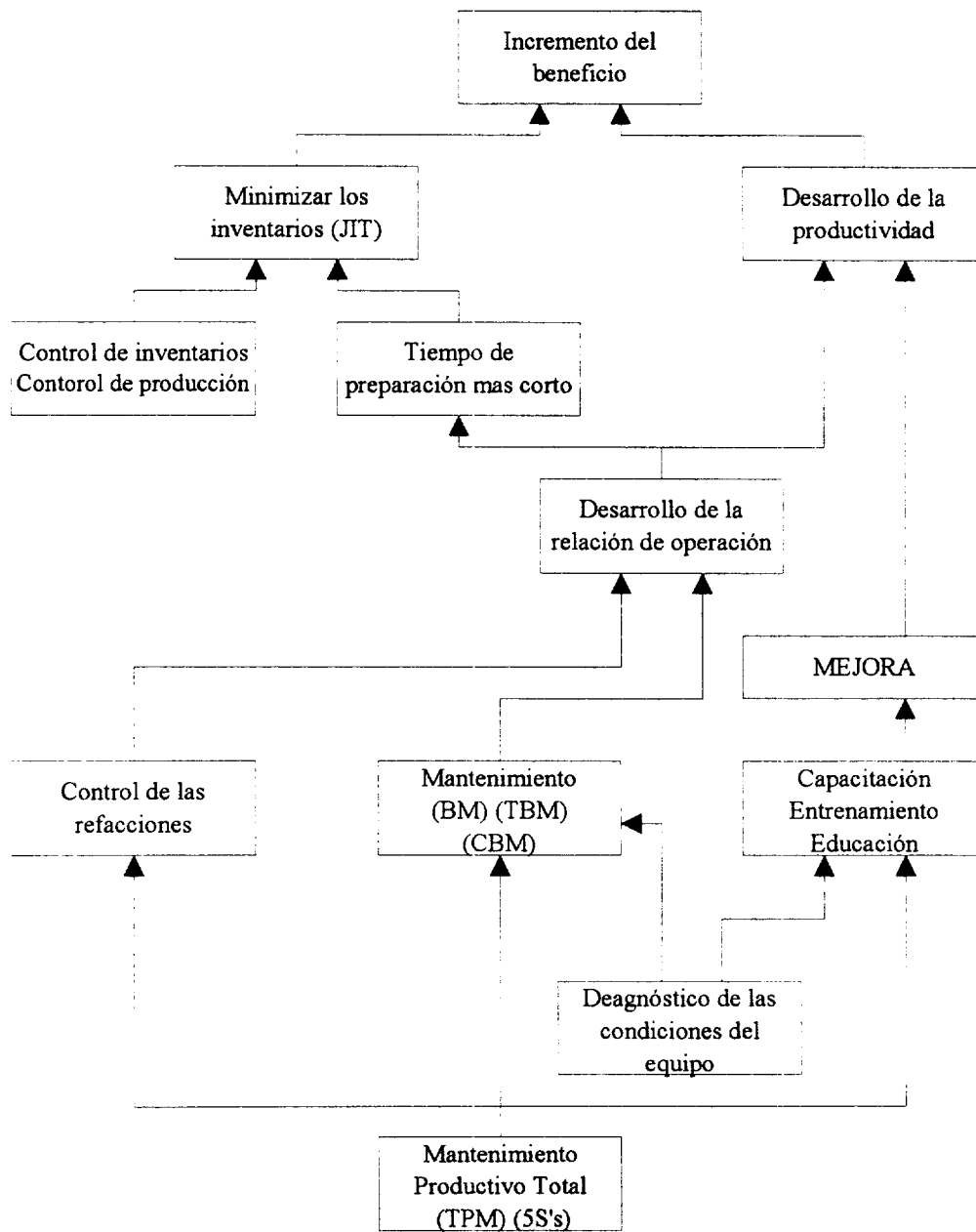
Involucrando a cada persona de todos los departamentos y todos los niveles, motivando al personal al mantenimiento de la planta a través de pequeños grupos y actividades voluntarias.

“Yo soy el que opero el equipo,
Tú eres el que le da mantenimiento”

CAMBIE SU  *MENTALIDAD*

**“Yo le doy mantenimiento
a mi equipo porque es Mío”**

6.2 Incremento del Beneficio por el Mantenimiento Productivo Total



7. ACTIVIDADES SOPORTE PARA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Soporte	Meta
1. 5 S's y mantenimiento autoiniciado	Organización de las condiciones básicas y creación de una disciplina del ambiente de trabajo.
2. Desarrollo en la eficiencia de la producción y mejora específica	Eliminar las 6 pérdidas
3. Administración y planeación del mantenimiento	Establecer el mantenimiento preventivo
4. Mantenimiento a favor de calidad	Eliminación de los defectos crónicos
5. Tecnología de equipos (diseño del MP y LCC)	Innovación en la producción y arranque perfecto del equipo desde el principio
6. Formación de los recursos humanos (Capacitación en tecnología)	Operador conocedor de su equipo y además con habilidad versatil

8. TEMAS ESPECIFICOS PARA LAS ACTIVIDADES DE LAS 5 S's

1. SEIRI = ORDEN

- 1.1 Elimine todos los artículos innecesarios
- 1.2 Detecte y actúe contra las fuentes de fuga y suciedad
- 1.3 Efectúe mayor limpieza
- 1.4 Elimine fallas y áreas dañadas
- 1.5 Cubra las áreas de fugas y salpicaduras
- 1.6 Establezca orden en el almacén
- 1.7 Libere de suciedad y polvo

2. SEITON = ACOMODO

- 2.1 Reservación del espacio o lugar
- 2.2 Delimitación por líneas, zonas marcadas, marca de acomodo.
- 2.3 Líneas rectas y áreas despejadas
- 2.4 Forma de colocación funcional de; material, producto, mesa, anaquel, herramienta, dispositivo, artículos de consumo, refacción, objeto personal, cosas voluminosas, etc.

3. SEISOU = LIMPIEZA

- 3.1 5 S's por unos momentos, (3 minutos 5S's, 10 minutos 5S's, etc.)
- 3.2 Asigne las tareas individualmente (mis máquinas)
- 3.3 Procure la mejora de herramientas de limpieza y visualice completamente
- 3.4 Desarrolle una campaña de sacudir y brillar
- 3.5 Elimine los defectos menores por limpieza e inspección

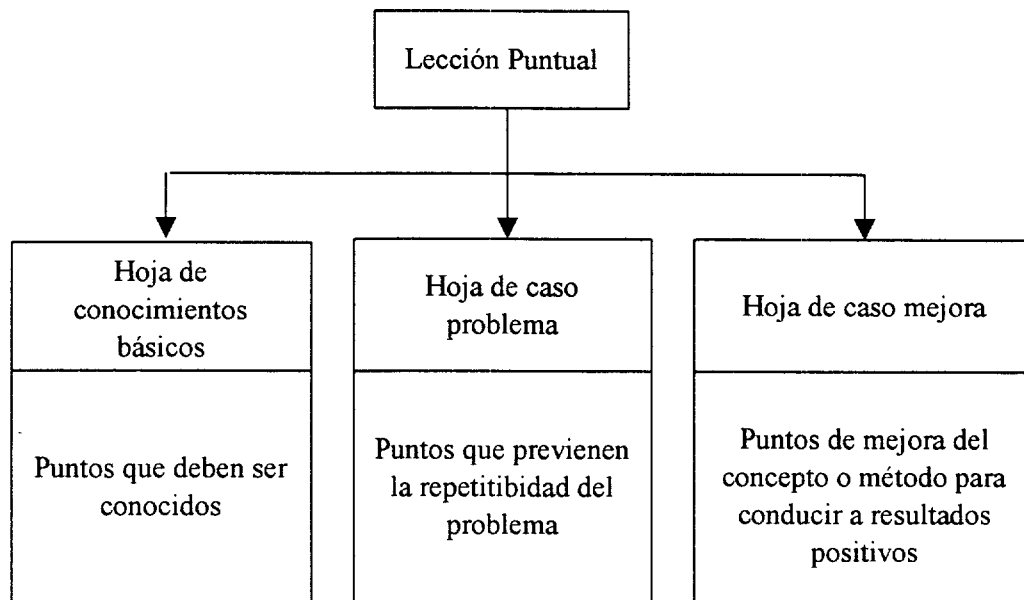
4. SEIKETU = CLARIDAD

- 4.1 Simbología de señalamiento
- 4.2 Zona de control de los medidores
- 4.3 Indicadores de giro y direccionales
- 4.4 Indicadores de medida de banda
- 4.5 Indicadores de voltaje
- 4.6 Tuberías pintadas con color clave
- 4.7 Etiquetas de especificaciones de lubricantes
- 4.8 Señalamientos de prevención y peligro
- 4.9 Etiquetas indicando al personal responsable
- 4.10 Etiquetas de inspección
- 4.11 Indicadores de límites de control
- 4.12 Control por color
- 4.13 Prevención de ruido y vibraciones

5. SHITUKE = DISCIPLINA

- 5.1 Saludar
- 5.2 Anuncios para la sincronización de la limpieza por los trabajadores
- 5.3 Recolectar residuos de cigarro
- 5.4 Campaña de una semana de cero ausentismo
- 5.5 Campaña de uso de casco y zapatos de seguridad
- 5.6 Administración de las áreas comunes

9. CLASIFICACIÓN DE LA LECCIÓN PUNTUAL

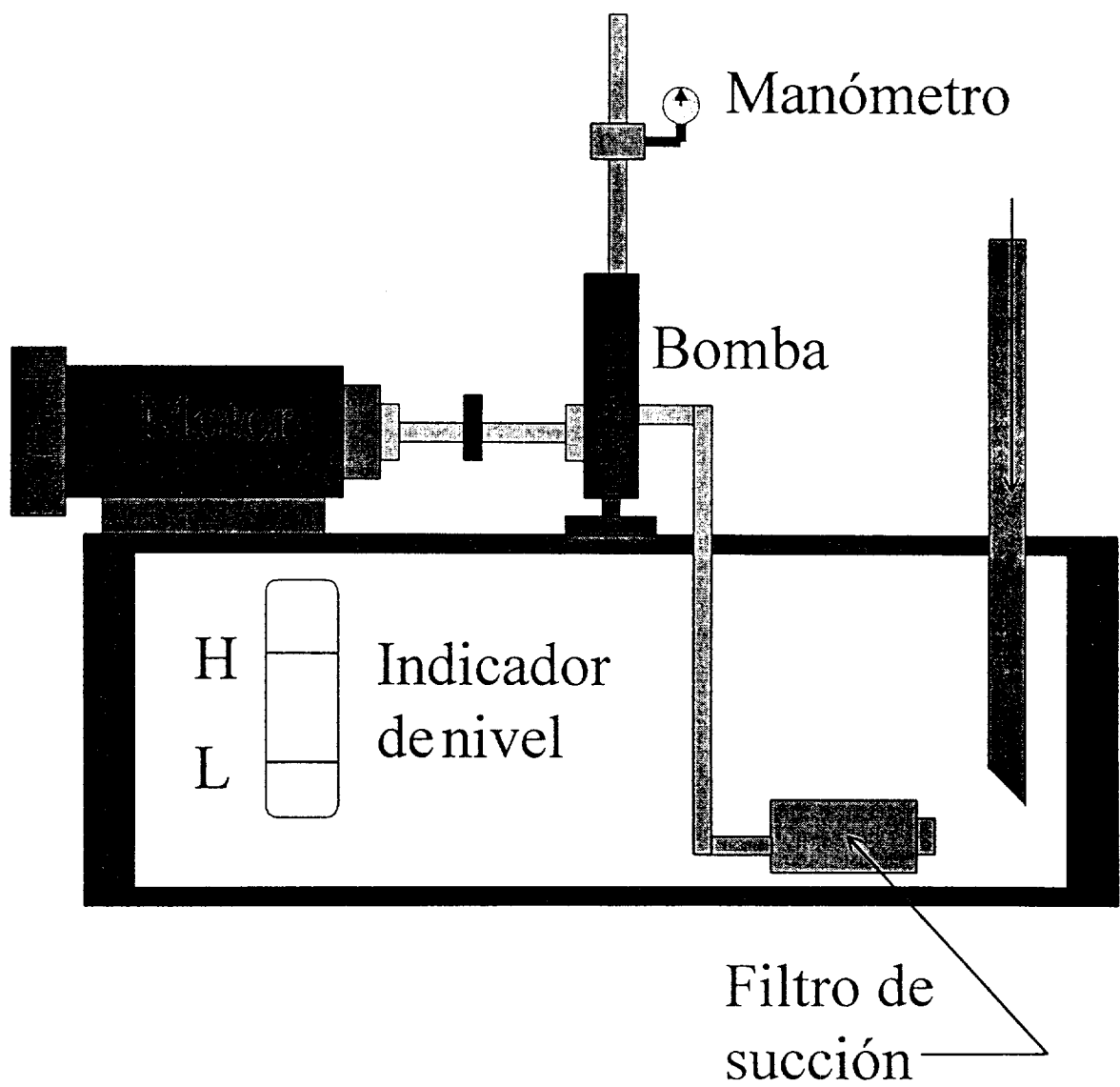


10. TARJETA DE FALLA

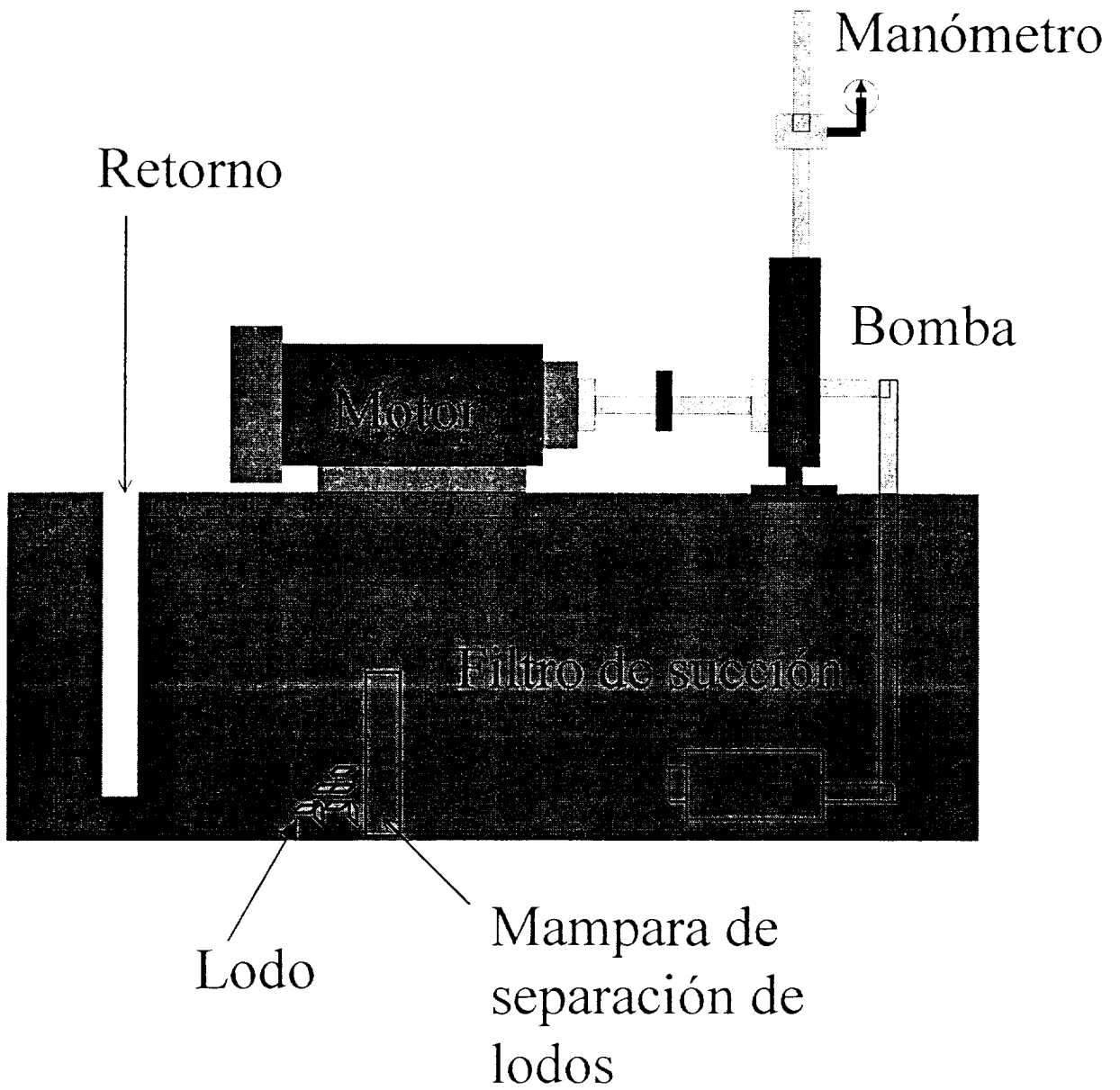
Tarjeta de la Falla	
Fecha	_____
Quién descubrió	_____
Localización	_____
Equipo	_____
No. de serie	_____
Descripción de la falla	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
Medidas tomadas	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

Caso de mejora :

Antes de la mejora :



Después de la mejora :



11. CLASIFICACIÓN CON PRIORIDAD DE LOS EQUIPOS ESENCIALES

Clasificar los equipos de acuerdo con su importancia y diferenciar el modo de mantenimiento según la clasificación.

Los cuadros 1 y 2 señalan ejemplos de “Criterio de la Selección del Equipo Esencial” y de “Selección de Equipo” respectivamente.

Cuadro 1: Criterio de la Selección del Equipo Esencial

Tipo	Punto	Selección			Criterio de selección
Aspectos de la Producción	Grado de uso en operación	4	2	1	Relación de capacidad del equipo
	Impacto del paro	4	2	1	* Todas las plantas, área de producción, un solo equipo
	Máquina en reserva	4	2	1	No Si
Aspectos de la Calidad	Efectos del equipo sobre la calidad de los productos finales	4	2	1	* Fatal, cierto grado, no
	Valor de los rechazos	4	2	1	Significativos, cierto grado
Aspectos del Mantenimiento	Frecuencia de paro y costo del Mantenimiento	4	2	1	Frecuencia/mes, \$/mes
	Frecuencia de que ocurran paros súbitos	4	2	1	Mayor que x veces de ocurrencia por mes o menor
Aspectos de la Seguridad	Efectos del paro sobre la operación	4	2	1	* Provocaría siniestro/No afecta a la operación
Total de puntos					Criterio de clasificación: A, B, C.

Nota: *Siempre se aplicará el criterio A.

Significado y aplicación:	Criterios:
A = Aplicación severa del mantenimiento preventivo Mayor a 22 puntos
B = Aplicación ligera del mantenimiento preventivo Entre 16 a 21 puntos
C = Aplicación del mantenimiento de paro Menor a 16 puntos

Cuadro 2: Selección del Equipo Esencial

Tipo	Punto	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Aspectos de la Producción	Grado de uso en operación	4	2	2	1
	Impacto del paro	4	2	2	1
	Máquina en reserva	4	4	2	1
Aspectos de la Calidad	Efectos del equipo sobre la calidad de los productos finales	2	4	4	2
	Valor de los rechazos	2	2	2	2
Aspectos del Mantenimiento	Frecuencia de paro y costo del Mantenimiento	4	4	2	2
	Frecuencia de que ocurran paros súbitos	2	2	1	1
Aspectos de la Seguridad	Efectos del paro sobre la operación	2	2	1	1
Total de puntos		24	22	16	11
Criterio de clasificación		A	A	B	C

12. MTBF

CALENDARIO MENSUAL (1/1)

(1/23)

(j) Defectos de los productos
 W = Fracturas, o Abombamiento
 B = Rebabas, Desafilado, Borro de perno.
 O = Deformación de Pestana Arregada.
 S = Medida de Borro, Diámetro, Paso
 X = Otros, Impostibilidad de Proceso.

(k) Fenómeno de Falla
 M = Desgaste, o Abombamiento
 H = Roto, Fractura, Daño.
 K = Grietas, Merzas, pedruzcos.
 Y = Ploje, Doblado, Deformado.
 S = Otros

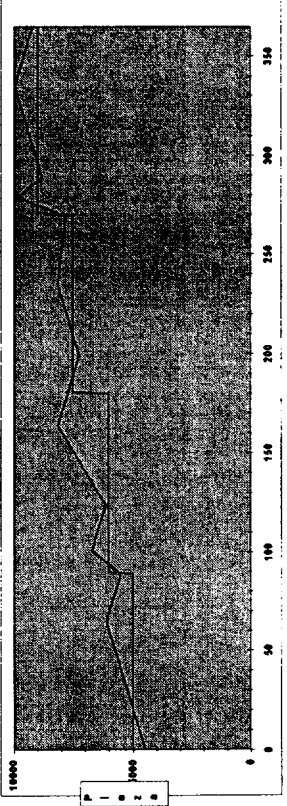
(l) Causas de la Falla.
 1 = Vida Insuficiente, Falla en Inspección Error en Programación de Inspección o en Mantenimiento
 2 = Mal Manejo:
 Error en Operación
 Error de Operación
 4 = Defecto estructural (Mal diseño, Falla de la manufactura)
 5 = Otros (Material, Máquina)

(m) Contenido de la Reparación
 T = Pulido, Ajuste bruto
 S = Corrección Pulido de Colín.
 K = Reemplazo de Piezas o Partes.
 R = Mejora, Cambio de Diseño.
 O = Otros

Relacion Proposición de Trabajo

Relacion Proposición de defectos

Nº	PROCESO CONTRIBUCION EN	FORMA	CONDICION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	EXACTO Y SEPARACION CIRCULAR		SIN REBABA												
2	DOBLEZ		SIN REBABA												
3	FORMADO DE LA SUPERIOR		SIN GRIETAS Y FRACTURAS												
4	PERDIDO SUPERIOR		DIMENSION INTERNA												
5			SIN ABOMBAMIENTO												



Mes _____
 Día _____
 (a) Defectos en Productos
 (b) Fenómeno de Falla
 (c) Causas de la Falla
 (d) Contenido de la Reparación
 Tiempo de Reparación _____

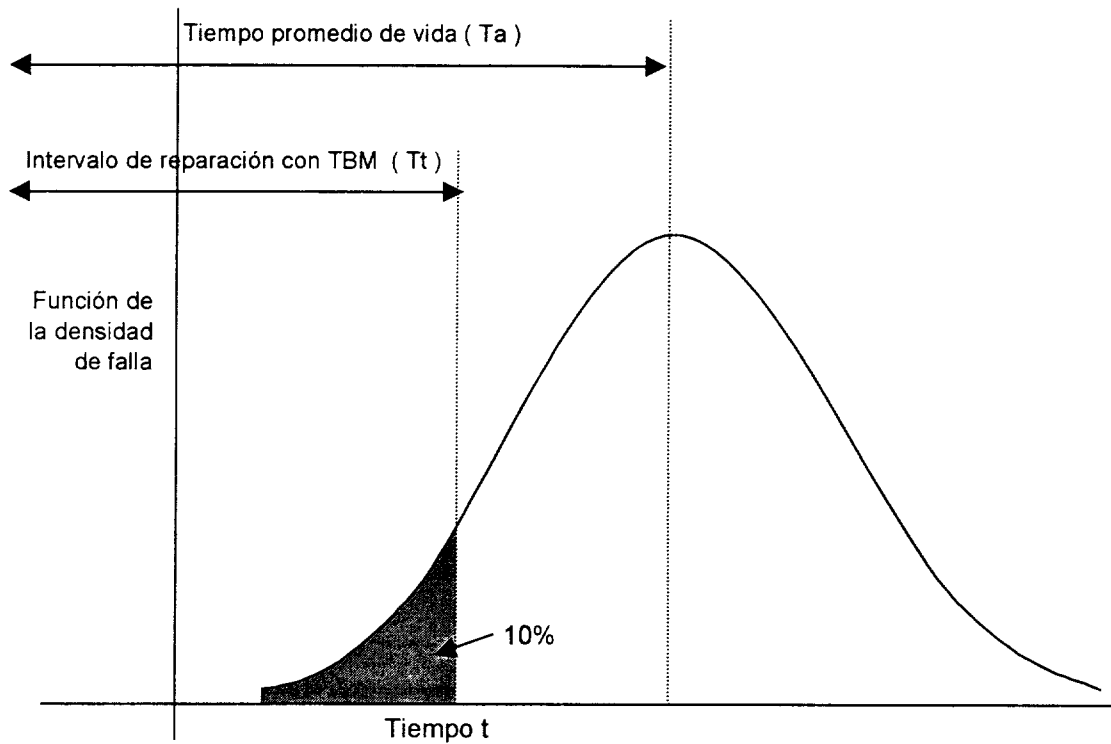
Mesa/Rta
 Cantidad de Producción

Diagrama de la pieza

13. DIAGNÓSTICO DEL EQUIPO

13.1 TBM: Mantenimiento en Base al Tiempo

Relación entre la Vida del Equipo y el Intervalo de la Reparación

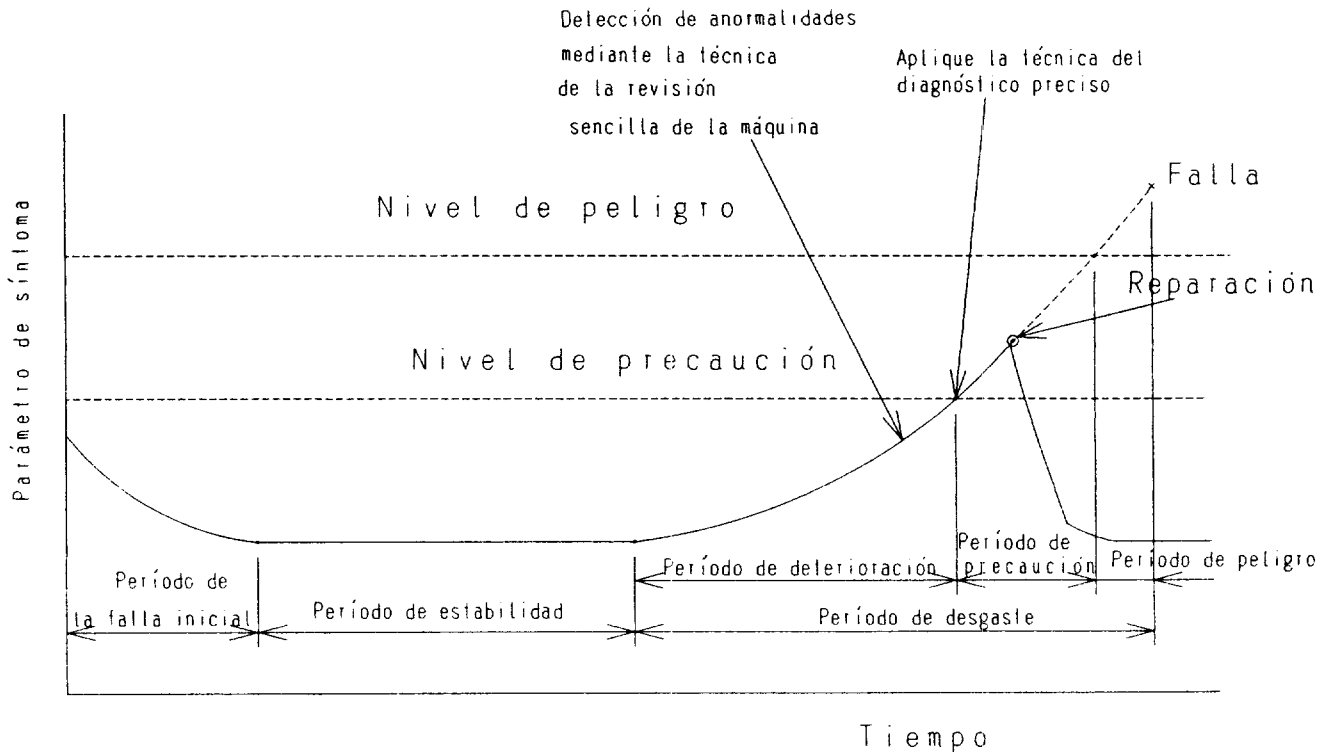


Debido a la fluctuación estadística del tiempo promedio de vida T_a , hay dificultad para determinar T_t puntualmente.

13.2 CBM: Mantenimiento en Base a la Condición

Para determinar el tiempo de reparación basado en la condición de deterioración de la máquina es medido por medio de la “técnica del diagnóstico de la máquina”

Concepto del Sistema CBM



Generalmente cuando el parámetro de síntoma se encuentra en el nivel de precaución, la técnica del Diagnóstico Preciso debe ejecutarse para estimar la vida restante del equipo y determinar el momento de reparación.

Puntos a ser investigados para implementar CBM

- (1) Efectos económicos
- (2) Costos necesarios

Costo inicial: Aprox. 1% del precio de adquisición de la máquina

Costo anual del mantenimiento: Aprox. 1% del costo total anual del mantenimiento

13.3 Ejemplo de Mantenimiento Preventivo, utilizando la técnica del Diagnóstico de la Máquina

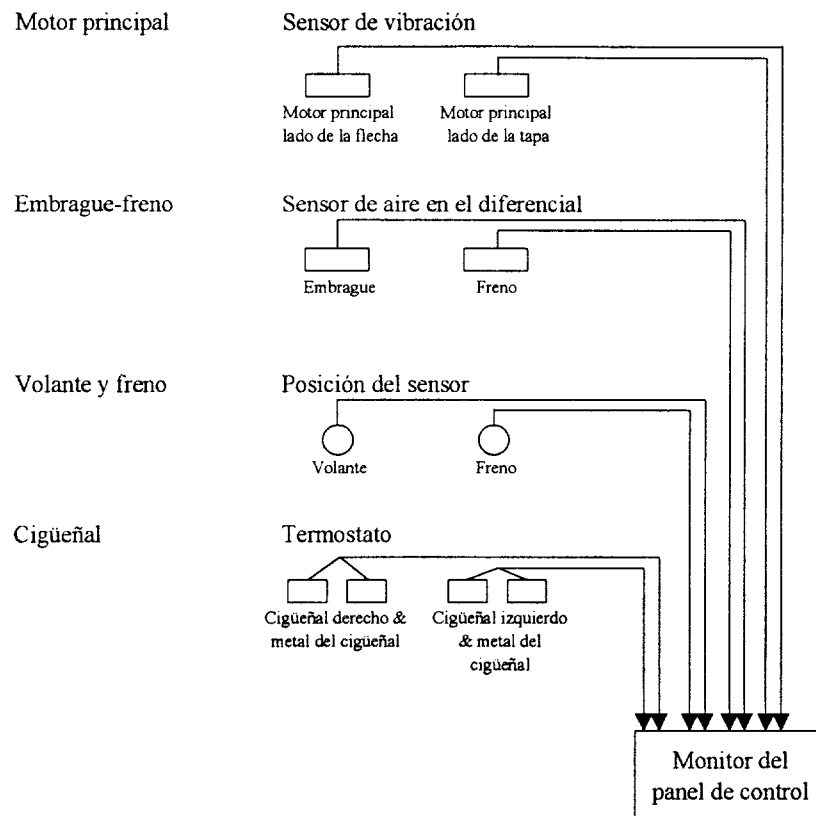
Prensa de 600 ton. para corte de silueta

Conceptos principales:

- 1) Que cualquiera pueda detectar una anomalía fácilmente.
- 2) Que una anomalía esté señalada de tal forma que el operador pueda tomar medidas.
- 3) Que la información técnica esté disponible para el personal de mantenimiento.
- 4) Que la anomalía surgida esté en memoria y registrada para poder conocer la historia del equipo cada vez que se realice el chequeo periódico.
- 5) Que toda la información detectada por varios sensores esté demostrada en el tablero por medio del Monitoreo Constante.

Diagrama de los sistemas:

<Lugar para colocar sensor>

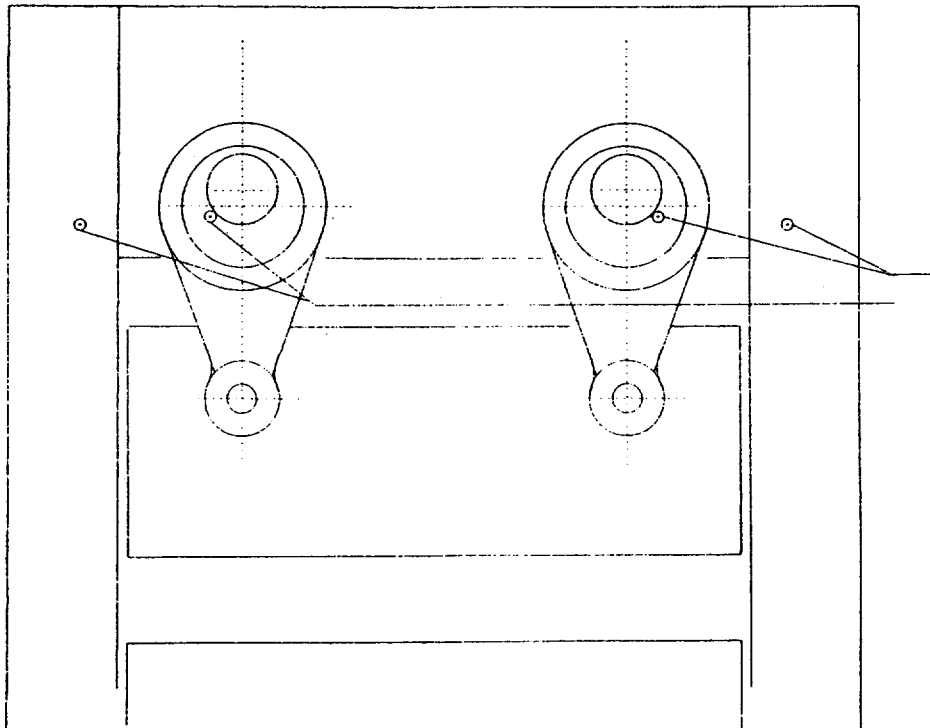
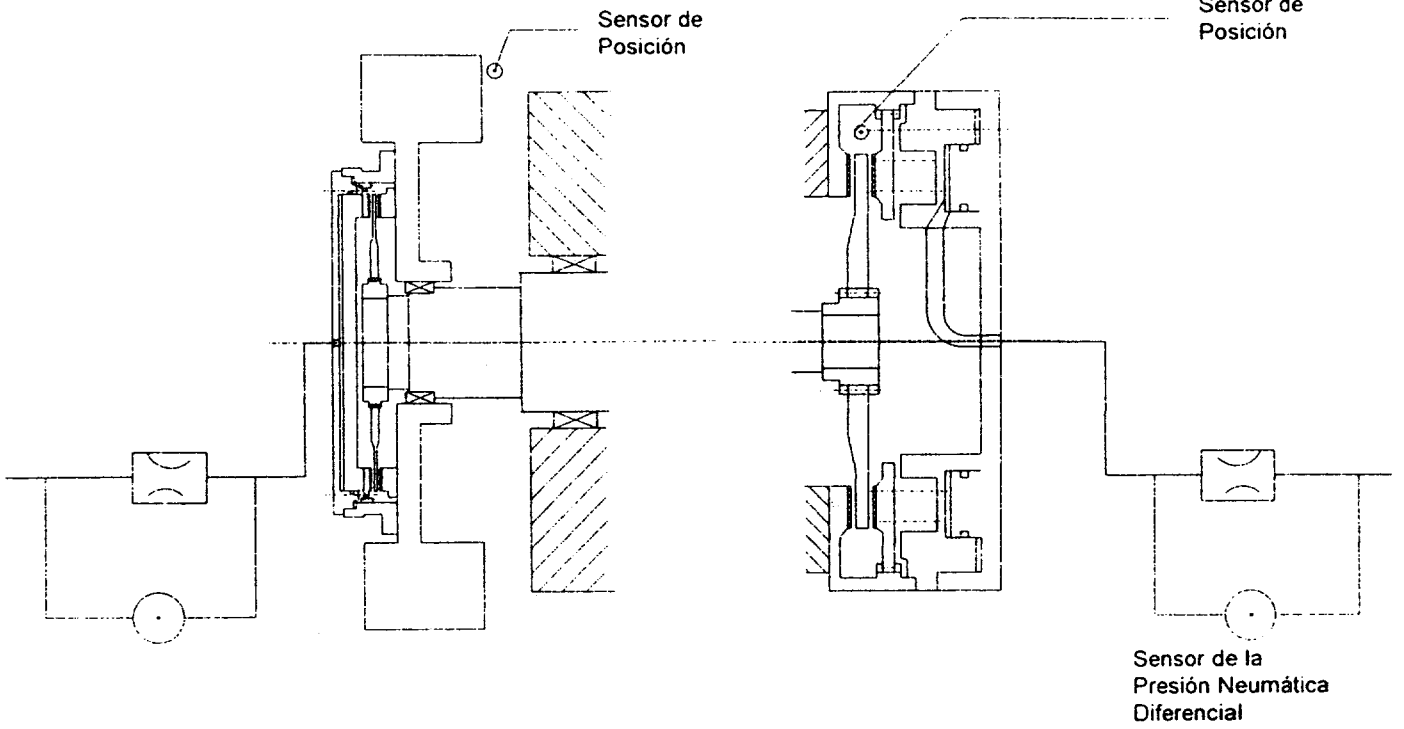


Embrague

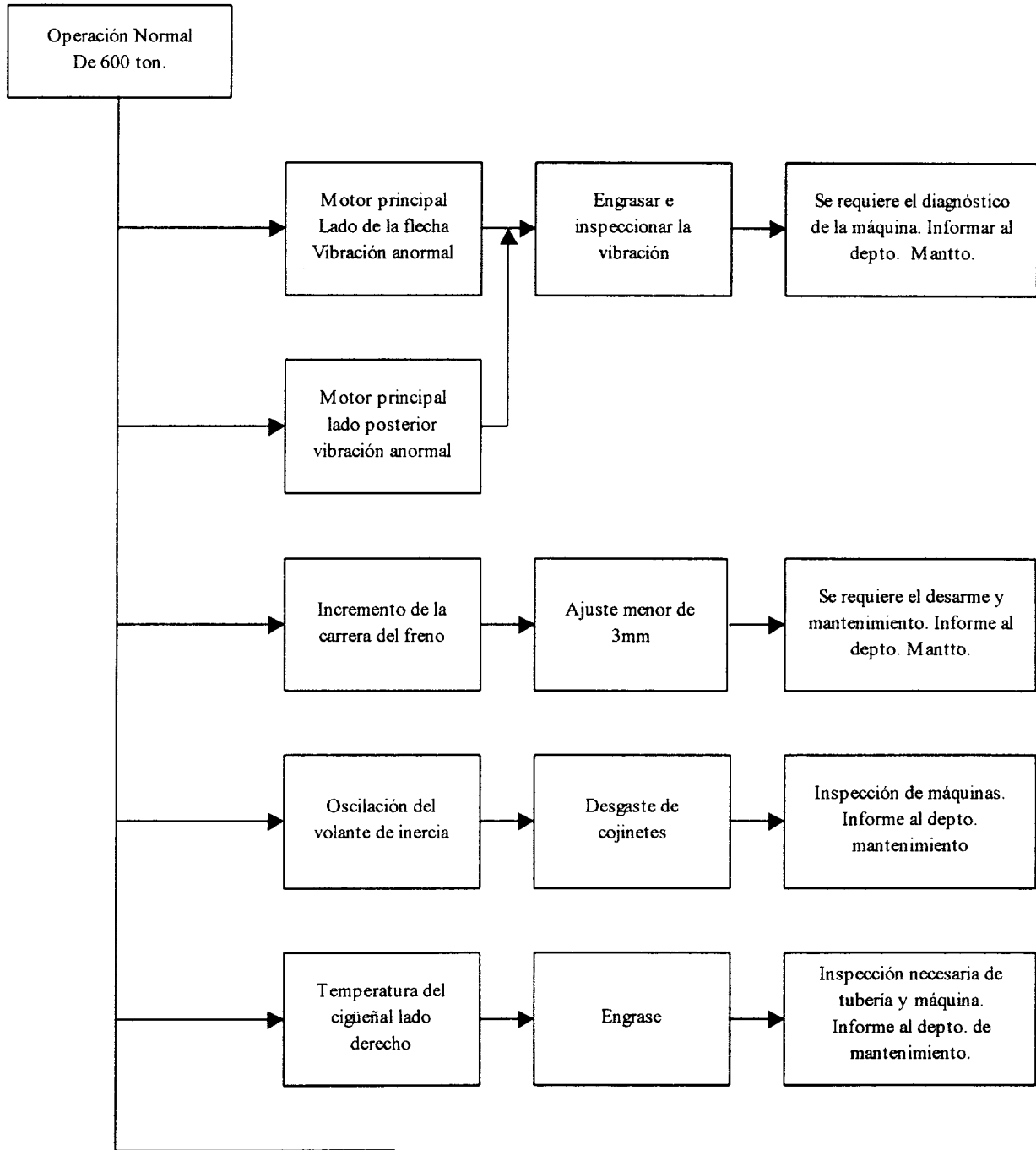
Freno

Sensor de Posición

Sensor de Posición



Monitoreo:



14. ADMINISTRACIÓN DE LAS PARTES DE REFACCIÓN

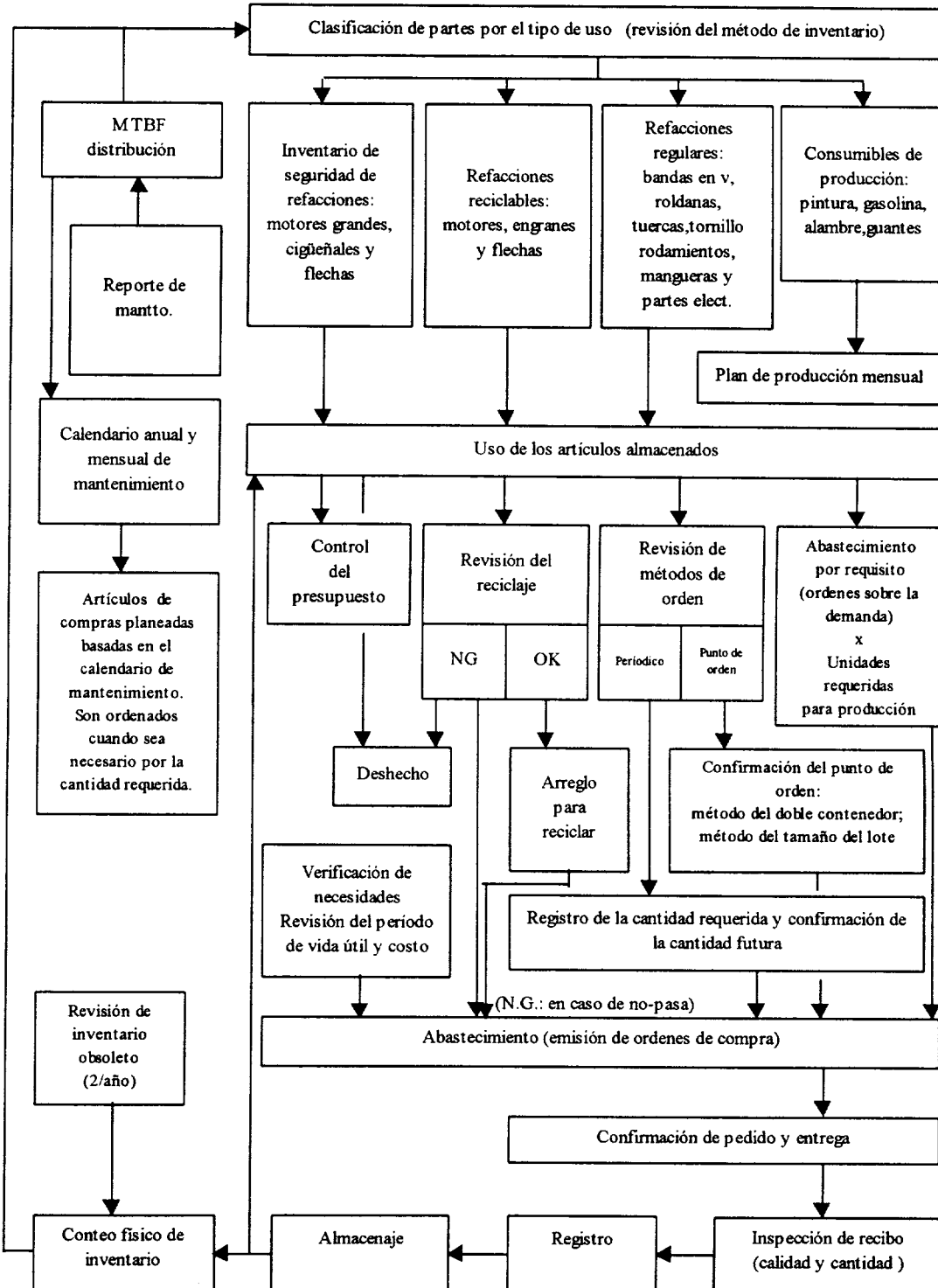
14.1 Método de Administración de Inventarios de Refacciones

Encuesta de cantidad utilizada

Tipos de administración de los inventarios de refacciones

Grupo	Utilización Anual Promedio del Inventario	Sentido de los Valores	No.	Método de Orden	Estado de los inventarios
A	Más que 12	Inventarios en existencia se agotan cada mes. Frecuentes compras para almacenar de nuevo.	1	Doble Contenedor: Punto de orden y ordenar. La cantidad es igual.	Son los métodos simples Cantidad fija para ordenar
			2	Por el Tamaño del Lote: Reducen costos de administración.	
B	4 - 12	Siempre hay inventarios en existencia para 2 o 3 meses.	3	Punto Fijo de Orden: Es un método básico; si el nivel de los inventarios cae a un cierto nivel, se coloca una orden.	Inventario regular
C	2 - 4	Siempre hay inventarios en existencia para 4 o 6 meses.	4	Periodo Fijo de Orden: El inventario es inspeccionado periódicamente y luego las ordenes son colocadas.	
D	1 - 2	Siempre hay inventarios en existencia para 6 meses o más, sin embargo se agota en un año.	5	Inventario de Seguridad: Un inventario es mantenido en caso de emergencia.	Método de orden planeada
E	menor a 1	Hay siempre más de un año de inventario en existencia. No se agota en un año.	6	Compras Planeadas : Ordenes son colocadas conforme a que incremente la necesidad.	Sin inventario.
			7	Artículos que compran por temporada: Ordenes son colocadas cuando se presente el momento.	
			8	Artículos de Reciclo: Refacciones y partes reciclables.	

14.2 Diagrama del Sistema de la Administración de Refacciones



B.10 Función y Control de Inventarios

1.- PAPEL DE LOS INVENTARIOS

- 1) Absorber fluctuaciones en la demanda
- 2) Ajustar la incertidumbre del tiempo de manufactura y periodo de abastecimiento
- 3) Hacer producción en masa y un sistema de abastecimiento masivo más efectivo
- 4) Absorber el desbalanceo de la producción entre procesos
- 5) Acortar los tiempos de entrega y periodos de producción entre procesos

2.- Que productos deben estar en almacén y cuales en proceso

Consideraciones que se deben tomar en cuenta

- 1) Periodo de producción y tiempo de entrega
- 2) Procesos de producción e incremento en la variedad de productos
- 3) Restricciones de calidad limites de área en los procesos de producción
- 4) Capacidad de balanceo de producción en cada proceso
- 5) Perdida por cambio en la variedad de productos en cada proceso

HAY TRES TIPOS DE METODO DE REORDEN

- (1) Método de lote fijo/punto de reorden
- (2) Método de periodo fijo/lote variable
- (3) Método simple para el punto de reorden

- (1) Método de reorden por lote fijo

Véase la figura No. 1 como referencia

- 1.1) Formula del punto de reorden

$$\begin{aligned} \text{PUNTO DE REORDEN} &= \text{Inventario promedio en tiempo índice} + \text{Inventario de seguridad} \\ &= (\text{Demanda media en el periodo} \times \text{Tiempo índice}) + \text{Inv. De seguridad... (1)-1} \end{aligned}$$

1.2) Formula del inventario de seguridad

INVENTARIO DE SEGURIDAD =(Factor de seguridad)(desviación estándar) ($\sqrt{\text{tiempo índice}}$)(1)-2

Factor de seguridad	1.04	1.28	1.65	1.96	2.05	2.33
Probabilidad de que el inventario se acabe	15.0%	10.0%	5.0%	2.5%	2.0%	1.0%

En donde: Formula para calcular la desviación estándar de la demanda

DESVIACION ESTÁNDAR DE LA DEMANDA = $\sqrt{\{[1/(n-1)]\Sigma(X-X)^2\}}$ (1)-3

1.3) Punto de reorden optimo

El punto de reorden optimo es para minimizar el costo de compra y costo de mantener inventarios obteniendo el punto de equilibrio como se muestra en la figura No. 2.

El punto de reorden optimo se calcula mediante la siguiente formula

REORDEN OPTIMO = $\text{SQR}\{[2(\text{demanda anual})(\text{costo de adquisición por cada vez})/(\text{p. u.})(\text{costo de mantenimiento})]\}$(1)-4

Donde:

COSTO DE MANTENIMIENTO = (Costo unitario de mantener inventarios)/(costo unitario del producto)
= (0.25 ~ 0.10)(1)-5

(1) Método de reorden por lote fijo

Figura No. 1

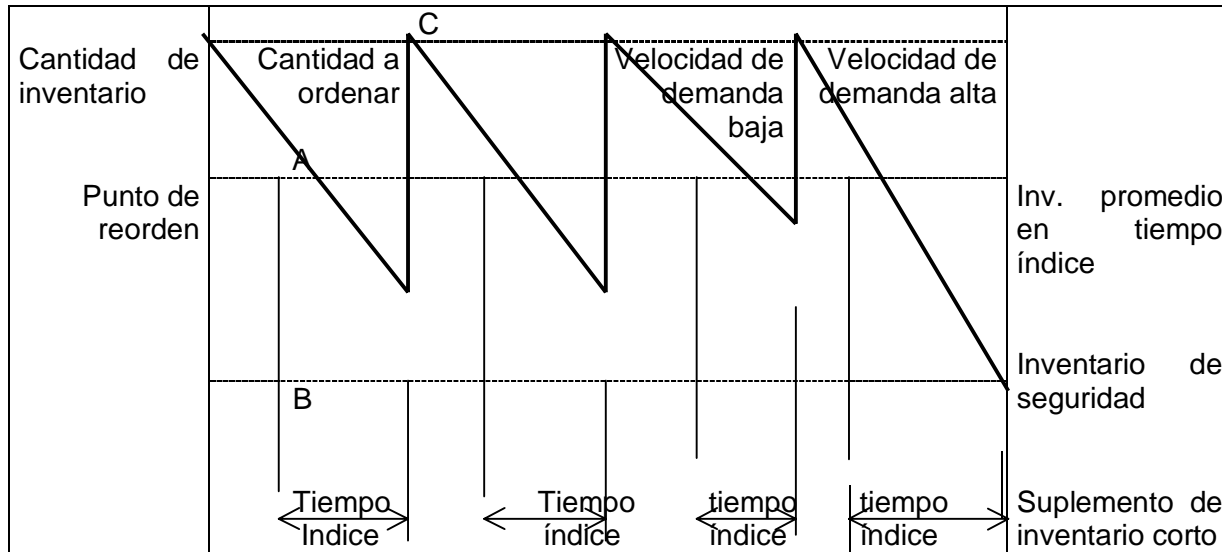
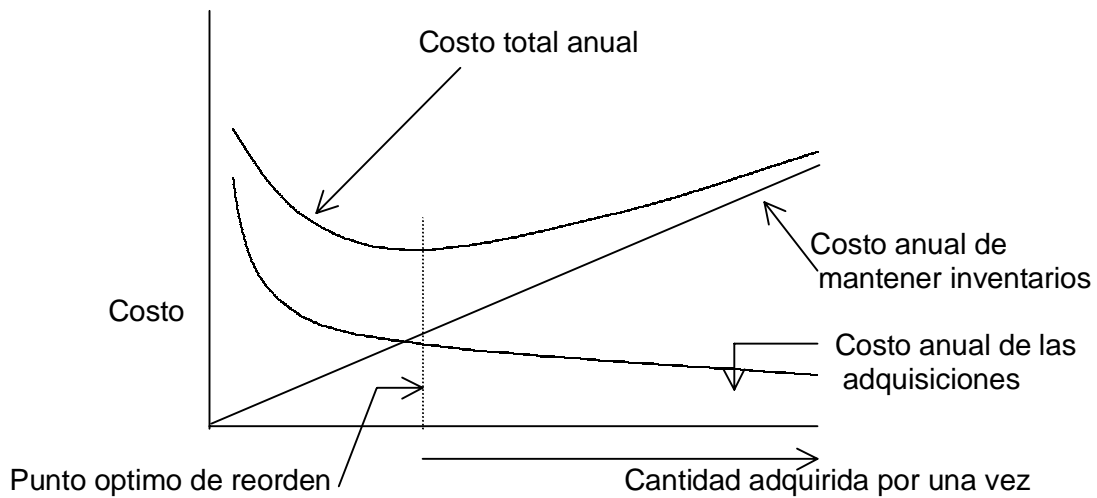


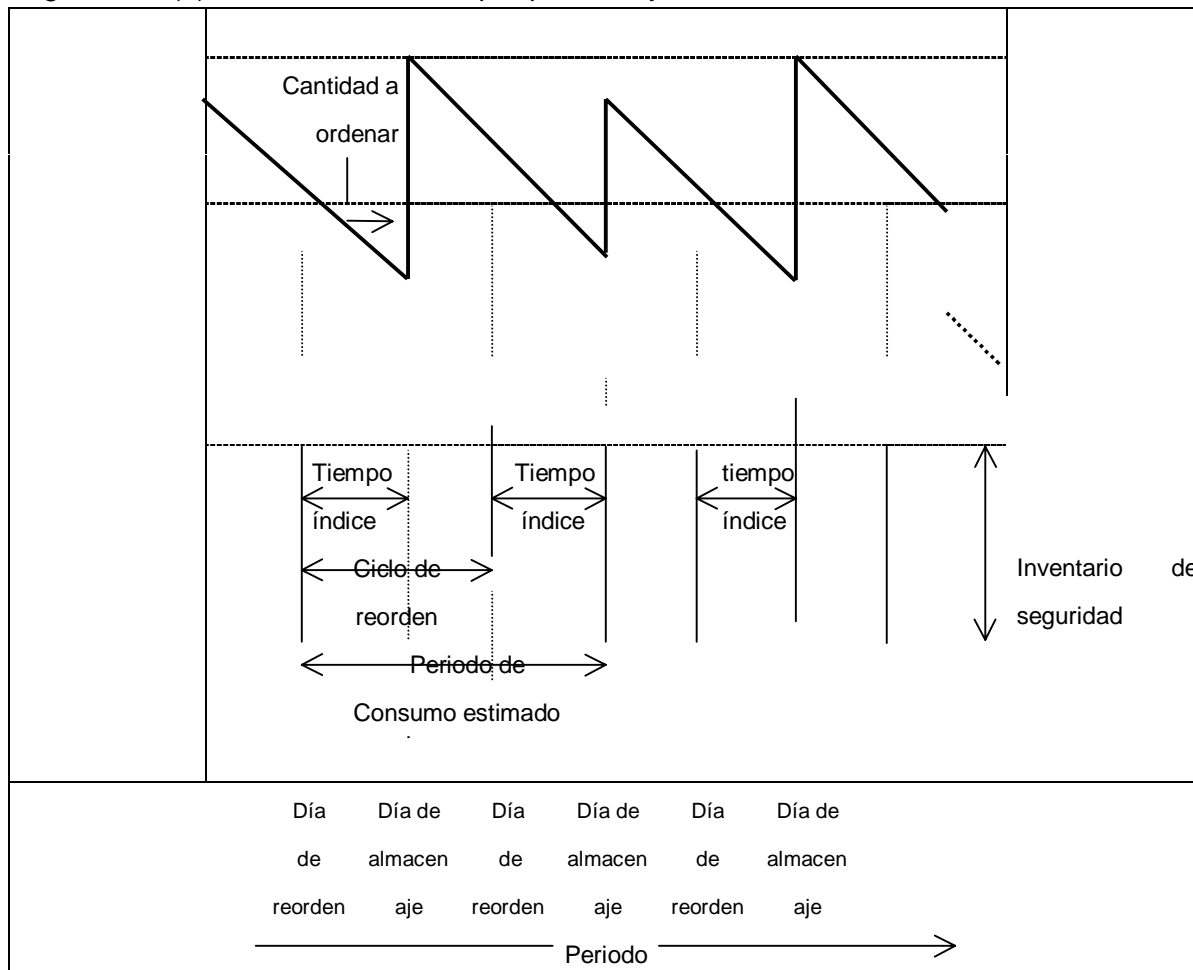
Figura No. 2

Punto de equilibrio



(2) Método de reorden por periodo fijo

Fig. No. 3 (2) Método de reorden por periodo fijo



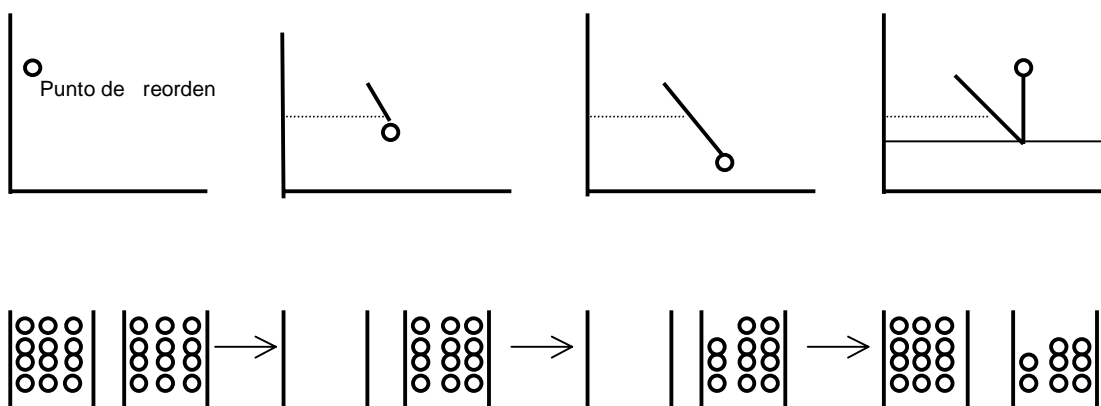
Formula de reorden

2.1) Can de reorden = Demanda est. en el periodo de consumo – Inv. En la fecha de reorden + Inv de seg.

2.2) Inv de seguridad = (Factor de seguridad x desviación estándar)[√(Tiempo índice + ciclo de reorden)]

(3) Método simple para el punto de reorden (Método de doble contenedor)

Fig. No. 4 (3) Método simple para el punto de reorden



Ejercicios

1. La demanda del producto A durante 6 meses se presentó como se muestra en la tabla No. 1, con un tiempo índice de 1.5 meses.

Obtenga el punto de reorden cuando la probabilidad de que el producto en stock se acabe sea del 5%

Demanda mensual	
Mes	Demanda
1	180
2	220
3	190
4	170
5	230
6	210
total	1200

2. El precio unitario del producto B es de \$640.00, la demanda anual es de 30,000 unidades, el costo de Adquisición por una vez es para 100 unidades.

Obtenga:

- 2.1) El punto de reorden optimo
- 2.2) El inventario promedio
- 2.3) Numero de ciclos de reorden

3. La demanda promedio del producto C es de 250 unidades, la desviación estándar es de 25 y el tiempo índice es de 7 días.

Obtenga:

- 3.1) El punto de reorden cuando la probabilidad de que el producto en stock se acabe es del 5%

4. El precio unitario del producto C es de \$400.00, se estima una demanda anual de 20,000 unidades, el costo de adquisición por una vez es de \$200.00, costo de mantenerlo es del orden del 25% y el inventario de seguridad es de 600 unidades.

Obtenga:

- 4.1) El punto de reorden optimo
- 4.1) El inventario promedio
- 4.2) El numero de ciclos de reorden

5. En el caso del ejercicio no. 1, el inventario es de 60 unidades y el punto de reorden para recuperación es de 40 unidades en el mes de Junio, el tiempo índice es de 0.5 meses, el numero de ciclo de reorden es de 1 mes y la probabilidad de que el producto en stock se acabe es del 5%.

Obtenga:

5.1) La cantidad de reorden por el método de reorden por periodo fijo.

6. Obtenga la cantidad de reorden por el método de reorden por periodo fijo bajo las sig. Condiciones:

- 6.1) Cuando el tiempo índice es de 1 mes
- 6.2) El ciclo de reorden es de 2 meses
- 6.3) El reorden para recuperación es de 650.
- 6.4) El inventario es de 50 unidades
- 6.5) El inventario de seguridad es de 100 unidades
- 6.6) La demanda mensual es de 500 unidades

B.11 Técnicas Principales para la Administración de la Producción y Puntos Clave para su Ejecución

B.11.1 Relación entre la Administración de la Producción y el Metodo de Producción / la Distribución de Equipos

El método de producción y la distribución de equipos e instalaciones está relacionado no sólo al rendimiento de las actividades de producción sino que en gran medida a la velocidad del flujo de los productos, a la duración del período requerido, a la facilidad de despacho y control de itinerario / control de procesos (*Production Control*) y a mecanismos como la forma de garantizar la calidad y la conciencia sobre calidad/control de calidad (*Quality Control*). El método de producción se determina en primera instancia por la forma del pedido, pero en cuanto a la distribución de equipos e instalaciones se puede perseguir el rendimiento y la efectividad.

La distribución deseable de equipos e instalaciones debe orientarse al “Método de producción por flujo / Taller de flujo (*flow shop*)” que coloca los equipos siguiendo la línea de flujo de los productos. De esa manera, como se puede apreciar en el cuadro de abajo, el control de procesos y el control de calidad se facilitan y la producción en pequeños lotes y el JIT se vuelven posibles de realizar.

La forma de pensar básica y la forma en que debe estar la distribución de los equipos e instalaciones se describe detalladamente en el punto 5 del B “Planeación de la distribución de la planta”.

	Método de taller (<i>Job shop</i>)	Método de taller de flujo (<i>Flow shop</i>)
Control de procesos	<ul style="list-style-type: none"> . Llega a ser necesario el despacho correspondiente a cada uno de los procesos / equipos. . El flujo se complica y es difícil comprender el avance del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> . Sólo es necesario el despacho en el proceso inicial. . El flujo es simple y es sencillo comprender el avance del proceso.
Control de calidad	<ul style="list-style-type: none"> . Es superficial el enlace con los procesos anteriores y posteriores y la conciencia de tener que estar en contacto para elaborar la calidad es difícil de desarrollarse. 	<ul style="list-style-type: none"> . Al estar cercanos los procesos anteriores con los posteriores, el tener contacto es más fácil y la creación de una estructura que garantice la calidad para el siguiente proceso es sencilla.

B.11.2 Aseguramiento de la Calidad y Control de Calidad

El que el aseguramiento de la calidad (Quality Assurance) y el control de calidad (Quality Control) se encuentran en una relación de objetivo y método ya ha sido explicado en el A-1-(5).

Aquí se describirá más detalladamente sobre el control de calidad para el aseguramiento de la misma.

- (1) Puntos esenciales para el aseguramiento de la calidad
 - 1) Confeccionar una calidad conforme a las normas en los procesos de manufactura (aseguramiento de calidad para el siguiente proceso en la etapa de manufactura).
 - 2) En la etapa del diseño, diseñar la confiabilidad y realizar el control para eso (aseguramiento de la duración de la calidad).

- (2) Pasos básicos para el confeccionamiento de la calidad
 - 1) Establecer la norma de calidad (Plan) / Especificar la calidad del diseño y presentación de planos.
 - 2) Establecer la norma de operación (Plan) / Estandarización de los métodos y condiciones para el confeccionamiento.
 - 3) Realizar el trabajo (Do) / Conforme a la norma de operación, confeccionar la calidad.
 - 4) Revisar la calidad (Check) / Siempre que sea necesario, el propio trabajador revisará la calidad.
 - 5) Mejorar según la necesidad (Action) / Buscar las causas y tomar medidas efectivas.

Control de calidad de ayer : por medio del cumplimiento de las normas de calidad y de operación así como la inspección, se mantenía y aseguraba la calidad.

Control de calidad de hoy : por medio del establecimiento y la integración de estándares y normas de calidad basados en la importancia de la satisfacción del cliente, suprimir al mínimo la inspección del departamento correspondiente además de disminuir el costo por no conformidades.

- (3) Forma de pensar con QC y puntos importantes para la ejecución
 - 1) “Orientación al consumidor y usuario”: proporcionar al consumidor y usuario lo que solicita.
 - 2) “Orientación a los puntos esenciales”: concentrar recursos administrativos al KAIZEN incluyendo los puntos esenciales.

- 3) "Control del origen": para no agobiar a los procesos posteriores, mandar desde el inicio buenos productos.
- 4) "Control de procesos": controlar los factores en los procesos de manufactura y confeccionar la calidad.
- 5) "Control según la realidad": llevar a cabo el control de factores con los datos (valor promedio y variaciones).
- 6) "Control de variaciones": buscar grandes variaciones y suprimirlas.
- 7) "Estandarización": colocar "topes y frenos / manuales" para que todos puedan realizarlo de la misma manera.
- 8) "Subir en forma espiral (*spiral up*) por medio del PDCA": realizar el ciclo de control y tratar de elevar el nivel.

(4) Condiciones para confeccionar la calidad en los procesos de manufactura / Mantenimiento de la capacidad del proceso

< ¿Qué es la capacidad del proceso? >

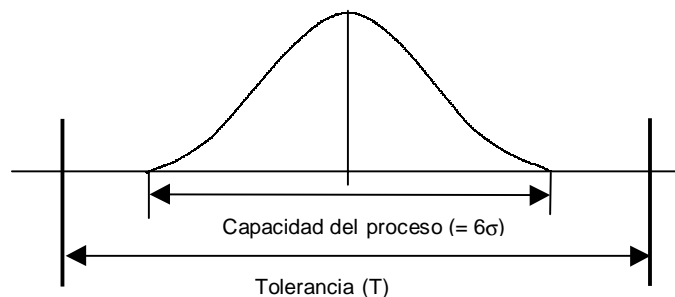
Se dice del límite de la capacidad que es posible alcanzar de forma racional correspondiente a un resultado específico que poseen los procesos estables, refiriéndose a la calidad.

Cuando la distribución del valor específico de calidad del producto que logra el proceso, es de la distribución normal, la mayoría de las veces se representa "valor promedio $\pm 3\sigma$ " sin embargo, también se representa como "6 σ ".

< Índice de la capacidad del proceso (Cp) >

El índice de la capacidad del proceso (Cp) es el grado comparativo con el 6 σ que representa la capacidad del proceso correspondiente a los límites (Tolerancia = T) de las normas de calidad.

$$\text{Índice de capacidad del proceso (Cp)} = \frac{\text{Tolerancia (T)}}{\text{Capacidad del proceso (6}\sigma\text{)}}$$



(Cp) =	Probabilidad de la distribución que se sale de las normas (ϵ)	Norma unilateral	Norma bilateral
$4\sigma/6\sigma = 0.67$	0.02275022	2.27%	4.55%
$6\sigma/6\sigma = 1.00$	0.00135980	0.14%	0.27%
$8\sigma/6\sigma = 1.33$	0.00003167	31.7 PPM	63.3 PPM
$9\sigma/6\sigma = 1.50$	0.00000340	3.4 PPM	6.8 PPM
$10\sigma/6\sigma = 1.67$	0.00000029	0.3PPM	0.6 PPM

< Evaluación mediante el índice de capacidad del proceso >

- $1.67 < Cp$: la capacidad del proceso es demasiado. Se puede decir que es sobrecapacidad.
- $1.33 < Cp$ 1.67: la capacidad del proceso es suficiente.
- $1.00 < Cp$ 1.33: no se puede decir que la capacidad del proceso es suficiente y se encuentra en condiciones de alerta.
- $0.67 < Cp$ 1.00: carencia de capacidad del proceso. Es necesario el mejoramiento.
- Cp 0.67: la capacidad del proceso es baja y se encuentra en condiciones de defectuoso. Necesita un mejoramiento considerable.

(5) Técnica seis sigma (6 sigma σ)

< ¿Qué es la técnica del seis sigma? >

- 1) Es una actividad de KAIZEN que tuvo su origen en las actividades de mejoramiento de la calidad que se inició en la empresa estadounidense MOTOROLA y que consiste en comprimir la variación y elevar la confianza teniendo como objetivo la satisfacción del cliente y el fortalecimiento de la capacidad competitiva.
- 2) Tiene como objetivos directos disminuir la variación en productos, servicios, trabajo, etc., y el fortalecimiento de la capacidad competitiva y la disminución del costo (*Cost of Poor Quality*) por medio del aumento de la confiabilidad.

(Ejemplos de COPQ)

- Disminución del rendimiento.
- Elevación del costo de la calidad.
- Calidad y funcionamiento del producto imprevisibles.

- Mala capacidad del proceso (Cp, Cpk).
 - Aumento de deudas pasadas con los cliente.
 - Disminución del porcentaje de operación de la maquinaria.
 - Elevación de costos por abandono y retrabajos.
 - Manifestación de problemas en cuanto a calidad de los productos.
 - Error calculado del sistema.
 - Descubrimiento de la pésima calidad dentro y fuera de la empresa.
 - Aumento en el tiempo de ciclo.
 - Disminución del costo del setup.
- 3) Las “seis sigma” es un método el cual trata de estructurar un mecanismo que pueda suprimir la emisión de errores de 3 a 4 veces de una operación que se realiza un millón de veces.
- 4) Por consiguiente, el índice de capacidad del proceso es de $C_p = 1.50$ y en realidad está orientado a ± 4.5 sigma en vez de 6 sigma. La razón por la que el método de “Seis sigma” está atrayendo la atención no es porque tenga como objetivo lograr el mayor grado de confiabilidad sino que se debe a que tomando como objeto los mecanismos, procesos y sistemas en donde surgen errores y faltas, ha integrado un nuevo punto de vista.

< Pasos básicos y puntos clave para la ejecución >

Los pasos básicos y los puntos clave están representados por M A I C.

Primer paso: *Measurement* (medición)

- Poner prioridades a los procesos de mejoramiento.
- La exactitud de los sistemas de medición.
- ¿Cuál es la especificación, dentro de todas, que sea orientada a los clientes?
- ¿Cómo controlar y cuál de todas dentro de las causas de las variaciones?

Segundo paso: *Analysis* (análisis)

- ¿Cuáles son las causas de todas las variaciones dentro del proceso?

- ¿Cuál es la variable principal que influye sobre el valor promedio y las variaciones al momento de la medición del desempeño del proceso?
¿Cómo se puede determinar?
- ¿Cuál es la relación entre la variable principal y el *out put* del proceso?

Tercer paso: *Improvement* (mejoramiento)

- ¿Cómo se puede establecer la variable principal para que el desempeño sea óptimo?
- ¿Qué tipo de variaciones existen al momento de medir el desempeño cuando se requiere establecer la variable principal más apropiada?

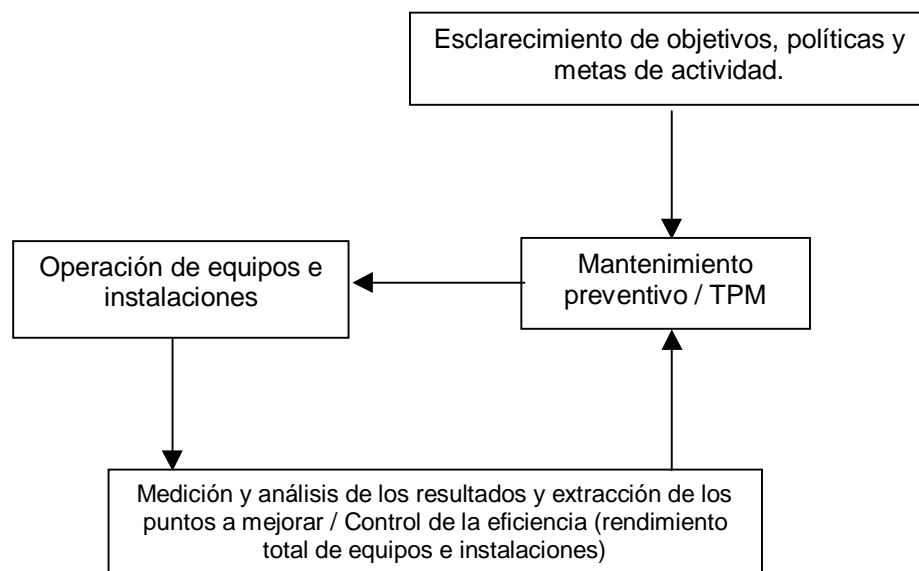
Cuarto paso: *Control* (control para el asentamiento de los resultados del mejoramiento)

- ¿Cuánto mejoró el proceso durante los 6 meses pasados? ¿Cómo se esclarecieron? ¿Y los datos?

B.11.3 Control del Rendimiento y Mantenimiento Preventivo

(1) Marco de trabajo que sirve como fundamento

Si se muestra en un plano la relación / marco de trabajo entre el control y el mantenimiento preventivo (especialmente el TPM por los encargados en el piso de producción), esto quedaría de la siguiente manera.



(2) Propósito de la actividad

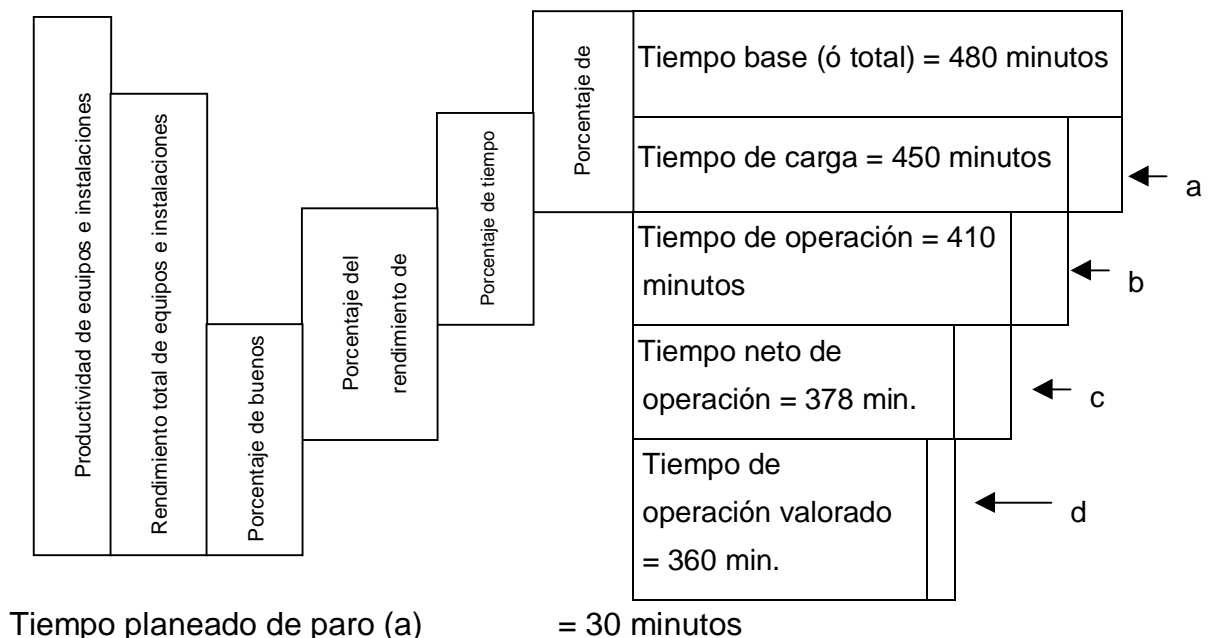
Eliminar las siguientes 6 grandes pérdidas por medio del TPM.

- a) Pérdida por averías,
- b) Pérdida por preparación y ajuste,
- c) Pérdida por cambio de la cuchilla \Rightarrow Aumento del porcentaje del tiempo de operación.
- d) Pérdida por rotación vacía o paro momentáneo,
- e) Pérdida por disminución de la velocidad \Rightarrow Aumento del porcentaje del rendimiento de la operación.
- f) Pérdida por proceso defectuoso \Rightarrow Aumento del porcentaje de buenos productos.

(3) Comprensión del control de la eficiencia y eficiencia general de equipos e instalaciones

$[Rendimiento\ total\ de\ equipos\ e\ instalaciones] = [Porcentaje\ del\ tiempo\ de\ operación] \times [Porcentaje\ del\ rendimiento\ de\ la\ operación] \times [Porcentaje\ de\ productos\ buenos]$

$[Productividad\ de\ equipos\ e\ instalaciones] = [Rendimiento\ total\ de\ equipos\ e\ instalaciones] \times [Porcentaje\ de\ carga]$



Pérdida por paro (b) = 40 minutos

Tiempo de pérdida por velocidad (c) = 32 minutos

Pérdida por defectuosos (d) = 18 minutos

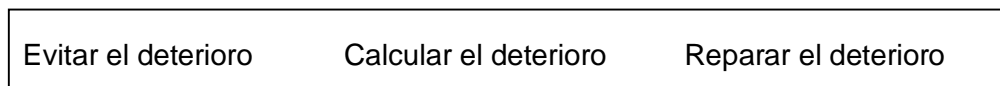
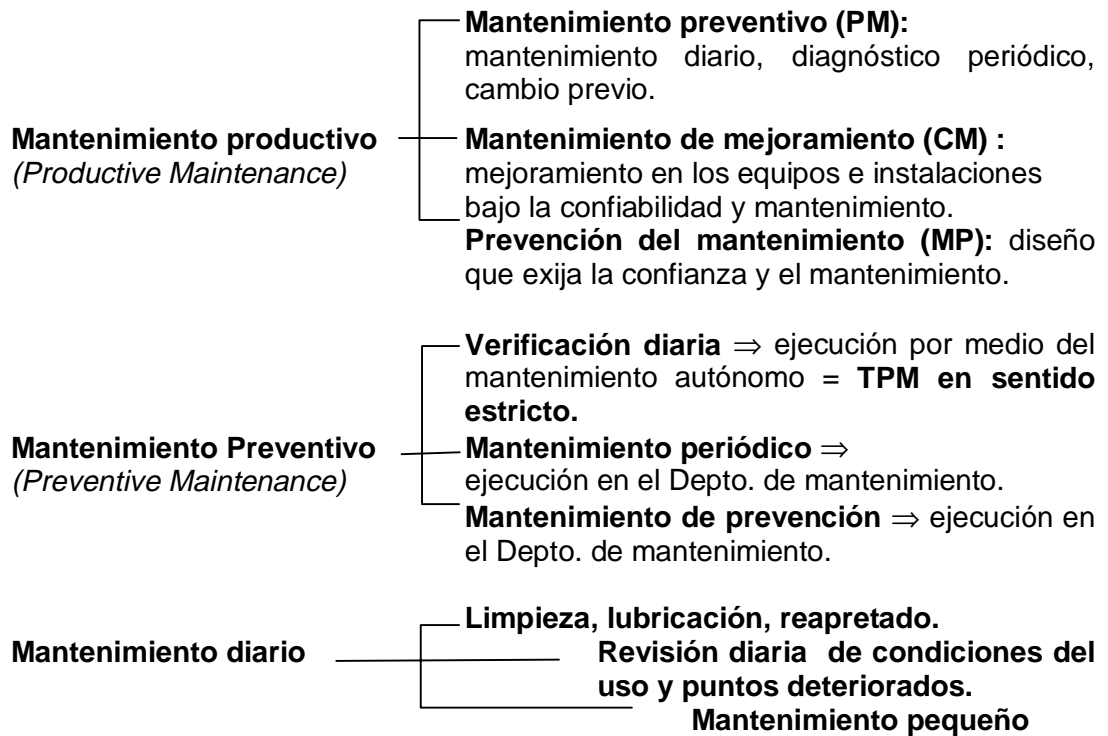
- 1) Tiempo de carga = tiempo base – tiempo planeado de paro = 450 minutos
- 2) Tiempo de operación = tiempo de carga – tiempo de pérdida por paro = 410 minutos
- 3) Porcentaje del tiempo de operación = $410 / 450 = 91.1\%$
- 4) Cantidad procesada = 126 piezas, tiempo estándar = 3 min./pza.
- 5) Tiempo neto de operación = cantidad procesada x tiempo estándar = $126 \times 3 \text{ min.} = 378 \text{ minutos}$
- 6) Pérdida de velocidad = $410 - 378 = 32 \text{ minutos}$
- 7) Porcentaje de rendimiento de operación = $378 / 410 = 92.2\%$
- 8) Tiempo de pérdida por defectuosos = $6 \text{ productos} \times 3 \text{ min.} = 18 \text{ min.}$
- 9) Tiempo de operación valorado = $120 \text{ productos} \times 3 \text{ min.} = 360 \text{ minutos}$
- 10) Porcentaje de productos buenos = $360 / 378 = 95.2\%$
 - ∴ Rendimiento total de equipos e instalaciones = $360 / 450 = 80\%$
 - Productividad de equipos e instalaciones = $360 / 480 = 75\%$

(4) Conceptos y alcance del TPM

< ¿Qué es el TPM (Total Productive Maintenance) >

- 1) Teniendo como meta maximizar la eficiencia de equipos e instalaciones,
- 2) Establecer un sistema total de PM que tenga como objeto el ciclo de vida de los equipos e instalaciones,
- 3) Que abarque todos los departamentos como los de planeación de equipos e instalaciones, utilización, mantenimiento, etc.,
- 4) Con la participación de todos, desde la cabeza hasta el personal de la línea de producción.
- 5) Y promover el control de la motivación, es decir, promover el PM por medio de actividades autónomas por pequeños grupos.

< Límites del TPM >



Limpieza: eliminar basura y mugre.

Lubricación: evitar manchas de aceite y falta de aceite.

Reapretado: aflojamiento de tornillos y tuercas, evitar la caída.

< Políticas básicas del TPM en la empresa X / Políticas de ejecución >

(Políticas básicas)

“Basándose en la idea de que el cliente es lo primero, tener como objetivo un TPM que se satisfaga al cliente con alta calidad y bajos costos.” Además, “retar a los 3 ceros, cero desastres, cero defectuosos, cero averías.”

(Políticas de ejecución)

1. Eliminar completamente las 6 grandes pérdidas, elevar la eficiencia de equipos e instalaciones y tratar de elevar la calidad.
2. Capacitar a personal hábil para los equipos y crear un lugar de trabajo

lleno de vitalidad.

3. Encontrar problemas dentro del trabajo y elevar los métodos y la capacidad para resolverlos.
4. Expandir los límites del propio trabajo y aprender a ser de una constitución que pueda corresponder a los cambios.

(5) Pasos para la ejecución según el mantenimiento autónomo (TPM)

Paso 1: **Limpieza inicial** / limpieza de equipos e instalaciones y extracción de defectos latentes. (C)

Paso 2: **Medidas para la fuente de la suciedad y para los lugares difíciles de limpiar** / actividades de mejoramiento. (A)

Paso 3: **Elaboración de normas de limpieza y lubricación, y la ejecución del control de preservación.** (P ⇒ D)

Paso 4: **Revisión total** / capacitación y práctica de habilidades para revisión. (CAP ⇒ Do)

Paso 5: **Revisión autónoma** / elaboración y ejecución de las normas para la revisión autónoma. (CAP ⇒ Do)

Paso 6: **Orden y arreglo** / arreglo de alrededores, control visual. (mayor grado del CAP ⇒ Do)

Paso 7: **Control autónomo** / asentamiento del 1 al 6 y control autónomo dependiendo de la meta a alcanzar. (CAP ⇒ Do)

< Nivel de TPM y nivel de ejecución >

Nivel 1 TPM :

Lugar de trabajo sin deterioro forzado : pasos 1~2 de ejecución.

Nivel 2 TPM :

Lugar de trabajo sin averías : pasos 3~6 de ejecución.

Nivel 3 TPM :

Lugar de trabajo sin defectuosos dentro del proceso : paso 7 de ejecución.

Nivel 4 TPM :

Lugar de trabajo con alta rentabilidad

:ejecución desde un punto de vista nuevo.

(6) Tiempo requerido general para cada paso del mantenimiento autónomo

Paso 1: **< Limpieza inicial > 3~6 meses**

Paso 2: **< Medidas para la fuente de la emisión / mejoramiento > 3~12 meses**

Paso 3: **< Control de preservación / normas > 6~12 meses**

Paso 4: **< Revisión total / capacitación para habilidades de revisión > 6~12 meses**

Paso 5: **< Revisión autónoma > 6~12 meses
(Para llegar a este punto 1.5~2 años)**

Paso 6: **< Mantenimiento autónomo >**

Paso 7: **< Perfección del control autónomo >**

(7) Puntos clave por cada paso para la ejecución // Ordenar y especificar los puntos clave //

< Paso 1 / Limpieza inicial >

< Paso 2 / Fuente de la suciedad y basura y medidas para los lugares de difícil acceso >

< Paso 3 / Elaboración de normas de limpieza y lubricación >

< Paso 4 / Capacitación de habilidades de revisión, ejecución de la revisión total de equipos e instalaciones >

< Paso 5 / Normas de la revisión autónoma, elaboración y ejecución de las hojas de revisión >

< Paso 6 / Mantenimiento autónomo >

< Paso 7 / Control autónomo >

(8) Puntos clave en el desarrollo del mantenimiento autónomo

< Actividades del mantenimiento autónomo >

- 1) Descubrir los deterioros, calcular los deterioros.
- 2) Reparar los deterioros.

Habilidad básica = apretado adecuado de tornillos y tuercas, uso de llaves correctas, operación de mantenimiento de la espiga y el cojinete, mantenimiento del sistema y partes de transmisión, prevención de fugas, etc.

- 3) Evitar los deterioros.

Operación correcta. Arreglo de condiciones básicas (limpieza, lubricación, reapretado), registro de datos de no conformidades.

< Capacitación de personal apto para los equipos e instalaciones que a través del mantenimiento autónomo >

- 1) Capacidad de descubrir anomalías.
- 2) Capacidad de arreglar y restablecer las anomalías.
- 3) Capacidad de establecer condiciones.
- 4) Capacidad de realizar el control y mantenimiento de acuerdo a las condiciones correctas de los equipos e instalaciones.

B.11.4 Control de Fecha de Entrega y Control de Inventario

(1) Temas actuales sobre el control de fecha de entrega

En el caso de las plantas principalmente de trabajo de prensa, dentro de lo que es el QCD, el D, la responsabilidad correspondiente a cumplir con la fecha de entrega es sumamente grande y la acumulación de retrasos en la fecha de entrega al mismo tiempo que genera reclamos sobre la calidad, influye en gran medida en los negocios posteriores. El cumplimiento de la fecha de entrega es evidente en un contrato y resumiendo los temas actuales en cuanto al desarrollo de las negociaciones, quedaría de la siguiente manera.

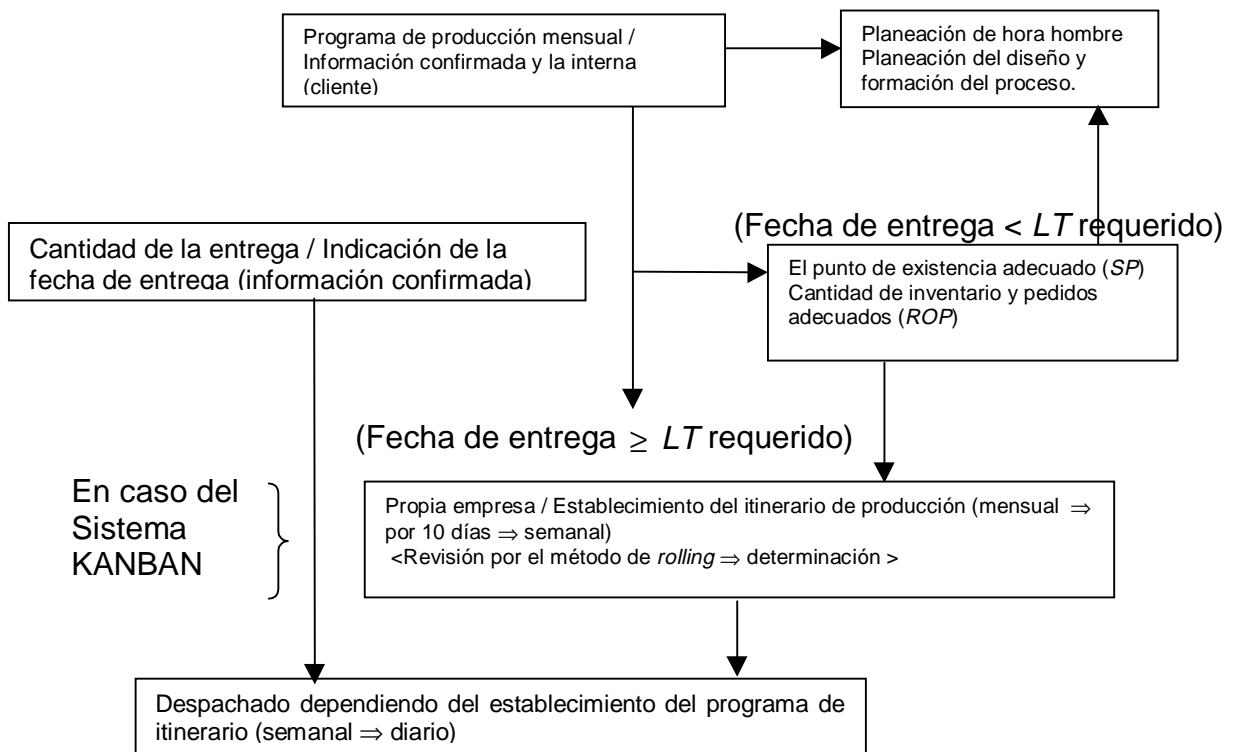
- 1) Es necesario constituir un mecanismo el cual pueda responder a la solicitud por parte del cliente de una entrega en corto tiempo.
- 2) El concepto básico es el JIT (*Just In Time*). Es decir, constituir un mecanismo capaz de entregar el producto necesario, cuando sea necesario y cuanto sea necesario.
- 3) Para eso, es esencial la colaboración con la tecnología de la producción y junto con la preparación en un solo dígito de tiempo en los procesos de manufactura se hace necesaria la ejecución orientada a tener cero defectuosos en calidad,

cero averías en equipos e instalaciones y cero accidentes de trabajo.

- 4) Para poder corresponder a la solicitud de una entrega en corto tiempo, el punto clave está en reducir el *lead time* por medio de la producción por lotes pequeños y la posesión de inventario adecuado.

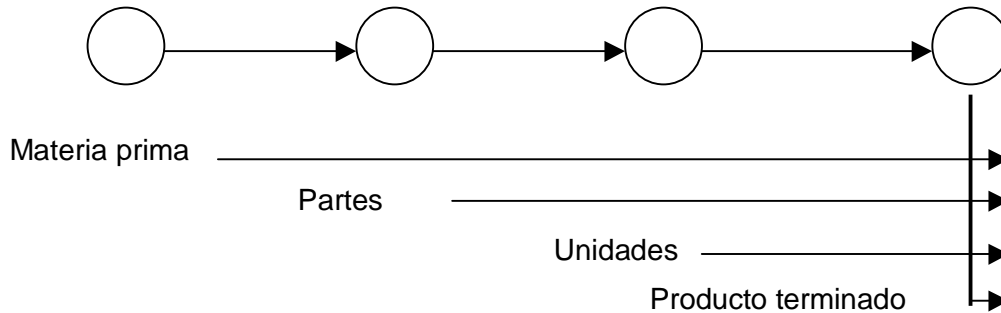
(2) Marco de trabajo del control de fecha de entrega

Aquí esclarecemos el marco de trabajo del control de fecha de entrega tomando como base el control de inventario y el control de procesos.



(3) Puntos clave para el establecimiento del punto de inventario y la cantidad adecuada del mismo.

< Relación entre el punto de inventario y el *lead time* (LT) requerido >



Para la entrega en corto tiempo es deseable que se tome como el punto de inventario las “unidades” más que las “partes”, pero más que esas el “producto terminado”; sin embargo, la posesión de inventario trae consigo el incremento de riesgos y aumenta el costo de inventario, por lo que desde este aspecto es mucho más deseable económicamente poseer inventario al nivel de “materia prima” o “partes” en la medida de lo posible. Pero en caso de que la disminución en el *lead time* (LT) de la manufactura sea difícil y existan garantías de recolección del producto procesado, el poseer inventario al nivel de “unidades” o “producto terminado” puede responder a la solicitud de una entrega en corto tiempo y además es posible una producción programada y en aspectos de rendimiento de producción se vuelve también efectivo.

(4) Método para el establecimiento del programa de itinerario / Método hacia atrás (*backward*) y método hacia delante (*forward*)

El método hacia atrás es un método de programación que consiste en establecer el itinerario para iniciar la producción remontándose solamente por el lapso del itinerario normado (LT estándar) a partir del punto de origen que es el día de la fecha de entrega. El método hacia adelante es el método que establece el itinerario para finalizar la producción sumando el lapso del itinerario normado al punto de origen siendo el día del inicio. Si comparamos los dos métodos nos quedaría un cuadro como el que sigue.

	Método hacia adelante (<i>forward</i>)	Método hacia atrás (<i>backward</i>)
Virtudes / Area de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> . Puede acumular la carga en hora hombre en forma programada con respecto a la capacidad y fuerza restante de los equipos y operadores. . Es un método adecuado a la producción que da importancia a la estabilidad de las operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> . Se permite planear el itinerario tomando como puntos de control la fecha de entrega y el inventario. . Es un método adecuado para la producción proyectada que da importancia a la producción sobre pedidos y el control de inventario.
Defectos	<ul style="list-style-type: none"> . Se vuelve un método que sigue el curso de las circunstancias con respecto a la fecha de entrega y al control de inventario y no es apropiado para la administración de la producción que da importancia a éstos. 	<ul style="list-style-type: none"> . En el caso de productos constituidos por el ensamble de varias partes es complicado el establecimiento de itinerario en monos del personal.

(5) Método que funciona como fundamento del despachado / Método *Pull* y método *Push*

El despachado (*Dispatching*) se refiere a la preparación y asignación del trabajo, pero aquí se menciona como el criterio y la forma de pensar del fundamento para ordenar según la prioridad el inicio de producción. Los métodos que sirven como criterio se pueden dividir en método *Pull* y método *Push*. El método *Pull* (jalar) es aquel que inicia mandando de forma prioritaria los productos necesarios en los procesos posteriores. El método *Push* (empujar) es el que inicia siguiendo el orden del flujo desde el proceso anterior. Si comparamos los dos métodos nos quedaría un cuadro como el que sigue.

	Método <i>Pull</i>	Método <i>Push</i>
Virtudes / Area de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> . Es posible indicar el orden de prioridades del inicio y el día necesario de terminación, ajustándolo al grado de necesidad de los procesos posteriores y al de urgencia, basándose en los retrasos en el avance de la producción, los movimientos de inventario y el error previsto posterior al planeamiento del itinerario establecido por el método hacia atrás. . Es efectivo para llevar a cabo el control de entrega e inventario. 	<ul style="list-style-type: none"> . En caso de que sea posible el dar avance a la producción de acuerdo a la planeación del itinerario establecido por el método hacia adelante, el despachado se simplificará. . Es apropiado en los casos en los que es posible la producción programada. . Este método se emplea dentro de las líneas.
Defectos	<ul style="list-style-type: none"> . El arreglo por adquisición será complicado. 	<ul style="list-style-type: none"> . No es adecuado para el control de entrega e inventario.

C. Aproximación a KAIZEN e Imagen
Ideal de la Planta de Estampado y
Troquelado

C. APROXIMACIÓN A KAIZEN , E IMAGEN IDEAL DE LA PLANTA DE ESTAMPADO.

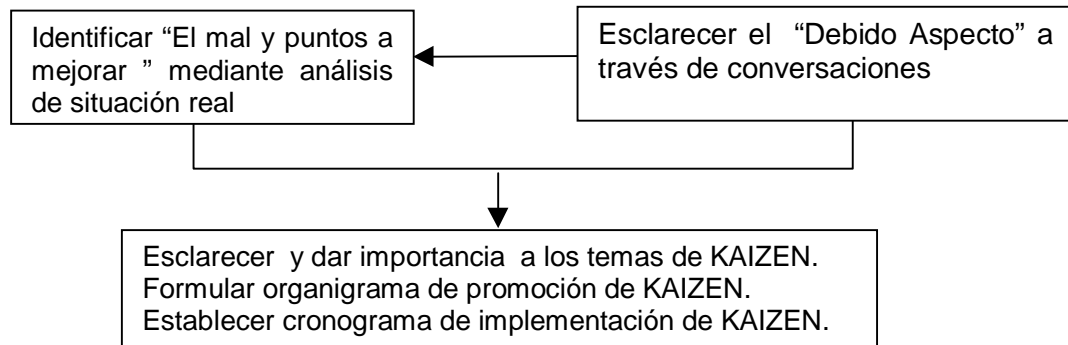
C.1 Punto de Vista , Concepto y Procedimiento para Trabajar sobre KAIZEN

KAIZEN se puede resumir en pocas palabras ; “Producir productos de buena calidad a bajo costo, en forma rápida (reducción del tiempo) , y cuyo concepto primordial es la satisfacción al cliente, de esta manera debe trabajarse interrumidamente sobre ello. Es decir , si se detiene en el nivel de KAIZEN temporal del área, sería difícil de reforzar la constitución de la planta. A continuación se describen los puntos importantes para que KAIZEN pueda servir en reforzamiento de la constitución de planta.

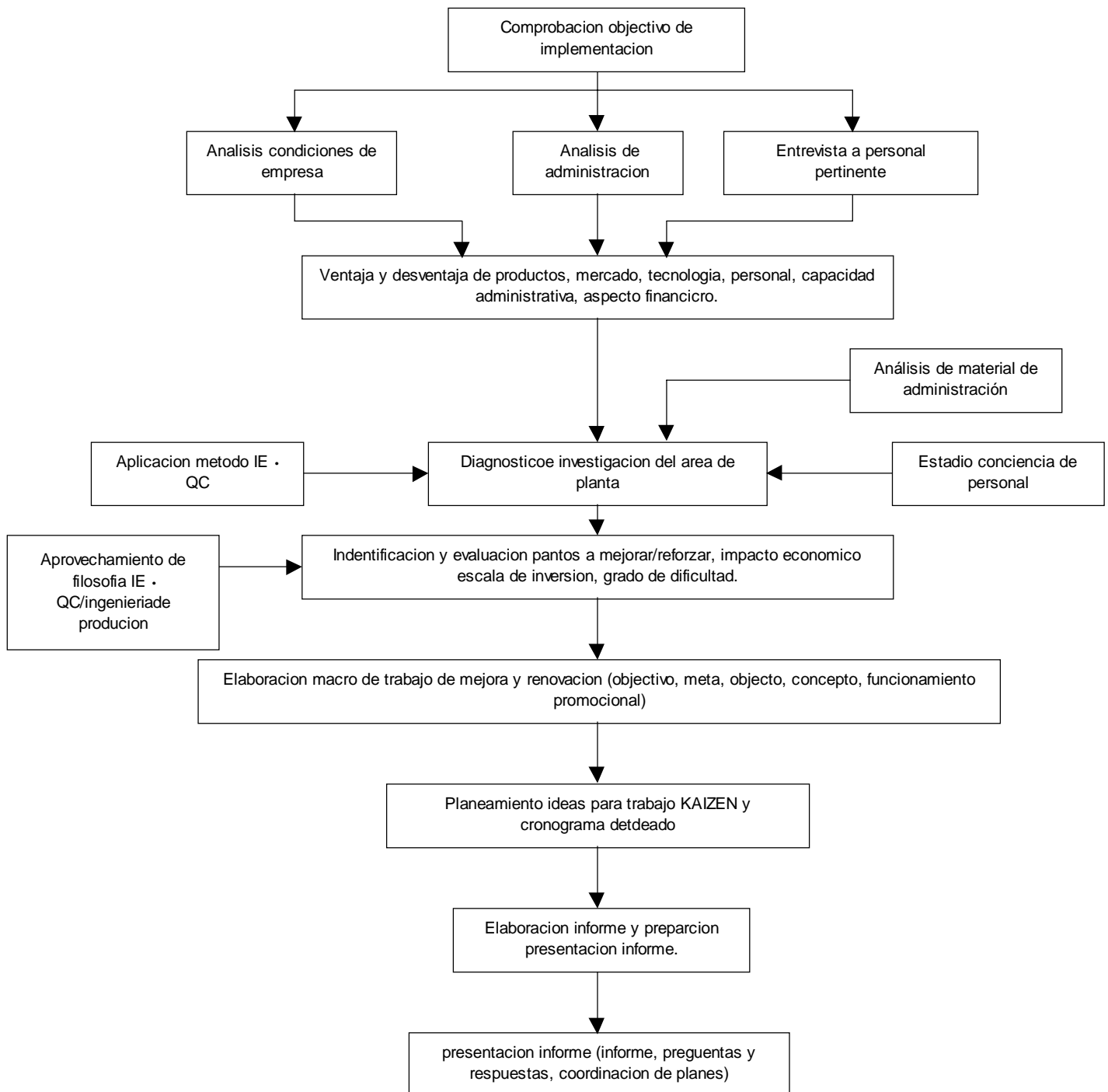
- 1) El significado y la importancia de KAIZEN deben ser comprendidos, no solamente por el personal de fábrica, sino también por los superiores y el dueño de empresa, para que éstos puedan tomar el liderazgo cuando se requiera la situación.
- 2) Esclarecer la finalidad, el objetivo, y el cronograma de actividades de KAIZEN, y reportar el desarrollo de las mismas a personal pertinente.
- 3) Para iniciar KAIZEN no solamente debe comprender “el mal” mediante análisis de situación real, sino que también se deben tener aclarado el “Debido aspecto”.
- 4) Con el fin de establecer el “Debido aspecto” compartido y esclarecer la prioridad de los temas de KAIZEN, refiriéndose con la originalidad y la política de empresa, se debe discutir y coordinar con los superiores y el dueño de empresa, de esta manera establecer un acuerdo concerniente al “Debido aspecto ” de la empresa correspondiente.

En cuanto a “Debido aspecto” en común correspondiente a la planta de estampado, se menciona en el numeral C. 2 Imagen ideal de la planta de estampado.

- 5) “El mal” puede esclarecer a través de “ Siete Pérdidas” indicados en el sistema de producción de Toyota, cuya explicación detallada se presenta en “ Capacitación de Promoción para la Implementación de JIT ” del numeral C. 4.
- 6) El marco del trabajo de KAIZEN, sobre todo establecimiento de temas y cronograma de realización se representan en la siguiente relación:



- 7) Para establecer temas de KAIZEN, se debe indentificar la prioridad de los temas, y enfocar el objeto lo más que se pueda.
- 8) La prioridad de los temas debe ser identificado tomando en consideración “la magnitud del efecto de KAIZEN”, “la dificultad técnica ”, “el costo”, y “el grado de urgencia ” en cuanto al punto de vista de seguridad y calidad.
- 9) Las actividades de KAIZEN no es un trabajo que se realiza a ratos perdidos, sino que es una labor que se requiere de la capacidad de análisis, desarrollo, coordinación, etc., la cual implica una múltiple capacidad, por lo que en caso de una empresa pequeña y mediana es ideal que los superiores de la planta quienes son responsables y capaces de realizar KAIZEN lleven a cabo espontáneamente dicha actividad. Asimismo, es importante tratar que los encargados de KAIZEN sean de tiempo completo con la finalidad de reducir el tiempo requerido .
- 10) Es necesario promover KAIZEN con continuidad, aún durante la temporada de alta producción, para lo cual es un requerimiento indispensable la asistencia (en otra palabra se puede decir “llevar el liderazgo”) de los superiores y el dueño de empresa .
- 11) A continuación se describe procedimiento de diagnóstico de la administración definitiva de la planta . Aunque, también se lleva a cabo KAIZEN, a través de conversaciones sobre el “Debido Aspecto” para perfeccionar los temas de KAIZEN sin realizar el diagnóstico de planta (*Pilot Study*) mediante dicho procedimiento de implementación.



C.2 Ejemplo de “Imagen Ideal de la Planta de Estampado” para Pequeñas y Medianas Empresas

Composición general

A. Aseguramiento de calidad:

Perfeccionamiento de calidad durante proceso de troquelado y aseguramiento de calidad por inspección deben ser condiciones indispensables.

B. Ingeniería de producción:

Se puede realizar trabajos de preparación en menos de diez minutos.

C. Control de cronograma:

El cronograma de producción satisface el lead time requerido y el plazo de entrega.

D. Control del área:

Está establecido el control del área y hay estabilidad en las actividades de producción.

E. Control de troqueles:

La estructura de troqueles es de diseño simple.

F. Control de etapa de transferencia:

El proceso de transferencia de la etapa de pruebas a la etapa de producción definitiva marcha sobre ruedas.

G. Máquina de estampado:

Las máquinas de estampado están bien mantenidas y arregladas, y se utilizan bajo condiciones adecuadas.

H. Distribución de instalaciones:

La distribución de instalaciones de proceso es eficaz, dando mayor importancia al flujo de productos.

I. Valor agregado:

Se da importancia a aseguramiento del valor agregado necesario y a reforzamiento de la constitución de empresa.

Perfeccionamiento de calidad durante proceso de troquelado y aseguramiento de calidad por inspección deben ser condiciones indispensables.

- 1) Es posible obtener producto aceptable con la primer plancha recién después de realizar preparación.
[Eliminar ajustes de altura de troqueles y altura de troquel cerrado, ajustar y posicionar troqueles en el punto central]
- 2) Se realizan, con seguridad, inspección inicial, intermedia y final a través de control por lote, estableciendo el mecanismo de aseguramiento de calidad para el siguiente proceso.
- 3) Se controla la calidad de productos referente a dimensión (promedio y variación) y aspecto (rayaduras, rebabas, etc.), a través de SQC (*Statistical Quality Control*).
- 4) Hay estabilidad del nivel de calidad de materiales utilizados, sin la necesidad de inspección en la recepción de los mismos.
- 5) Está establecido el mecanismo de mantenimiento de troqueles en base a las características de material a usarse (dureza, espesor, etc.), a la resistencia del desgaste de cuchillas de troqueles y a las características mecánicas del estampado.
- 6) Está establecido el control de partes en el área para evitar la mezcla de partes extrañas (de diferente clase y lote) durante el proceso.
- 7) Está establecido el manejo de transporte. (índice de activación de transporte=3~4) que no ocasionan defectos del aspecto (rayaduras, golpes, etc.) de planchas durante el desplazamiento de las mismas entre procesos.
- 8) Está establecido el mecanismo útil para KAIZEN a través del registro de datos de defectos por proceso, por producto, por lote, y asimismo se efectúan cálculos de coste de falla y procesamiento de datos estadísticos, aunque la calidad de embarque es del nivel de PPM, sería imposible eliminar totalmente los defectos en todos los procesos.

Se puede realizar trabajos de preparación en menos de diez minutos

- 1) Se puede realizar posicionamiento de troqueles en un instante.
- 2) Están estandarizados y unificados altura de troquel, espesor de plancha para ajustes de

troquel, etc. [facilitar ajustes de altura de troquel y altura de troquel cerrado, realizar ajustes y posicionamiento en el centro de troqueles, etc.]

- 3) Se intenta convertir los trabajos de preparación interna en los trabajos de preparación externa.
- 4) Para la fijación y el apriete de troqueles se aplica un método simple.
- 5) Se trata de colocar troqueles y herramientas exclusivas de uso frecuente cerca de la máquina de estampado.
- 6) Se utiliza método apropiado para el transporte de troqueles pesados, tales como sistema de flotación por aire, sufridera móvil, montacarga, polea manual.
- 7) Hay plena divulgación de 5S.

El cronograma de producción satisface el lead time requerido y el plazo de entrega

- 1) Se consiguen informaciones sobre el plan de producción de clientes a tiempo.
- 2) El *lead time* de clientes y proveedores es adecuado, basado en control de cronograma.
- 3) Está establecido el sistema de control de producción (se efectúan cálculo de volumen requerido y control de cronograma) a través del método de tracción o PULL (sistema MRP= *Material Requirements Planning* y sistema de “kanban”)
- 4) Está establecido el tiempo estándar útil para control de horas-hombre y planificación de cronograma, lo cual sirve para realizar el control de rendimiento.
- 5) Está establecido el mecanismo de producción eficiente por pequeño lote con el fin de satisfacer la demanda de entrega a corto plazo.
- 6) Está establecido el mecanismo para prevención de tardanza de cronograma ocasionado por problemas imprevistos de máquinas (paros frecuentes y de corto tiempo) (TPM)
- 7) Está establecido el mecanismo sobre control de inventario y control de planchas en el área (responsabilidad en entrada y salida de almacén, lugar de almacenamiento, sistema de reportes.)
- 8) Está establecido el control de inventario a través de hojas de planchas referente a lote o sub-lote de fabricación.
- 9) Está establecido el sistema de producción para modelos y volúmenes variados.

Está establecido el control del área y hay estabilidad en la actividad de producción

- 1) Se lleva control del área de fabricación en cuanto a personal e instalaciones y como resultado de dicho control se miden cuantitativamente la calidad, eficiencia, rendimiento,

porcentaje de defectos, plazo de entrega, volumen de existencias, etc. para poder evaluarse.

- 2) El organigrama de control del área consiste en gerente, supervisor, encargados de grupo de líneas y de grupo de staff.
- 3) Las indicaciones a encargado del área se efectúan en forma concreta mediante cronograma, hoja de trabajo, hoja de estándar de trabajo, planos, hoja de operación, etc.
- 4) Se dan indicaciones del trabajo tomando en consideración el grado de dificultad de trabajo, las características de instalaciones, y la habilidad de operario.
- 5) Se realiza OJT (*On the Job Training*) para cada operario oportunamente y también se imparten cursos colectivos OFF-JT (*Off the Job Training*) para grupos según la necesidad, particularment sobre los temas de control de calidad y control de instalaciones.
- 6) Está íntroducido el sistema de participación y de propuesta sobre el procedimiento de operación y mejora continua de instalaciones por parte de operarios, logrando resultados correspondientes.

La estructura de troqueles es de diseño simple

- 1) La estructura simple de troqueles facilita el diseño, la construcción, la instalación, el mantenimiento de la misma y además resulta económico.
- 2) Está establecida la estandarización de ajustes de troqueles.
- 3) Está orgnizado el centro de CAD, CAM de troqueles (CIDESI o el sindicato)
- 4) Están desarrollados y estandarizados herramientas y procedimiento de posicionamiento y apriete.
- 5) La estructura y sistema de troqueles están de acuerdo con las características mecánicas de estampado.

El proceso de transferencia de la etapa de pruebas a la etapa de producción definitiva marcha sobre ruedas

- 1) Aún siendo troqueles proporcionados por parte del cliente, están introducidas las condiciones propias de la empresa para fabricación en la etapa del disceño de troqueles.
- 2) Está definido diseño propio de la empresa sobre procesos y herramientas en base a las informaciones de pruebas, por lo que no surgen muchos ensayos y errores.
- 3) Como están establecidas varias normas técnicas, se puede diseñar adecuadamente los procesos, los troqueles, las herramientas en la etapa de planos de productos entregados por cliente, lo cual resulta útil para elaborar la cotización de recepción de orden.

- 4) Las informaciones de operación del pasado y los datos de ingeniería están almacenados a nivel de banco de datos, por lo que servirían como guía para elaboración de nuevo diseño de proceso y/o estándar de trabajo.

Las máquinas de estampado están bien mantenidas y arregladas y se utilizan bajo condiciones adecuadas.

- 1) La carga y las condiciones de máquinas de estampado son apropiadas, por lo tanto no afectan a la calidad, sobre todo no producen variaciones de calidad.
- 2) Se realiza la inspección diaria (inspección antes de operación) con seguridad y se previenen contra los problemas de instalaciones (mantenimiento posterior).
- 3) Existen control de seguridad y equipamiento al mínimo nivel posible.
- 4) Establecer sistemas de mantenimiento preventivo y mantenimiento previsible a través de TPM protagonizado por encargado del área de fabricación y de introducción de PLC (*Plant Lifecycle Cost*) en futuro.

La distribución de instalaciones de proceso es eficaz, dando mayor importancia al flujo de productos.

- 1) El flujo de instalaciones de proceso es simple y es mediante líneas. (básicamente la dirección de flujo es de izquierda a derecha)
- 2) Se puede conformar la línea en forma flexible según la necesidad.
- 3) El medio de transporte entre procesos es a través del sistema de disparo (shoot), banda transportadora, carritos (índice de activación de transporte: 3~4)
- 4) El ancho de pasillo está diseñado de acuerdo al medio, la frecuencia y el volumen de transporte en forma apropiada.
- 5) Debido a que está establecido 5S, no se generan movimientos inútiles buscando troqueles y/o herramientas.
- 6) Está identificado el lugar para colocar materiales, productos en proceso, productos terminados y éstos son almacenados alrededor de dicho lugar.

Se da importancia a aseguramiento del valor agregado necesario y a reforzamiento de la constitución de empresa

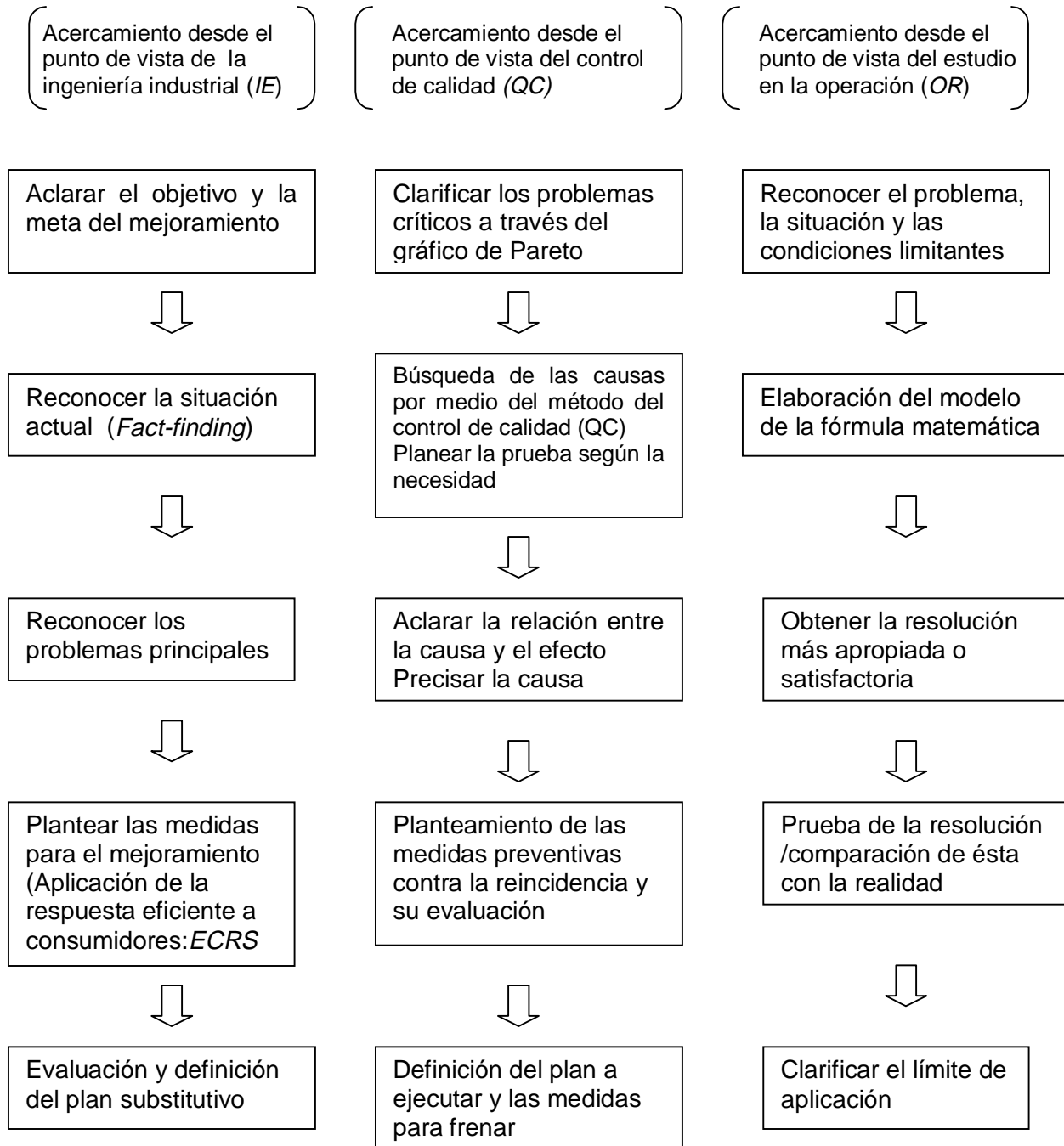
- 1) Están asegurados el valor agregado necesario y la ganancia que son elementos básicos de

administración del empresa.

- 2) Se esfuerza para reducir el costo y conseguir clientes, con el fin de mantener el porcentaje de distribución adecuada de labor.
- 3) Existe conocimiento común para elevar la productividad de valor agregado laboral en cooperación entre patronos y obreros.
- 4) En el programa de administración se introducen la inversión de maquinarias y equipos y la inversión de capacitación, independientemente de conceptos orientados a la ganancia de corto plazo.
- 5) A propósito, el valor agregado se asegura y se despliega cuando trabajan en forma eficaz las tres funciones; función de capital, función administrativa y función laboral.
- 6) Está incorporado el mecanismo de marca de referencia en el control de administración con el fin de reforzar la competitividad.
- 7) Aún siendo una empresa de pequeña escala, están identificados los funcionamientos de ingeniería, de fabricación y de ventas, y asimismo está funcionando debidamente el mecanismo de colaboración entre tres secciones mencionadas, de compartir las informaciones necesarias (en particular informaciones referente al inicio y terminación de producción y a la calidad), y de llevar estrecha comunicación .

C.3 Resumen de la Capacitación Sobre “El Control de Producción”

C.3.1 Marco en el Trabajo del Diagnóstico de la Fábrica



- También existe el “acercamiento desde el punto de vista del diseño (deductivo)”.

“Clarificar el objetivo y la función” → “Crear el plan ideal” → “Dividir la función mínima” → “Diseño”

C.3.2 Método Técnico de “IE” (Ingeniería Industrial) útil para Mejorar el Piso de Trabajo

Análisis P-Q y sistema de producción

- Productos de poca variedad y gran cantidad...línea exclusiva ~ línea de productos de flujos semejantes
- Intermedio...línea de productos de flujos semejantes, GT (Tecnología de grupo)
- Productos de gran variedad y poca cantidad...distribución de máquinas por tipos de productos

Clasificación de procesos, operaciones y movimientos

Procesos... Transformación, transporte, inspección, detenido.

Operaciones... Trazado, perforado...operaciones de una sola secuencia

Trazar con la aguja trazadora, tomar un objeto...operaciones elementales

Movimiento... Estirar el brazo y tomar, transportar y dejar...movimientos grandes

Tomar, transportar, dejar...movimientos elementales

Análisis de procesos y de flujo

Transformación : 

Transportación : 

Inspección :  (De calidad:  , De cantidad: )

Proceso detenido :  (Material/Partes:  Demora: D, Producto procesado: )

Análisis del itinerario y de la cantidad flujo

< ¿Qué es una “pérdida”? >

“es una discrepancia que existe entre la meta establecida y la realidad”

Nivel ideal (último nivel) → Tiempo=0, Problema=0, Costo=0 etc.

Nivel de la meta → Pérdida absoluta

↑ ↓
Pérdida relativa

Nivel actual →

↓
{ Tiempo : excesiva tardanza
Problema : se genera demasiado.
Costo : está demasiado caro, etc.

< Principio efectivo para eliminar las pérdidas; punto de vista para ejecutar el mejoramiento y el cambio >

Justo a tiempo (*Just In Time*) / Preparación simple, producción equilibrada, producción variable del tipo y del volumen

- Concepto más moderno
- Se basa en el enlace entre la producción y las ventas.

Value engineering (VE) / Estandarización, uso común y simplificación

- Se determina hasta 80 % la calidad y el costo de un producto en su etapa de diseño.
- El uso común y la simplificación de partes se quedan aún como una tarea fundamental (automóvil, PC, etc.)
- El mecanismo en que la ingeniería concurrente se ubica en el centro.

Ingeniería industrial / eliminar, combinar, re-arreglar y simplificar

- Punto de vista básico para el mejoramiento en el piso.

Automatización de bajo costo (*LCA*) / Automatización flexible, a prueba de tontos (*Fool-proof*)

- Tecnología básica para elevar el nivel de manufacturación =
- Ingeniería de producción
- Ventaja de las empresas japonesas / Ingeniería de producción = medición, dispositivos y herramientas, manejo de materiales, control
- Tecnología clave para lograr la productividad = Ingeniería de producción + tecnología de control

Disminución del personal / formación del operador de multi-habilidades , facultad para parar la línea, ANDON

- Respeto a la personalidad
- Ampliación y enriquecimiento de la función laboral, dar importancia a la autonomía.
- Encargarse de varios procesos

Simplificación de control / control visual, aseguramiento de la capacidad de proceso

- Control de la meta a través de la observación pública / elaboración de gráficas, colocación de muestras físicas.
- Transición de la importancia del control de procesos hacia la producción con norma de especificaciones.

(3) Producción con norma especificada en el proceso y aseguramiento de la capacidad del proceso

< Distribución de la calidad: (Valor promedio y variación) >

	Exactitud	Precisión
A	Alta	Alta
B	Alta	Baja
C	Baja	Alta
D	Baja	Baja

Exactitud: Discrepancia o diferencia con el valor verdadero, desviación

Precisión: Variación (ámbito en la distribución)

< Concepto de la capacidad de proceso >

Consiste en el límite de capacidad alcanzable sólo por una forma racional con respecto al resultado específico que se espera de un proceso estable. En particular, se aplica para la calidad. En caso de que el valor de la propiedad sobre la calidad del producto se encuentre dentro de la distribución normal, se expresa con el “valor promedio ± 3 ” y en ocasiones simplemente con “6 ”.

Se demuestra también por el histograma, la gráfica o el diagrama de control. Al gráfico que registra el valor de medición de la calidad, según el orden cronológico se le denomina como “gráfica de la capacidad del proceso”.

< Índice de la capacidad del proceso (Cp) y nivel de aseguramiento >

El índice de la capacidad del proceso (Cp) se refiere a la proporción entre el rango de la norma de calidad (tolerancia = T) y 6 que representa la capacidad de proceso.

$$\text{Índice de la capacidad del proceso (Cp)} = \text{Tolerancia (T)} / \text{Capacidad de proceso (6)}$$

Cp =	Probabilidad de la distribución fuera de la norma (c)	Norma unilateral	Norma bilateral
4 / 6 = 0.67	0.02275022	2.27%	4.55 %
6 / 6 = 1.00	0.00135980	0.14%	0.27 %
8 / 6 = 1.33	0.00003167	31.7 PPM	63.3 PPM
= 1.46	0.00000547	5.47 PPM	10.9 PPM
=1.60	0.00000081	0.81PPM	1.62 PPM
10 / 6 = 1.66	0.00000029	0.29 PPM	0.58 PPM

< Extracto de la tabla de distribución normal >

K c	c	2c
0.0	0.5000	1.0000
1.0	0.1587	0.3174
1.96	0.0250	0.0500
2.0	0.0228	0.0456
3.0	0.0013	0.0026
4.0	0.00003167	
5.0	0.00000029	

< Mejoramiento de la capacidad del proceso >

Disminuir factores de variación (materia prima, partes) en la etapa del diseño de productos.

Disminuir el efecto ocasionado por los factores de variación en la etapa del diseño de productos (aplicación del método de *Taguchi*).

Disminuir variaciones ocasionadas por el factor de equipo e instalación en la etapa del diseño de proceso (aplicación del mantenimiento preventivo :PM)

Disminuir el número de partes, de procesos, de las veces de apretado de pieza (*work*), así como el número de cambios de cuchilla.

(1) Mecanismo de la medida “a prueba de tontos” (*fool proof*)

A prueba de tontos (*fool proof*) con el uso de la hoja de revisión (*check sheet*) elaborada para los puntos clave en el trabajo.

- Dimensión, dureza, resistencia, etc. : puntos de control

- Temperatura, tiempo, presión etc. : puntos de revisión

A prueba de tontos (*fool proof*) con aplicación de dispositivo

A prueba de tontos (*fool proof*) con aplicación de sensor (detección y alarma)

(2) Mecanismo y puntos clave para encargarse de diversos procesos y de la automatización

< Puntos clave para encargarse de diversos procesos >

Requisitos básicos del mecanismo para lograr el pequeño volumen de producción con variedad del producto o la producción de volumen variable.

Formación del operador de multi-habilidades, motivación a través de aplicar la tabla de habilidades múltiples y reflejar el efecto.

Clarificación del estándar de trabajo (concepto, procedimiento y la condición de trabajo, calidad en proceso).

Clarificación de los puntos a revisar y controlar, elaboración del cuadro de proceso del control de calidad.

Planeación de horas hombre/ sistema de control, establecimiento del tiempo estándar y su aprovechamiento con eficiencia.

< Puntos clave de la automatización >

Distinguir la operación adecuada para el hombre y para la automatización.

Operación que se deberá automatizar : operación simple y repetitiva, operación peligrosa, el uso eficiente de la máquina de control numérico (NC).

Operación apropiada para hombre : operación automatizada puede incrementar el costo, operación que cuenta con mayor seguridad.

Implementación del sensor que permita detectar anomalías.

Aprovechamiento de *ANDON*

< Puntos clave para reducir el número de personal y el mejoramiento de productividad >

Fomentar la formación del operador de multi-habilidades.

Fomentar la automatización.

Instalación de *ANDON* (luz)

Estabilización del proceso de fabricación (aspecto de calidad, instalación y el control de proceso)

< Concepto de *ANDON* >

Herramientas básicas para realizar la “reducción del personal”, la “automatización” y la “formación de línea”.

En caso de surgir alguna anomalía en el proceso, se avisa a la persona cercana (incluyendo al supervisor) para que ésta acuda al lugar (llamado).

“Luz roja” : paro de línea, “luz amarilla” : llamado

C.3.4 Puntos Clave del Aseguramiento de Calidad y el Control de Calidad

(1) Antecedentes históricos del Aseguramiento de Calidad y el Control de Calidad en Japón.

Hasta 1945 : Asegurar la calidad del producto a través de inspección, y el resultado de juzgarlo o probarlo (sí pasa o no pasa / primera clase o fuera de clase, etc.)

1950 ~ : Implementación del; Control de Calidad Estadístico (SQC) / inspección por muestreo, el método del diagrama de control, el método de planeación de experimento.

1960 ~ : Se emprende el mejoramiento a través del círculo de calidad y las actividades de pequeños grupos.

1965 ~ : Aseguramiento de Calidad por medio del diseño de confiabilidad y el control de confiabilidad.

1975 ~ : Realización para lograr el fortalecimiento de toda la empresa a través de las actividades de control de calidad total (TQC).

1995 ~ : Se emprenden las actividades de TQM.

(2) Objetivo del control de calidad y concepto desde el punto de vista del mismo.

< Concepto del control de calidad de acuerdo con el estándar industrial del Japón : JIS >

“Se refiere al sistema de procedimiento que crea económicamente la calidad o el servicio que atiende a la demanda de los compradores”.

“Hay veces en que se abrevia el control de calidad como QC. Asimismo, se aplica el método estadístico en el control de calidad moderno, por lo que también se le denomina como el control de calidad estadístico (SQC).

Para llevar a cabo el control de calidad en forma eficiente, se requiere de la participación y la colaboración de todo el personal de la empresa, tanto del patrón, del administrador y del supervisor, así como de los operadores durante todas las etapas de producción, que consisten en: el estudio del mercado; la investigación y desarrollo; la planeación del producto; el diseño; la preparación para la producción; compras y pedidos a proveedores externos; producción; inspección; ventas; servicio posterior a las ventas; y actividades administrativas como las finanzas; relación industrial y la capacitación del personal. Al control de calidad que se lleva a cabo de esta forma se le denomina como control de calidad extensivo a toda la empresa (CWQC: company wide quality control), o bien control de calidad total (TQC)”.

< Objetivos para ejecutar el control de calidad >

1. Asegurar la calidad del producto ante los consumidores y usuarios.
2. Reducir costos de la calidad (en particular, el costo generado por el producto no conformante).
3. Realizar el mejoramiento efectivo del producto con base en la información de reclamos o la insatisfacción sobre este y así mejorar su calidad en el mercado.

< Concepto del aseguramiento de calidad >

1. Se asegura que la calidad mantenga un nivel determinado (JIS-Z8101).
Esto no está enfocado a los consumidores, sino a las actividades comerciales.
2. Se asegura a los consumidores que puedan comprar el producto con satisfacción y sin mayor preocupación, además de poder usarlo durante un largo período.
Es un compromiso sobre la calidad y el contrato social.
3. Se compromete con los consumidores y los usuarios, asegurando que el producto en su uso común funcione de forma normal durante el período determinado desde el punto de vista del funcionamiento y rendimiento establecidos en las especificaciones.

Este compromiso consiste en la postura de la empresa y el pacto celebrado con el cliente y con la sociedad.

En julio de 1995 se estableció la ley de responsabilidad sobre el producto (PL), la cual impone a la empresa una mayor responsabilidad en el aspecto del aseguramiento de la calidad.

< Manera de pensar desde el punto de vista del control de calidad >

1. "Orientación al gusto de los consumidores y usuarios" : se proporciona el producto que demandan los consumidores y usuarios.
2. "Orientación a los puntos importantes" : se emprenden las actividades de mejoramiento, implementando en forma importante los recursos administrativos.
3. "Control de origen en el flujo" : se procura hacer fluir los productos buenos desde el proceso primario, para que los procesos posteriores no tengan mayor carga de trabajo.
4. "Control de proceso" : se realiza con normas específicas sobre la calidad en el proceso de fabricación, implementando el control sobre factores.
5. "Control por medio de la realidad" : se lleva a cabo el control de factores, utilizando datos como el del valor promedio y el de la variación.
6. "Control de variación" : se detecta el factor principal de variación y se controla.
7. "Estandarización" : se procura tomar medidas de "manuales / frenos" que permitan a cualquier persona ejecutarlas de la misma forma.
8. "Mejoramiento en espiral a través de PDCA (Plan, Do, Check, Action)" : se hace funcionar el círculo de control para elevar el nivel de mejoramiento.

< Puntos importantes para el aseguramiento de la calidad >

1. Producir el producto con normas específicas sobre la calidad conforme al proceso de producción (se asegura el siguiente proceso en el momento de la producción) .
2. Realizar el diseño con confiabilidad y la evaluación del mismo (aseguramiento de calidad cronológica).
3. Aprovechamiento en forma eficiente, compartiendo la información respecto a la calidad (consulta y preguntas, quejas, productos no conformantes)

(3) Costos de la calidad (Q) y puntos para su reducción.

< Concepto del costo de la calidad >

- Costo del fracaso (costo F) : se refiere al costo total para manejar los reclamos, al costo generado por la pérdida como retrabajos y desperdicios.
- Costo de evaluación (costo A) : se refiere al costo asignado para la inspección y la prueba.
- Costo de prevención (costo P) : se refiere al costo para la capacitación del personal, al de elaboración de los estándares de trabajo y las trampas en el proceso.

< Puntos para la reducción de costos >

1. Reconocer y aplicar la manera de pensar desde el punto de vista del control de calidad.
2. Control de origen en el flujo a través de la ingeniería concurrente.
Diseño de confiabilidad / Evaluación del diseño.
3. Producción con normas específicas sobre la calidad por medio del control de cada proceso con la “cadena de suministro (*supply chain*)” y reducción del cargo generado por las inspecciones.
4. Aprovechamiento efectivo del “a prueba de tontos” (*fool proof*)
5. Establecimiento del sistema de producción con normas específicas en el proceso de fabricación, a través del mejoramiento del estándar de trabajo y la capacitación del personal.
6. Difusión del mejoramiento en el piso de trabajo mediante “elevación del fondo (*bottom up*)” realizando la capacitación de los operadores en la línea con respecto al control de calidad y la habilidad técnica.

(4) Pasos básicos para la producción con normas específicas sobre la calidad.

1. Se establece el estándar de calidad (planear). : diseño y presentación de la calidad en la etapa de diseño.
2. Se establece el estándar de calidad (planear) : estandarización del método y las condiciones para la producción.
3. Se realiza el trabajo (hacer) : producir con normas específicas de la calidad de acuerdo con el estándar de trabajo.
4. Se revisa la calidad (revisar) : se estudia la calidad en el proceso y el resultado.

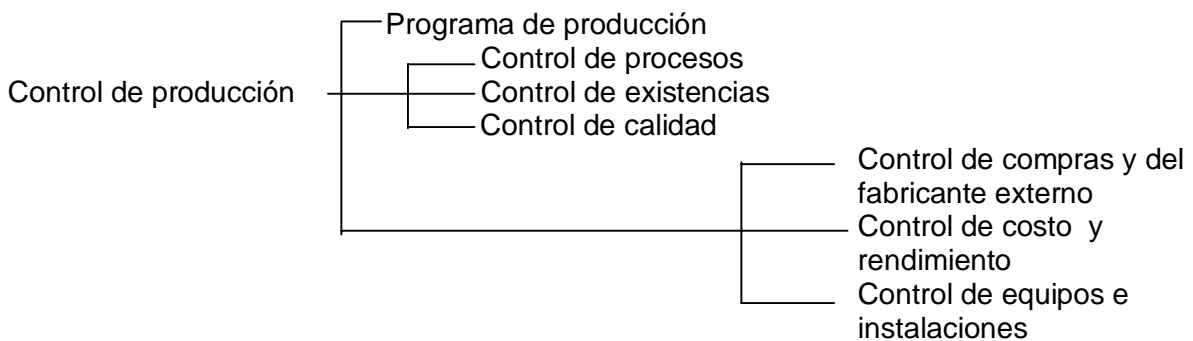
5. Se lleva a cabo el mejoramiento según la necesidad (acción) : en caso de que se genere algo no conformante, se revisa el método de trabajo, el estándar de éste o de la calidad, entre otros.

(5) Puntos para la búsqueda de la cadena de valor (*value chain*).

1. La cadena de valor consiste en fortalecer la competitividad, eliminando las pérdidas en la etapa de la cadena de suministro.
2. Se busca la reducción de costos, librándose de la fabricación interna que practicaban convencionalmente los Tres Grandes de los Estados Unidos de América.
3. Se aplica el concepto clave consistente en que al mejorar la calidad, se reducen costos.
4. Se estructura un sistema que permita llevar a cabo el justo a tiempo (*Just In Time*), la respuesta eficiente al consumidor (*Efficient Consumers Responses*) y la respuesta rápida (*Quick Response –QR-*)

C.3.5 Programa de Producción, Control de Procesos y Control de Existencias

(1) Esquema del control de producción



(2) Tipos y método para establecer el programa de producción

<Tipos >

< Objetivo de elaboración >

Programa anual de producción :	programa de operación / programa de disposición del personal, programa de inversión en las instalaciones, programa de compras.
Programa trimestral de producción :	programa de operación / programa de contratación de operadores eventuales, programa del inventario, programa de pedidos al fabricante externo.
Programa mensual de producción :	programa de horas hombre por proceso, programa de compras y pedidos al fabricante externo (aviso interno).
Programa Grande :	se determina el programa de trabajo por departamento (3 meses en adelante).
Programa Mediano :	se determina el programa por producto en cada departamento (1 mes en adelante).
Programa Pequeño :	se determina el trabajo en el piso de trabajo (de un día a una semana).

< Método para establecer el programa mensual de producción >

- **Volumen programado de la producción en el mes n** = Volumen programado para las ventas en el mes n – Existencias estimadas a finales del mes (n -1) + Programa de existencias a finales del mes n + SS
- **Volumen programado de la producción en el mes n** = Volumen programado para las ventas en el mes n – {Saldo del programa de ventas del mes (n -1) – Saldo del programa de la producción del mes (n - 1)} + Programa de existencias a finales del mes n + SS
- **Existencias estimadas a finales del mes (n - 1)** = Cantidad de existencias a principios del mes (n - 1) – Estimación de ventas para el mes de (n - 1) + Cantidad programada para la producción en el mes (n - 1)

(3) Objetivo y función del control en proceso

< Objetivos >

1. Cumplir con el tiempo de entrega (producción con base en el pedido / tipo de empuje (*Push*) y el programa de producción.
2. Reducir existencias, evitar el agotamiento de productos (producción con base en la estimación / tipo de jalar "*Pull*"). Producción justo a tiempo (*JIT*).

3. Mantener el nivel de operación apropiada. Mantener el grado de operación del personal y de equipos (2 > 3).

< Funciones >

1. Se asegura el programa de producción (por regla general no se hará el cambio después de la definición de dicho programa).
2. Se equilibra la carga para obtener el balance con la capacidad real. Se establece el programa de horas hombre.
3. Se define la prioridad en el programa de producción de acuerdo con el nivel de existencias y la urgencia de producción.
4. Se dan instrucciones y se hace la preparación de acuerdo con la prioridad y la urgencia en la producción.
5. En lo que respecta al producto cuyo *lead time* es largo, se calcula previamente la fecha aproximada en que se necesite y el volumen requerido y se da aviso interno para adelantar dicho tiempo.
6. Se equilibra el programa (mensual) de producción a fin de disminuir el intervalo entre los procesos.

< Método >

1. Producción con base en la estimación (1) :

sistema de planeación sobre el requerimiento de material (MRP), sistema de *KAMBAN*, sistema por lote de producto.

2. Producción con base en la estimación (2) :

sistema de planeación sobre el requerimiento de material (MRP) , sistema de secuencia numérica (SN).

3. Producción por pedido individual :

sistema con aplicación del número de producción.

(4) Sistema de planeación sobre el requerimiento de material (MRP)

El sistema de planeación sobre el requerimiento de material (MRP) funciona efectivamente para el control de producción, en particular para los productos de tipo de ensamble de partes, los cuales están basados en el programa de volumen requerido de material. Con el uso del sistema de cómputo se planea el volumen necesario de material requerido en el programa

de producción (materia prima, las partes a comprar, material para el empaque) (procesamiento de MRP). Es decir, se determinan en forma clara y completa mediante el tipo “Pull” los productos terminados (tipo, cantidad y fecha de entrega) → productos medios (tipo, cantidad y fecha de entrega) → materia prima y las partes a comprar (tipo, cantidad y fecha de entrega), se proporciona la información sobre dicho programa de producción a la sede de producción que requiere de ésta y se realiza el control correspondiente.

< Ejemplo para calcular el volumen requerido de material y la fecha aproximada en que se necesita >

1) Programa maestro de producción (MPS) para el producto X

No. de TB/ Producto	Primera semana	Segunda Semana	Tercera semana	Cuarta semana	Quinta semana
X	25	25	30	35	40

Programa maestro de producción :

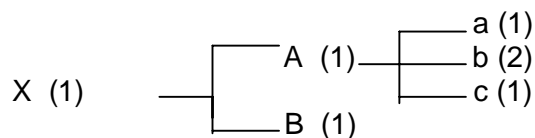
se establece el programa semanal o bien para un intervalo de 2 ó 3 días, con base en el programa mensual de producción. El sistema de MRP funciona a partir de éste programa, por lo que se le considera como función motriz de dicho sistema.

Time bucket (cubo de tiempo) :

se refiere a la escala cronológica del programa, el cual se subdivide al avanzar hacia el inicio de la producción, (mes → semana → día) hasta convertirse en un programa muy detallado.

2) Estructura de las partes del producto X

(cuadro de partes que permite clarificar la correlación entre sí=cuadro de partes tipo estructura)



3) Dato maestro correspondiente

Producto	Lead Time (LT)	Area de Trabajo	Estructura de lote	Inventario de seguridad	ST de la preparación	ST del trabajo
X	1 semana	Ensamble general	Sólo lo necesario	20		30 horas hombre
A	2 semanas	Ensamble parcial	Para dos semanas		-	20 horas hombre
a	1 semana	Maquinado de partes	Múltiplo de 10	-	6 horas hombre	1 hora hombre

4) Proceso de disposición del Plan de Requerimiento de Material [MRP] (parcial)

Parte	No de T.B.	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
X SS = 20	Cantidad total requerida	0	25	25	30	35
	Cantidad confirmada de recepción	0	25	0	0	0
	Cantidad de inventario no asignada	10	10	-15	-45	-80
	Cantidad neta requerida	0	0	15	30	35
	Orden programada (terminada)	0	0	15	30	35
	Orden programada (iniciada)	0	15	30	35	(40)

* TB *Time Bucket*

Parte	No de T.B.	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
A	Cantidad total requerida	0	15	30	35	40
	Cantidad confirmada de recepción	0	50	0	0	0
	Cantidad de inventario no asignada	10	45	15	-20	-60
	Cantidad neta requerida	0	0	0	20	40
	Orden programada (terminada)	0	0	0	60	0
	Orden programada (iniciada)	0	60	0		

(5) Características y puntos clave del Plan de Requerimiento de Material (MRP)

1. Se puede lograr el “Justo a Tiempo (*JIT*)” por medio de precisar el *Time Bucket* del “mes → semana → hasta el día”, conforme se acerque el tiempo de pedido, así como por medio del adelanto del *Lead Time (LT)* del “tiempo necesario” al “tiempo de inicio” (*Time phasing*, “tiempo desfasado”) con base en la lista estructural de materiales.
2. Se puede elevar el grado de exactitud del plan a través de programar el Plan Maestro de Producción (*MPS – Master Production Schedule*) a nivel de unidades componentes (partes independientes requeridas), en vez de a nivel de producto final.
3. Es particularmente útil para el producto ensamblado con muchas partes y para el que usa partes estandarizadas y comunes, ya que se puede aplicar en distintas partes.
4. Aún cuando suceda algún cambio en el itinerario, no se quedará como material detenido en proceso, sino que se procederá fácilmente al cálculo de asignación de materiales por computadora.
5. Es un sistema con base en un procedimiento computarizado, y por lo mismo es importante el control de mantenimiento del dato maestro, por ejemplo especificaciones y listas estructurales de materiales, así como el tiempo standard.
6. Debería incrementarse el grado de confiabilidad en el inventario computarizado mediante el firme establecimiento del sistema de control de inventario.

< Requerimiento para el sistema de producción variado en cantidad y en cualidad >

1. Preparación del sistema operativo y del sistema de control de producción.
2. En el sistema operativo, se procurará acortar el *Lead Time* e incrementar la flexibilidad ante cualquier cambio por medio de la producción con lotes pequeños o con el flujo por pieza, del arreglo sencillo, del operario multi funcional, y del no usar la banda transportadora.
3. Respecto a la orden de producción, debería establecerse un mecanismo que no haga cambiar el volumen de producción después de emitir la orden de producción.
4. Lo que se refiere al punto anterior es que la confirmación del plan para la línea de ensamble se haga con el ciclo corto (mensual → quincenal → semanal → al día), permitiendo dar la orden de producción “jalando” a partir de la demanda del producto final (*pull system*).

5. La “jalada (*pull*)” a nivel de partes se realiza por medio de la orden de producción por “Sistema MRP” o “Sistema de Kamban”
6. De cualquier forma, la programación de horas-hombre y el diseño de líneas de producción se determinan por la fórmula de “carga=horas-hombre requerida” con base en la producción equilibrada, tomando en cuenta el programa mensual de producción.

< Diferencia entre *Pull System* y *Push System* / un estudio mediante simulación >

	Caso (1)			Caso (2)			Caso (3)		
	Entrada	Salida	Saldo	Entrada	Salida	Saldo	Entrada	Salida	Saldo
Saldo anteri.			100	Comprimir al 1/10		10		20	10
/ día 1	20	25	95	20	25	5	20	25	5
/ día 2	20	15	100	20	15	10	25	15	30
/ día 3	20	30	90	20	30	0	15	30	0
/ día 4	20	20	90	20	20	0	30	20	10
/ día 5	20	30	80	20	30	$\Delta 10$	20	30	0

Caso (1) : exceso de materiales, ya que se observan materiales en existencia 4-5 veces más que la cantidad que fluye de entrada y salida al almacén diariamente.

Caso (2) : se comprimió a un décimo el saldo del mes anterior. Se requiere algún reglamento.

Caso (3) : es del *Pull System*. En cambio los casos (1) y (2) son del *Push System*.

(6) Concepto y sistema del control de inventario

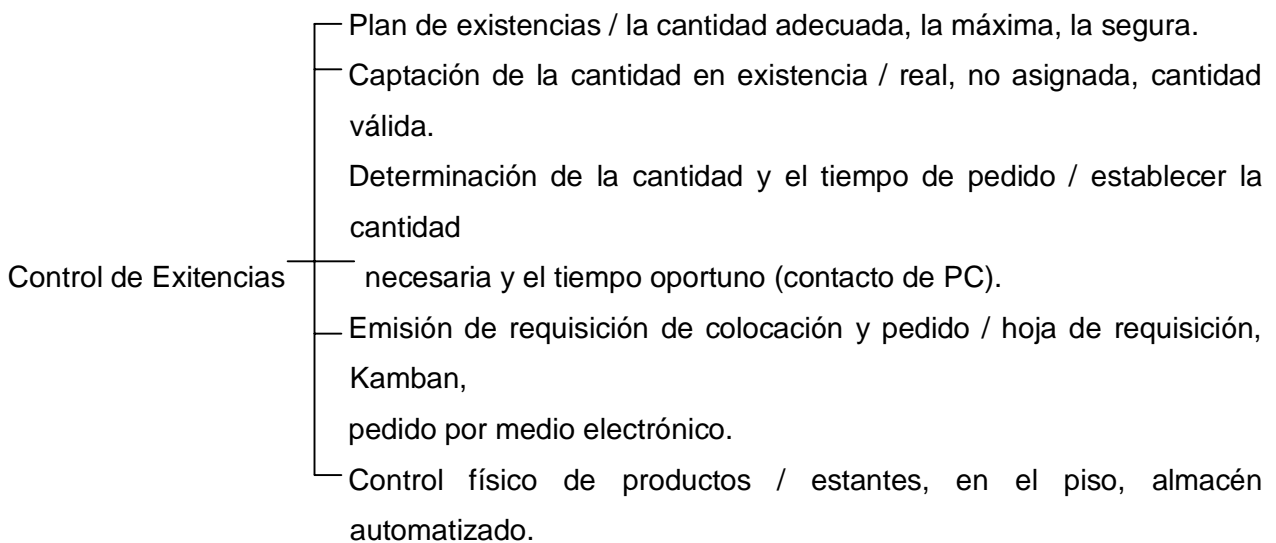
< Objetivo >

1. Prevenir el agotamiento y la no-venta de productos (productos en existencia).

2. Prevenir el desorden en la producción por falta y/o demora de entrega de materiales (las existencias).
3. Controlar el producto en existencia (coincidir el saldo contabilizado y el real).
4. Ahorrar el costo de mantenimiento de productos en existencia (evitar que los productos queden fuera de moda, muertos *-dead stock-*, o dormidos *-sleeping*).
5. Minimizar el costo total de acuerdo con el tamaño adecuado de un lote.

< Función >

1. Determinar el nivel y el plan de existencias con base en la tendencia de la oferta y demanda así como de la situación del mercado.
2. Establecer oportunamente la cantidad y fecha de entrega de acuerdo con el plan de venta y las existencias, con la finalidad de evitar tanto el exceso como la falta de existencias.
3. Despachar la orden de producción y de pedido.
4. Determinar los reglamentos sobre el lugar y la forma de colocar los productos, la manera de entrada y salida de los mismos, el método de registrarlos, etc.
5. Realizar el control físico de los productos en existencia y su inventario de acuerdo con los reglamentos.



< Captación de la cantidad en existencia >

“existencia real” ;

la real, que existe físicamente, activo real al momento de llevar el control físico de los productos y de realizar el inventario.

“existencia no asignada” ;

todavía no está determinado su destino, la existencia que se pueda asignar.

“cantidad válida” ;

es igual a “la existencia real” – “la existencia ya asignada” + “el saldo después de una orden de pedido” = “cantidad asignable”.

< Método de pedidos >

1. Pedido por período determinado ;

se pide periódicamente la cantidad requerida de acuerdo con el programa de producción.

2. Pedido por cantidad determinada ;

se pide la cantidad económicamente oportuna cuando la existencia no asignada llegue al nivel predeterminado de pedido.

3. Sistema de “Kamban” ;

se produce la cantidad que corresponde al número de “Kamban” retirado por el siguiente proceso en orden de su retiro.

4. Adquisición simplificada ;

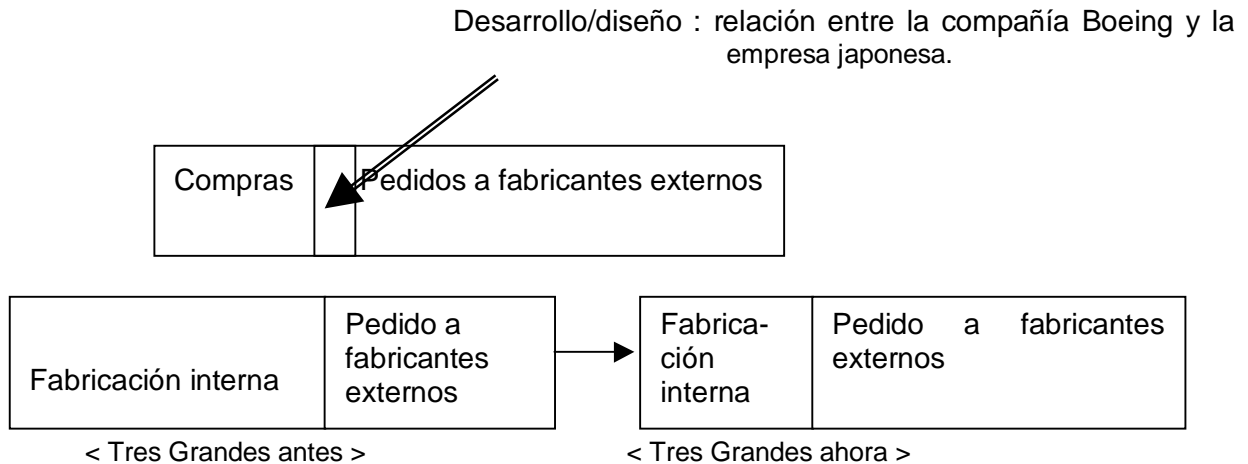
métodos simplificados del sistema “Pedido por período determinado” y “Pedido por cantidad determinada”, por ejemplo el método de *Two-Bin* (dos cajitas), el de envoltura, el de *Cock* entre otros.

5. Sistema de complemento ;

se pide la cantidad disminuida para completarla.

C.3.6 Control de Materiales

(1) La tarea de hoy respecto a compras y pedidos a fabricantes externos.



< Las tareas de hoy en el control de las compras >

1. Estudio del mercado de las compras y elaboración del mecanismo para evaluarlo con la finalidad de suministrar a nivel global. (Poner en público las condiciones de dichas compras por el medio electrónico de *internet* y poder concretarlas).
2. Asegurar el material de alta competencia mediante el desarrollo junto con los fabricantes.
3. Formación de los compradores (conocimientos sobre el material y la nueva tecnología, técnicas de compras, capacidad de controlar información).
4. Elevar el valor de la cadena de suministro (*supply chain*).
5. Compras significa : suministrar los productos de especificaciones normalizadas y/o de especificaciones propias del fabricante.

< Tareas de hoy en el control de fabricantes externos >

1. Salirse del régimen subordinado a las especificaciones del cliente.
2. Fortalecimiento de las capacidades de diseño y desarrollo que permitan proponer especificaciones propias.
3. Aprovechamiento de "*outsourcing*".
4. Formación y aseguramiento de personal para el control de los fabricantes externos.
5. Pedido a los fabricantes externos significa : encomendar la fabricación de un producto con especificaciones propias.

< Objetivos de sustituir la fabricación interna por el pedido a fabricantes externos >

1. Aumentar la competitividad en costos por medio de la disminución de costos de producción.
2. Trasladar hacia tal habilidad técnica y equipos, que son los adecuados para las condiciones y requerimientos de operación.
3. Invertir los recursos administrativos internos hacia los productos con mayor valor agregado y a los que generan mayor utilidad bruta.

< Puntos clave para el control de la fabricación interna >

1. Aumentar la consciencia de los costos por medio de convertir cada "centro de costos" en un "centro de utilidades".
2. Eliminar fundamentalmente cualquier pérdida de acuerdo con el concepto básico de Justo a Tiempo (*JIT*).

3. Realizar el control versátil del rendimiento y fortalecer la consciencia de responsabilidad a través de delegar facultades.

(2) Función del control de compras y su punto de control.

< Función del control de las compras >

1. Controlar a los proveedores en términos del pedido y de las fechas de entrega.
2. Exploración de los proveedores. Negociación de precios. Contratación.
3. Recolectar información de mercados de compras y de tecnologías.

< Puntos de control y puntos que se deben reforzar para llevar a cabo el control de las compras. Punto de vista actual >

1. Conocer la capacidad de las empresas proveedoras a nivel global (en cuanto a calidad, costo y cantidad).
2. Estructurar una cadena de suministro efectiva (*supply chain*) que una los centros de producción a nivel mundial con los mercados globales.
3. Mediante ECR, QR, etc, reducir el volumen de las existencias totales y estructurar un sistema que permita responder a corto plazo de entrega.
4. Mediante la aplicación de la ingeniería concurrente, reducir los costos de materiales desde la etapa de diseño.
5. Estructurar un mecanismo que permita realizar compras óptimas y estratégicas a los proveedores a nivel global.

(3) Función del control sobre los fabricantes externos y su punto de control.

< Función del control sobre los pedidos a fabricantes externos >

1. Controlar los pedidos y las fechas de entrega de los fabricantes externos.
2. Asesorar y enseñar el control de calidad a los fabricantes externos.
3. Organizar el grupo de colaboración. Orientación sobre la reducción de costos y el mejoramiento de la productividad.

< Puntos de control y puntos que se deben reforzar para llevar a cabo el control sobre fabricantes externos; en particular durante la época de alto crecimiento industrial de Japón. >

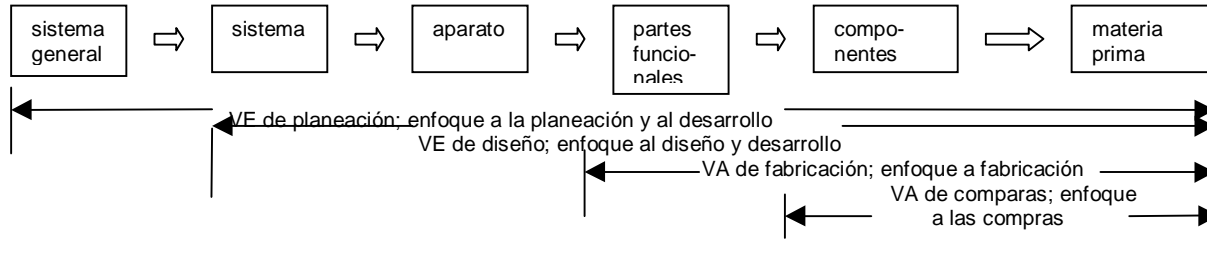
1. La evaluación y orientación así como la forma de capacitación de los fabricantes externos.
2. Fortalecimiento de la organización que realice la capacitación y formación.
3. Agrupación y reestructuración de los fabricantes externos, en particular de los subcontratistas de primer nivel.
4. Tomar decisiones de fabricación interna o externa. Realizar el cambio oportunamente.
5. Explorar y descubrir fabricantes externos de buen nivel.

(4) El análisis de valor (VA) de compras / el VA de producción; método para avanzarlos y puntos clave.

< Concepto básico de VA >

$$V = \frac{F \text{ (funcionamiento y eficiencia } \rightleftharpoons \text{ costos mínimos)}}{C \text{ (costos reales)}}$$

< Niveles de ingeniería de valor (VE) y del análisis del mismo (VA) >



< Puntos clave del análisis de valor (VA) de compras >

1. Realizar ampliamente el estudio de mercado de compras con respecto a los materiales relacionados, así estructurar la base que permita ejecutar el análisis de valor (VA) (tendencia sobre el desarrollo de nueva tecnología; recepción de información por parte de fabricantes y proveedores).
2. Registrar sin falta toda la información relacionada con la calidad y la no conformidad de los materiales adquiridos.
3. Elaborar una tabla de costos no por proveedor sino por funcionamiento y eficiencia de materiales.
4. Dejar preparado el Análisis ABC con base en el importe anual de suministro de materiales.
5. El encargado de las compras debe poseer una mentalidad para manejar los materiales no como "un material físico" sino como "un valor", en donde actúa una relación entre el funcionamiento, la eficiencia y el costo.
6. Finalmente los factores decisivos son: la evaluación del aspecto de calidad asegurada, la maniobrabilidad, así como el costo económico. Por lo tanto, se debe contar con la colaboración de los departamentos del Aseguramiento de Calidad y del Control de Calidad.

< Puntos clave del análisis de valor (VA) de manufactura >

1. Tener como objetos de VA las operaciones que cuentan con numerosas partes y requieren de mayor tiempo y/o labor para ensamblarlas o elaborarlas.
2. Dejar aclarado el costo por unidad de acuerdo con el método de fabricación o de ensamblado.
3. Procurar tener una tabla de costos por cada método de fabricación y por cada especificación.
4. Buscar minimizar el volumen, peso y dimensión.
5. Disminuir el costo de los materiales, de los productos defectuosos y horas hombre mediante la modificación de formas, dimensiones y precisiones de partes.

(5) Medidas para disminuir la proporción de costos variables (resumen).

< Reducción de costos de materiales y partes adquiridas >

1. Efectuar el estudio de mercado de compras para realizarlas con ventajas.
2. Inspeccionar los materiales en su momento de entrada para poder devolver inmediatamente un lote fuera de especificación.
3. Aplicar profundamente el control sobre la entrada y salida de materiales, así como la entrega y recepción de los mismos en el proceso, con la finalidad de llevar el control exacto de los costos.
4. Procurar el aumento de rendimiento de los materiales.
5. Reducir los defectos en el proceso (por ejemplo; errores en operación, falta de precisión del equipo).

6. Reportar correctamente cuando se genere cualquier defecto en el proceso.
7. Disminuir pérdidas administrativas debido a errores en las instrucciones.

< Reducción de costos de fabricación externa >

1. Mejorar el método de fabricación conjuntamente con el fabricante externo para beneficiar la disminución del costo por unidad.
2. Promover "Propuestas del análisis de valor (VA)" por parte de los fabricantes externos. Además, aumentar la motivación por medio del retorno de resultados favorables.
3. Crear una relación de confianza con los fabricantes externos ("Convivencia Mutua y Prosperidad Recíproca"), para trabajar juntos en la reducción de costos.
4. Apoyar a los fabricantes externos en el área de tecnología y de equipos para cultivar una conciencia de comunidad.
5. Procurar una mayor reducción de costos como de administración y de transporte a través del agrupamiento de los fabricantes externos y de la convergencia de pedidos directos.
6. Los materiales que se pueden producir en líneas automatizadas y/o mecanizadas se deben fabricar internamente.
7. Cambiar a fabricantes externos que ofrezcan costo por unidad más económico.

< Reducción del costo laboral >

1. Mejorar las líneas de fabricación, los métodos de operación y transportación para aumentar la productividad.
2. Buscar la motivación de la clase de supervisores por medio del control presupuestal y de costos.
3. Promover mejoramientos bajo iniciativas firmes y liderazgo de jefes que colaboren a su vez con otros departamentos correspondientes.
4. Disminuir el tiempo por unidad para cada operación, a través de la óptima colocación del óptimo recurso humano.
5. Realizar pedidos a los fabricantes externos cuando la elaboración exige mucho trabajo y es difícil asegurar el nivel de habilidad requerido y/o la eficiencia del equipo.
6. Procurar el mejoramiento en la productividad a través de mecanizar y automatizar las operaciones caracterizadas por repetitividad.
7. Mejorar y normalizar el método de operación para que aún el operador con poca experiencia pueda realizar el trabajo.

< Reducción de costos de mantenimiento >

1. Evitar la necesidad de "Mantenimiento posterior", o sea la reparación, mediante el mantenimiento rutinario y el desarme total del equipo que lo requiera.
2. Capacitar al personal de piso para que pueda reparar cosas sencillas.
3. Elevar el nivel de habilidad operacional del equipo para evitar la provocación de fallas del mismo por causa de una operación errónea.
4. Intentar la renovación del equipo desde el punto de vista global de reducción del costo total.
5. Establecer el sistema de mantenimiento planificado a través del arreglo del libro de registro de reparación del equipo, así como de ir acumulando los registros de mantenimiento.
6. Establecer el sistema de TPM para eliminar los problemas provocados por paros de tiempos cortos y con mucha frecuencia.
7. Prevenir cualquier detención de la producción a través del control sobre las existencias de partes de repuesto (por ejemplo: cojinetes, unidades de circuito eléctrico, motores, etc.).

C.3.7 Elevación de la Eficiencia General del Personal y del Equipo/ Puntos para Mejorar.

(1) Forma de captar el porcentaje de operatividad del personal y del equipo, así como su eficiencia.

< Medición del porcentaje de eficiencia general del personal operario. >

Eficiencia general	Rendimiento o de operación	Porcentaje de operación	Horas hombre laboral = 480 min.	
			Horas hombre directo = 430 min.	Indirecto = 50 min.
			Horas hombre total normalizado = 360 min.	Pérdida de desempeño = 70 min.

1. Horas hombre laboral = 8horas x 60min. = 480 minutos.
2. Horas hombre de trabajo real = 480 – 50 = 430 minutos.
Cantidad de productos procesados = 120 piezas.
3. Pérdida de horas hombre por control = 50 minutos.
4. Horas hombre total normalizado = Cantidad procesada x Tiempo Standard =
= 120 pzs. x 3 min. = 360 minutos.
5. Pérdida de desempeño = 70 minutos.

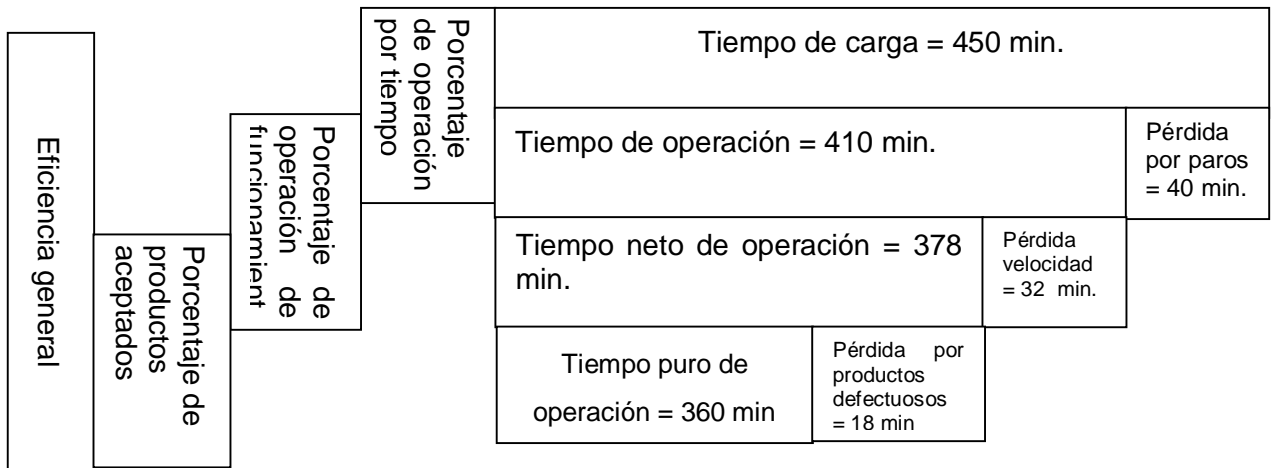
$$\text{porcentaje de operación} = 430/480 = 89.6\%$$

$$\text{rendimiento de operación} = 360/430 = 83.7\%$$

$$\text{eficiencia general} = 360/480 = 75\%$$

$$(90\% \times 100\% = 90\%)$$

< Medición del porcentaje de eficiencia general del equipo. >



1. Tiempo de carga = 480 – paros programados = 450 minutos.
2. Tiempo de operación = 450 – pérdida por paros = 410 minutos.
Número de productos procesados = 126 piezas.
3. Porcentaje de operación por tiempo = $410/450 = 91.1\%$.
4. Tiempo neto de operación = número de producción x tiempo standard.
 $= 126 \times 3 \text{ minutos} = 378 \text{ minutos}$.
5. Tiempo de pérdida en velocidad = $410 - 378 = 32 \text{ minutos}$.
6. Porcentaje de operación de funcionamiento = $378/410 = 92.7\%$.
7. Tiempo perdido por productos defectuosos = 6 piezas x 3min. = 18 min.
8. Porcentaje de productos aceptados = $360/378 = 95.2\%$
eficiencia general del equipo = $360/450 = 80\%$

(2) Puntos clave para aumentar el rendimiento del personal operario.

1. Eliminar cualquier pérdida en las operaciones y movimientos.
2. Mejorar el método de operación mediante la aplicación del principio de la “economía de movimiento”
3. Disminuir la “espera”, la “búsqueda y el elegir”, el “transportar” así como el “ajustar”.
4. Eliminar los “errores en las operaciones”.
5. Formar al personal operario con múltiples habilidades para que pueda realizar varias operaciones.

(3) Puntos clave para aumentar la eficiencia general del equipo.

1. Acortar el tiempo para cambios y preparaciones.

2. Cambiar la “preparación en proceso” por la “preparación fuera de proceso” mediante el mecanismo “*pre-set*”.
3. Mejorar la operación de “posicionamiento de la preparación en proceso” y de “fijación y apretado” a un mecanismo del “*one touch*”.
4. Realizar el mantenimiento de precisión y de calidad para prevenir la producción de piezas defectuosas.

(4) Puntos clave para incrementar la productividad con valor agregado.

1. Ecuación básica : = Razón de equipamiento laboral x Razón de rotación de activos x Razón de valor agregado
2. También es útil manejar varios procesos por medio de la mecanización junto con la eliminación de pérdidas en el movimiento operativo.
3. Es necesario aumentar el tiempo de operación del equipo para recuperar en breve la inversión alta causada por la mecanización y automatización.
4. Además de lo anterior, es deseable procesar los productos que generan un amplio margen de utilidad bruta.
5. En resumen, el requerimiento fundamental consiste en fortalecer la capacidad para desarrollar los productos y su venta, así como demostrar estas capacidades.

(5) Medidas para la reducción del porcentaje de costos fijos (resumen).

1. Asegurar desde el año anterior la posibilidad de crecimiento en el volumen de producción y de ventas.
2. El concepto básico consiste en cómo conseguir “365-24-1”.
3. Lo anterior significa que se lleva a cabo la operación durante 24 horas, tomando un sólo turno a lo largo de un año. Sin embargo, el tiempo laboral total de un año debe quedar dentro de un rango razonable.
4. Los recursos administrativos importantes consisten en las capacidades como: el de desarrollar tecnología y productos, de manufacturación, de ventas, de control sobre la relación industrial, de finanzas y recursos. Lo esencial es asegurar el recurso humano, su formación y el aprovechamiento de su capacidad máxima.
5. Es importante lograr una estabilidad laboral mediante el aumento de productividad y a su vez la distribución justa de las ganancias.

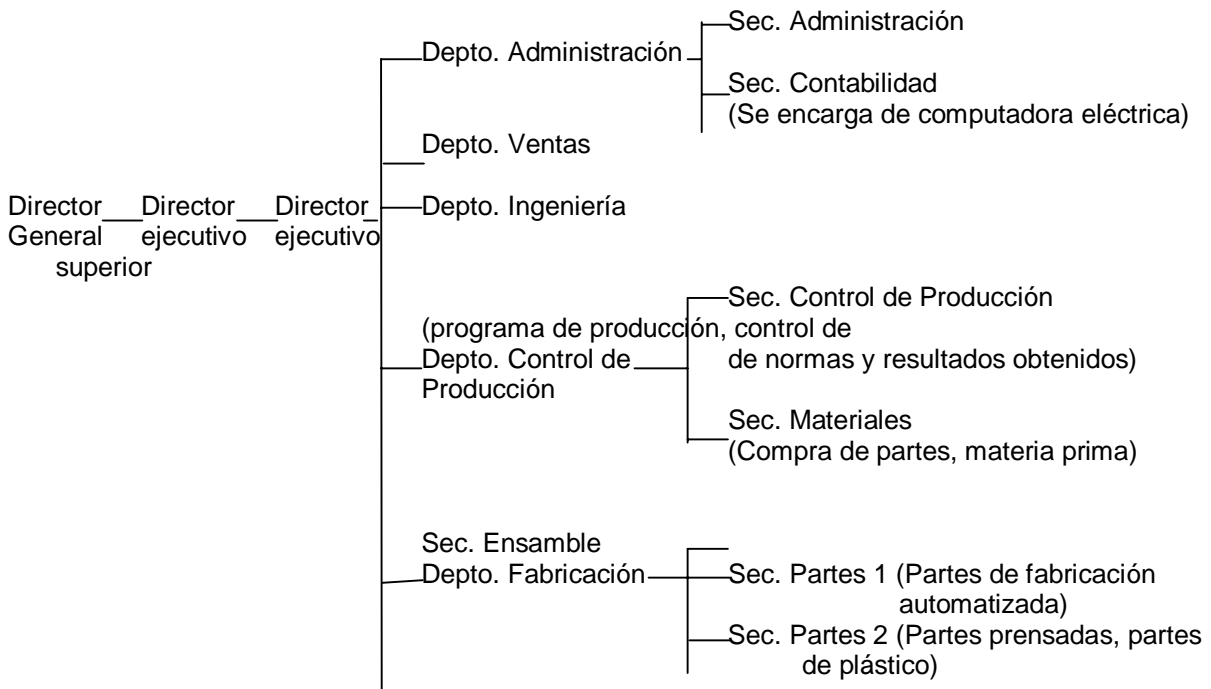
C.3.8 Pregunta:

Proponga medidas de mejoramiento para el siguiente caso de la empresa A.

(1) Reseña de la empresa A:

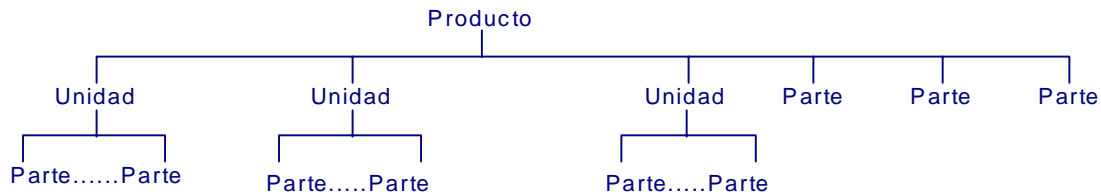
Constitución : 1955
Capital : 100,000,000 yenes.
Ventas : 5,000,000,000 yenes anuales.
Número de empleados : 250
Producto principal : Distintos tipos de interruptores para aparatos electrodomésticos.

(2) Organigrama



(3) Reseña del producto y el proceso de producción:

1. Producto:



- ⊙ El producto se clasifica en 20 géneros principales, y en 400 en el caso de ser subdividido.
- ⊙ La unidad consiste en 100 tipos.
- ⊙ Las partes consisten en 6,000 tipos.
- ⊙ Un producto está compuesto de 20 a 40 partes.

2. Proceso de producción

Maquinado de las partes (encargado de materiales)	Ensamble de la unidad (encargado de materiales)	Ensamble del producto (encargado del ensamble)
--	--	---

- Ensamble del producto : Ensamble del producto (un 70% se realiza en la planta de ensamble de la empresa, con un programa normal de 3 a 5 días).
- Ensamble de la unidad : Ensamble de la unidad compuesta por varias partes (un 90% se realiza por contratos menores de proveedores externos, con un programa normal de 3 a 4 días).
- Maquinado de partes : Partes prensadas (un 50% se realiza en la empresa, con un programa normal de 7 a 10 días).
Partes de plástico (un 90% se realiza por contratos con proveedores externos, con un plazo normal de 7 a 10 días).
Partes electrónicas (se compra la mayoría, con un *Lead Time* de 1 a 3 meses).

(4) Resultado del Análisis del Proceso de Producción:

1. Situación de la recepción de pedidos:

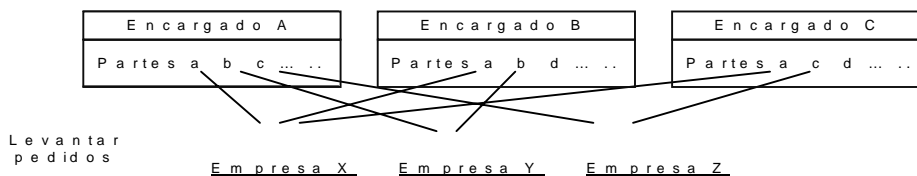
- ⊙ Un 80% son pedidos repetitivos.
- ⊙ El volumen de pedido varía considerablemente según el mes.
- ⊙ El pedido en firme se hace con un mes de anticipación. Sin embargo, con cierta clientela es posible conseguir compromisos oficiales de pedido con 2 ó 3 meses de adelanto.

- ⊙ Mediante los pedidos que se reciben en periodicamente entre el día 25 y el último de cada mes, se determina la mayor parte del envío del producto para el siguiente mes, existiendo además una gran cantidad de pedidos irregulares.
- ⊙ No es pequeño el volumen de pedidos para la entrega a corto plazo (de 4 a 5 días), lo que ocasiona la confusión en cada proceso.
- ⊙ Respecto a la modificación de las especificaciones del producto o las partes, es relativamente de menor frecuencia, 10 casos por mes. En este caso, nos avisan con 2 ó 3 meses de anticipación. Además, en caso de un cambio repentino, es posible que el cliente cubra lo del inventario.

2. Asignación/petición y control:

- ⊙ Se da la asignación de los materiales de la producción casi exactamente según el contenido de los pedidos.
- ⊙ Se modifica el programa de producción cada semana, debido al cambio de pedidos y con la finalidad de corregir la diferencia entre el programa y los resultados reales. (De hecho, el contenido del cambio es amplio y, por eso, se modifica totalmente cada semana.)
- ⊙ Los encargados de asignar los materiales para la producción y efectuar los pedidos de partes trabajan por separado según el modelo, lo que origina que se giren demasiadas ordenes de asignación, se reduzca el tamaño del lote a pedir, no se pueda precisar la prioridad, etc., acelerando así la confusión en los procesos.

(Ejemplo)



- ⊙ Para asegurar el tiempo de entrega de las partes, el encargado de cada modelo los pide con un plazo más corto de lo necesario y por adelantado, por lo que;
 - Se concentran las entregas en la primera mitad del mes, produciéndose en consecuencia una desocupación en la segunda mitad del mes.
 - Ocurren con frecuencia pedidos de carácter urgente.

- ⊙ Hay 25 encargados de materiales (entre los que 20 son hombres), una cifra comparativamente grande, quienes se encuentran atareados haciendo pedidos y exigiendo la entrega, por lo que causan molestias a los proveedores externos contratados que tienen que atenderlos.
3. Situación del inventario:
- ⊙ Los puntos del inventario están en la fase de materia prima y la asignación de existencias se realiza en esta fase.
 - ⊙ El volumen del inventario es relativamente grande, aproximadamente el equivalente al volumen de 20 días desde el inicio del maquinado de partes hasta la salida de productos. Sin embargo, lo que queda es “existencia por consecuencia” y no se trata de un control de existencias de manera planificada. Por lo tanto, se origina un desequilibrio de inventario entre las partes (que no permite despachar al proceso de ensamble como un juego ya preparado en casos de necesidad), que suelen convertirse en “inventario innecesario”.
 - ⊙ No se captura el inventario debidamente y, por eso, cada vez que se hace el programa de pedido el encargado se ve obligado a verificar las existencias disponibles para efectuar las compras.
 - ⊙ El sistema de almacenamiento y el control de salida de materiales no son precisos en el almacén, por lo que:
 - Las personas ajenas al cargo los sacan con libertad (el personal de la planta de ensamble, fabricantes externos contratados, etc.).
 - Se tardan mucho tiempo para buscar los materiales.
 - Las partes de un mismo género se depositan en distintos lugares, lo que ocasiona la repetición de pedidos de partes innecesarias.
4. Otros:
- ⊙ Se encarga la elaboración de partes por contratos menores con personas externas a la empresa, ya que el precio unitario es bajo, lo que obliga a generar una gran cantidad de atención a estos trabajos externos. (La mayoría son pedidos de un solo proceso).
 - ⊙ Van en aumento las modificaciones de especificaciones que demandan los clientes,

ocasionando un incremento rápido del número de partes.

- ⊙ Hace tres años, se introdujo el sistema de computación de oficina (a un costo aproximado de 10,000,000 yenes), y se está llevando a cabo la contabilidad a través del procesamiento electrónico de datos, principalmente para las gestiones de venta y compra. Se tiene planeado aprovecharlo también en el área de control de producción, administración del personal y salarios.

(Análisis de Proceso: Ejercicio)

Producto objeto del análisis: Partes de equipamiento especial
para automóviles especiales

Lote de fabricación: 20 piezas (para 10 unidades)

[Pregunta] Analice el proceso tomando en consideración los siguientes puntos, y proponga las medidas de mejoramiento.

- (1) Se carga con las dos manos una lámina (de acero) (para a 5 piezas - 10kg) que está sobre la tarima, camina 15m y la deja cerca de la prensa (presión hidráulica de 30t) (directamente en el suelo). Cada movimiento de transporte requiere 1.5 minuto.
- (2) Después de transportar el volumen equivalente al del lote (4 láminas), se cambia el troquel (tarda 3 horas). Durante este lapso, el material se queda detenido.
- (3) En el proceso de prensado (primer proceso de maquinado), un individuo masculino realiza el trabajo de troquelado tardando 0.1 minuto por pieza (se encarga también de las labores (1) y (2)).
- (4) Después del prensado, un individuo femenino (empleada de media jornada) se encarga de eliminar las rebabas (segundo proceso de maquinado) utilizando una rectificadora. Tarda 0.5 minuto por pieza. Va colocando las piezas terminadas una por una sobre la tarima, a medida que termina el trabajo de maquinado (detenimiento de unos 3 días, por lo general). Entre el primer proceso y el segundo de maquinado, existe una espera de una hora, aproximadamente.
- (5) El trabajador del tercer proceso de maquinado los recoge y los lleva en un carrito. El recorrido es de una distancia de 20m, requiriendo 3 minutos.
- (6) En el tercer proceso de maquinado, se realiza el trazado para la perforación con taladradora radial (3 puntos del mismo diámetro). Se tarda 0.5 minuto por pieza. Después

de terminar el trazado para 20 piezas, las perfora con taladradora radial (1.5 min. por pieza). Luego, el mismo trabajador procede a realizar el chaflán con otra taladradora de banco (0.3 min. por pieza), o sea, éste es el cuarto proceso de maquinado. Cada vez que termina una pieza, la va colocando en la caja que se encuentra sobre la tarima.

- (7) Las transporta (el encargado de transportación) en montacarga hasta la planta de galvanización (150m, 5 min.). Antes de la transportación, se detiene usualmente por unos 2 días.
- (8) El quinto proceso de maquinado corresponde al tratamiento galvanización (24 horas). Aquí se omiten las condiciones.
- (9) Después del tratamiento de galvanizado, el inspector verifica el diámetro y la posición de perforación, y el espesor de galvanizado de todas las piezas (3 min. por pieza).

C.4 KAIZEN en Busca de JIT

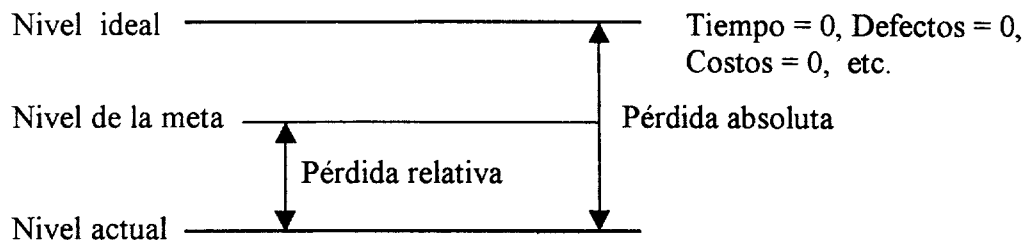
I. Conceptos y fundamentos de “KAIZEN”

(1) “7 pérdidas” del sistema de producción “Toyota”.

< Captación sistemática de las pérdidas >

- ① Pérdida por generar productos defectuosos.
- ② Pérdida por tener altos inventarios (materia prima, productos en proceso y producto terminado).
- ③ Pérdida por transportación.
- ④ Pérdida por movimientos.
- ⑤ Pérdida por espera de trabajo.
- ⑥ Pérdida generada durante la operación.
- ⑦ Pérdida por exceso de producción (es la peor pérdida ya que oculta lo malo).

(2) “Pérdida”; brecha que existe entre el nivel actual (real) y el nivel ideal (lo que debe ser).



(3) Conceptos básicos de KAIZEN.

① *JIT* (Justo a Tiempo) :

Preparación simple, Producción equilibrada, Producción variable de tipo y volumen.

- El concepto de producción más moderno.
- Con base en el *IT* (a tiempo), se desarrolla el *ECR* (respuesta eficiente al consumidor), además del *QR* (respuesta rápida).

② *VE* (Ingeniería con Valor) :

Normalización, Simplificación y Uso común.

- El 80% de la calidad y del costo de un producto se determina en la fase de su diseño.
- La simplificación y el uso común de las partes son todavía una de las tareas básicas de hoy.
[Ejemplo] El “Neon” de Chrysler, computadoras personales, etc.
- El núcleo de dicho mecanismo (*VE*) es la ingeniería concurrente.

- ③ *IE (Ingeniería Industrial)* :
Eliminar, Combinar, Rearreglar, Simplificar (ECRS) + Modificar.
- Son los puntos de enfoque básicos para las actividades en pequeños grupos (grupos de mejora).
- ④ *LCA (Automatización a Bajos Costos)* :
Automatización flexible, Medidas a prueba de tontos.
- La tecnología básica para elevar el nivel de producción es la tecnología de producción.
 - Los puntos fuertes de la empresa japonesa en cuanto a tecnologías de producción son : medición, dispositivos y herramientas, manejo de materiales, controles, etc.
 - La tecnología clave para buscar la productividad.
- ⑤ Reducción del personal :
Operador con múltiples habilidades, Autoridad para detener las líneas, ANDON.
- Respeto a la persona.
 - Ampliación y enriquecimiento del trabajo (dar importancia a la autonomía).
 - Atender varios procesos.
- ⑥ Simplificación del control :
Control visual, Capacidad de proceso.
- Control de los objetivos mediante el sistema de seguimiento público.
 - No dar tanta importancia al chequeo en el proceso de manufactura, sino a la producción con calidad de acuerdo con las normas.

II. Conceptos de la productividad

(1) Puntos de vista del administrativo.

Elevar el nivel de eficiencia del valor agregado en el personal $\frac{\text{Valor Agregado}}{\text{Empleados}}$

① Establecer el nivel de la meta :

Vg. [% de equipamiento laboral] [% de rotación de capital] [% de valor agregado]

- ¥20 millones (por persona) x 2 x 0.5 = ¥20 millones (por persona).
- Investigación sobre la estrategia “365-24-1”.

② Aclarar la visión para la colaboración entre el patrón y el obrero.

- Sistema de discusión entre patrón y obrero.
- Reparto de utilidades.

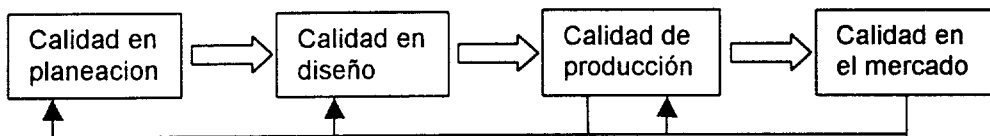
(2) Puntos de vista del control de administración y activación de la organización.

① * Tener mentalidad de “CS (Satisfacción del consumidor)”

* Reconocimiento de los 4 conceptos de la calidad.

* TQM.

- Orientación hacia la “satisfacción total del consumidor”.
- Enfoque a los cuatro conceptos de la calidad y el control desde el origen.



Calidad en planeación :

Desarrollo del producto (concepto del producto, funcionalidad básica, precio, imagen, apariencia).

Calidad en diseño :

Planos, especificaciones, relación de las partes; calidad de la meta; resultado de pruebas de la muestra.

Calidad de producción :

Cantidad y tipo de los defectos de calidad en el proceso, porcentaje de rechazos en lotes, capacidad de proceso.

Calidad en el mercado :

Cantidad y tipo de quejas del consumidor, información de inconformidades de los productos y servicios.

- ② Enlace entre el control de los objetivos y el sistema de la administración del personal.
 - Implementación del sistema de la calificación de méritos del personal.
 - Establecimiento de la organización en equipos y el sistema de evaluación de la contribución por equipo.
- ③ Romper el seccionalismo mediante la rotación de personal.
 - Orientación hacia la satisfacción del consumidor.
 - Compartimiento de la información.
- ④ Actividades del círculo de calidad.
 - Trabajo en equipo.
 - Trabajar con los temas comunes.
 - Cultivar el compañerismo.
 - Fomentar la participación del personal en el sistema de mejora.

(3) Punto de vista para el sistema de producción.

① “ECRS” en el proceso, operación y movimiento.

< Eliminar >

- Pérdidas en el movimiento mediante la aplicación del sistema de “5S”.
- Inspección del 100% mediante la aplicación del dispositivo a prueba de tontos.
- Reducir los paros de corto tiempo mediante el “TPM”.

< Combinar >

- Ampliar el ámbito de operación mediante el operador con múltiples habilidades. (Encargar varios procesos)
- Combinar varias funciones de herramientas y dispositivos.

< Rearreglar >

- Formar líneas mediante el cambio de distribución de equipos e instalaciones (formaciones en U y L).

< Simplificar >

- Las especificaciones mediante *VE / VA*.
- Reducción del número de partes.
- El método de ensamblar partes y componentes.

② “ECRS” en el control.

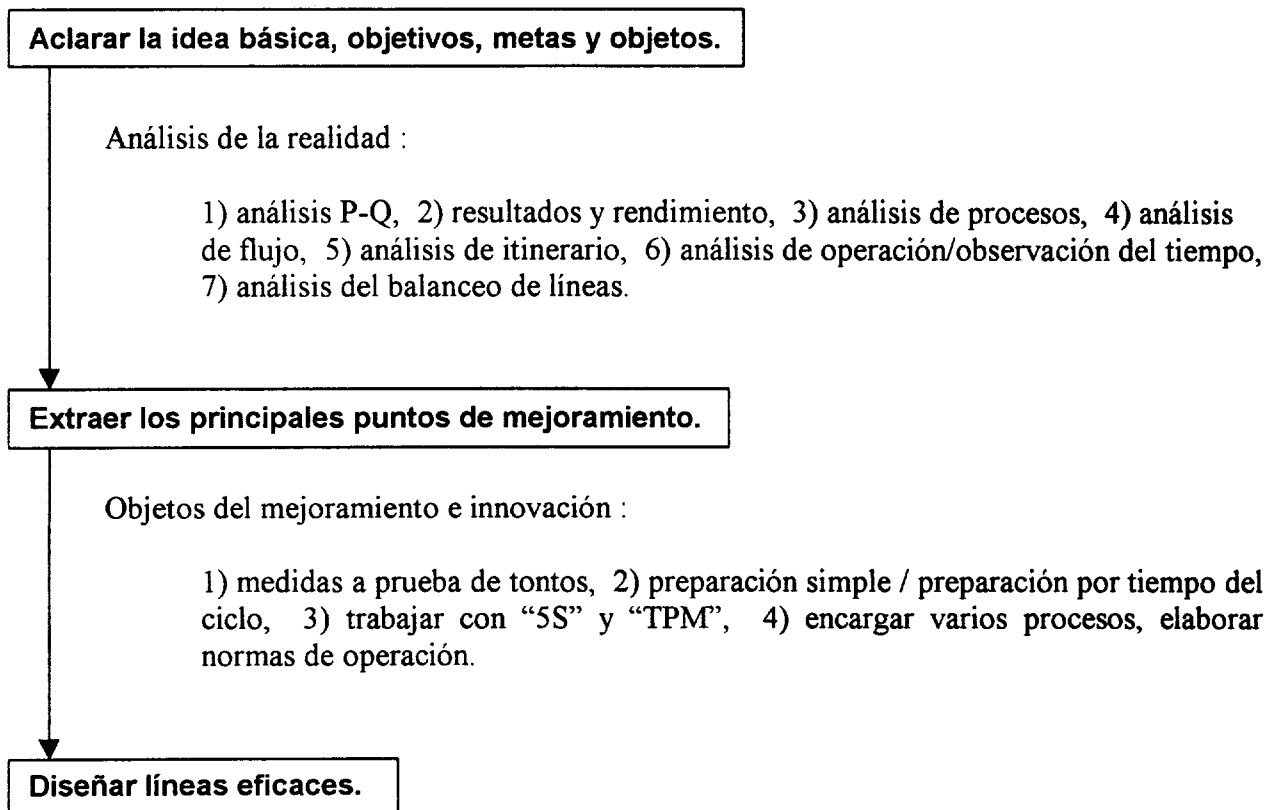
< Eliminar y/o Simplificar >

- Suprimir la inspección en el proceso por producir con calidad de acuerdo con la norma (inspección autónoma).
- Disminuir el volumen de inventarios en proceso mediante el sistema de producción por pieza o lote pequeño.
- Simplificar el mecanismo de despachar ordenes mediante el sistema de “Kamban”.

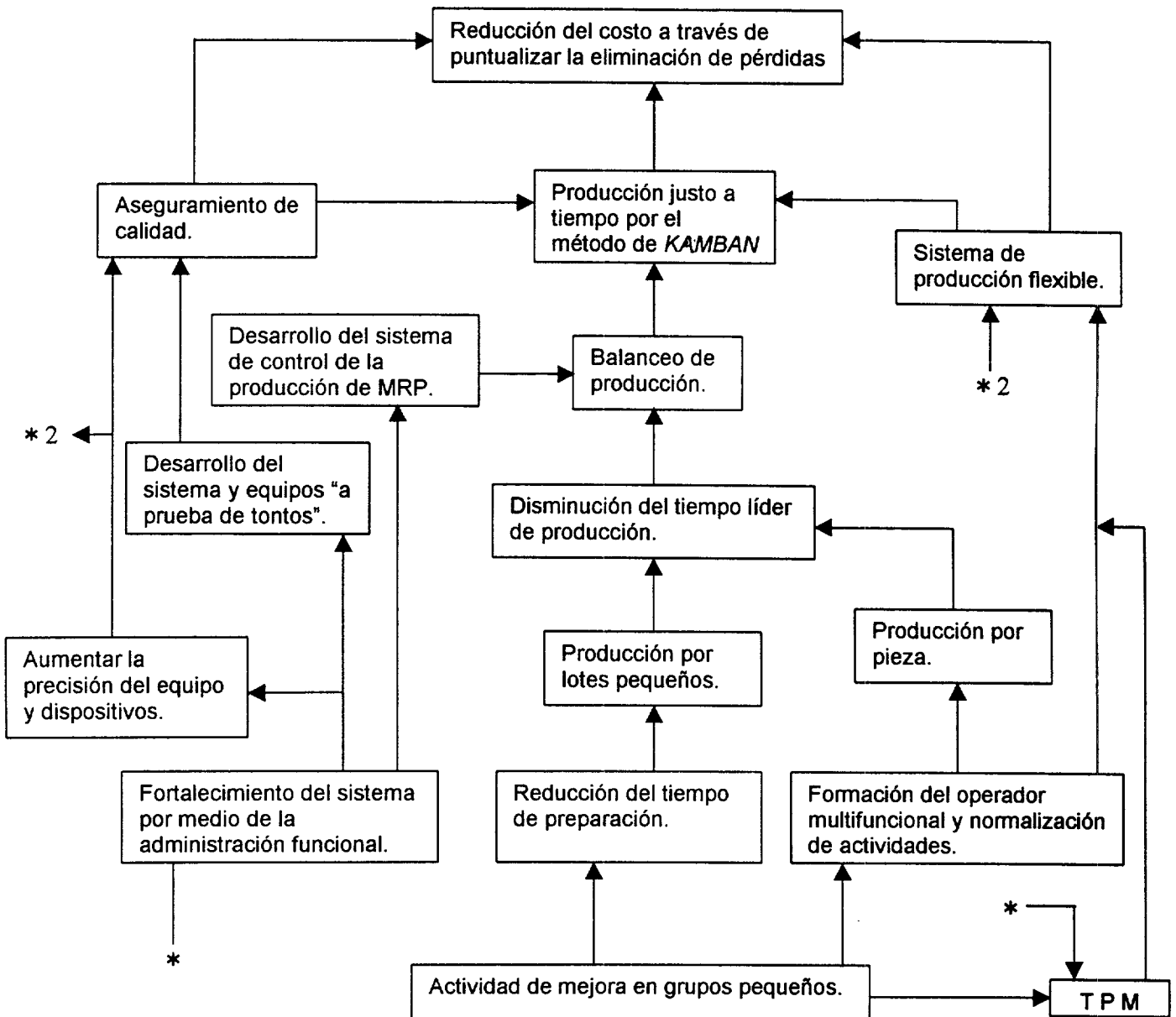
III. Acercamientos a distintos sistemas de producción y prácticas de administración.

(1) Sistema de producción Toyota.

< Acercamiento al sistema de operación >



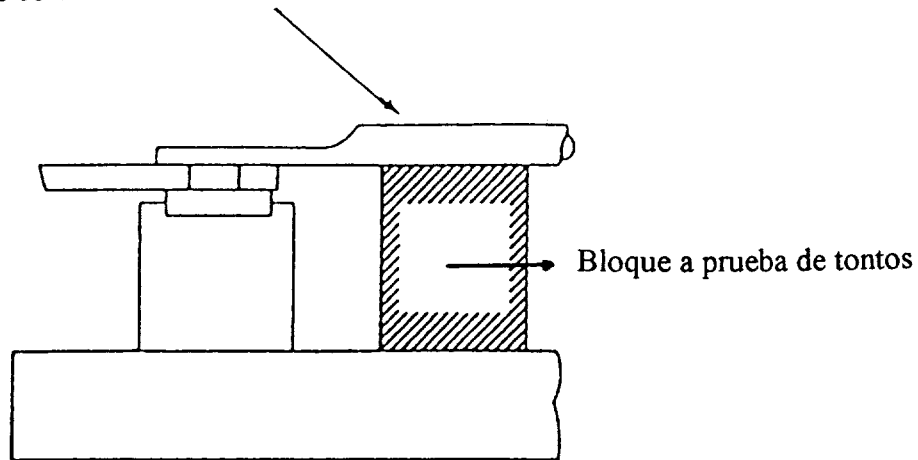
< Acercamiento al sistema de producción >



< Ejemplo de aplicación de la medida a prueba de tontos en el proceso >

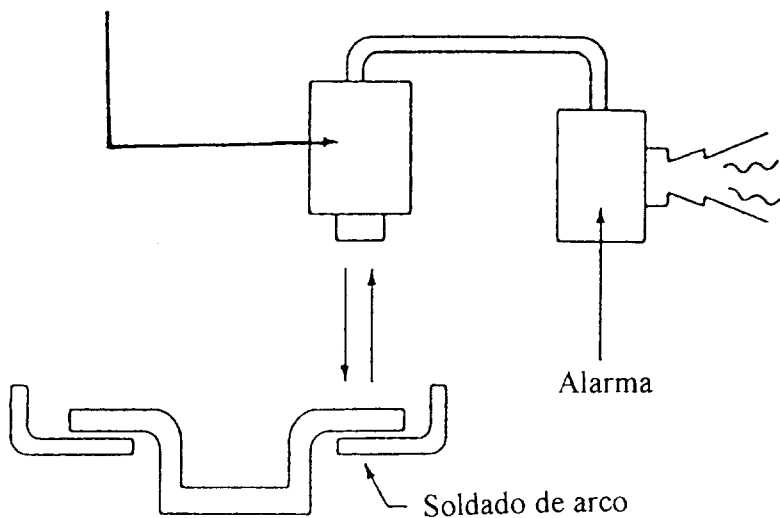
Caso 1 : prevención de la generación de no-conformidades mediante el uso del bloque a prueba de tontos.

Si se coloca al revés el material, éste choca con el bloque evitando la colocación correcta.



Caso 2 : detección por sensor y zumbador de alarma.

El fotosensor detecta el color después del soldado y evita el paso de los materiales no soldados.



< Puntos clave para disminuir el tiempo de preparación >

- ① Sustituir la “preparación en el proceso” (parar la máquina) por la “preparación fuera del proceso” (máquina en marcha).
 - Mecanismo del “pre-arreglo” de herramientas.
- ② Acortar el tiempo de la “preparación en el proceso”.
 - Reducir los números de fijación y atornillamiento de los dispositivos y herramientas. El mecanismo de “un toque (*one touch*)”.
 - Eliminar la operación de ajuste.
 - Eliminar los cambios de dispositivos y herramientas en medio de la operación por mantenimiento.
- ③ Acortar el tiempo de “preparación fuera del proceso”.
 - Ordenar y acomodar dispositivos y herramientas.
 - Colocar dispositivos y herramientas en lugar cercano al punto de operación.

< Producción por pieza y eficientar la producción >

- ① Instalar los procesos en línea, balancear las líneas, elevar el porcentaje de la eficiencia de formación lineal $\geq 90\%$.
- ② Encargar varios procesos, colocar equipos en formaciones U y L.
- ③ Sincronizar las actividades de preparación y cambio con el ciclo de producción.

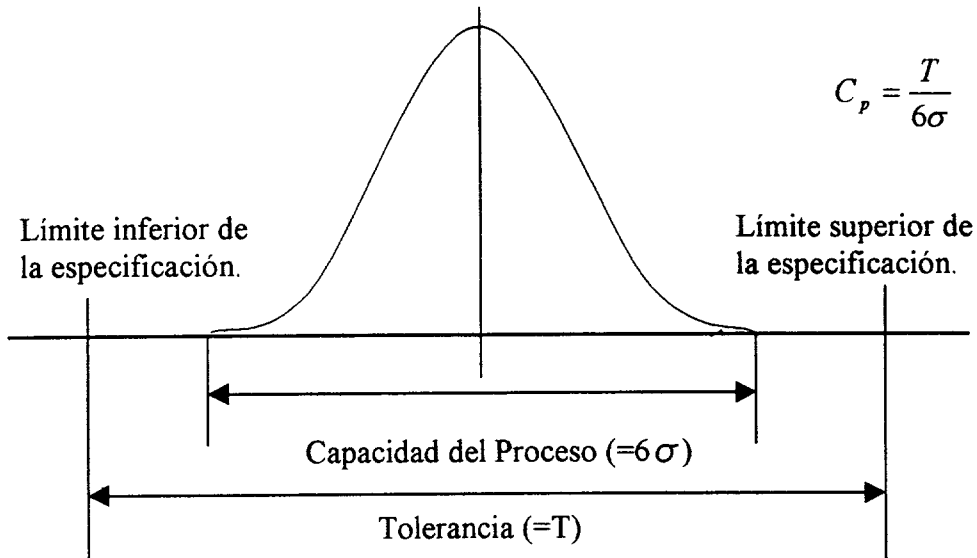
< Operador con múltiples habilidades / Elaboración de normas de operación >

- ① Abrir el “Mapa de Habilidades” en público para dar a conocer el área de trabajo encargable y el nivel de habilidad.
- ② Encargados del piso de trabajo elaborarán las normas de operación.
- ③ Aclarar previamente “*TCT (Target Cycle Time)*”, el tiempo del ciclo de la meta.

< Garantizar la calidad del producto para el siguiente proceso mediante el aseguramiento de la capacidad del proceso >

- ① El indicativo de la capacidad del proceso es $C_p \geq 1.33$.

- ② Revisión autónoma por el propio operador (el control de \bar{x} , principalmente).

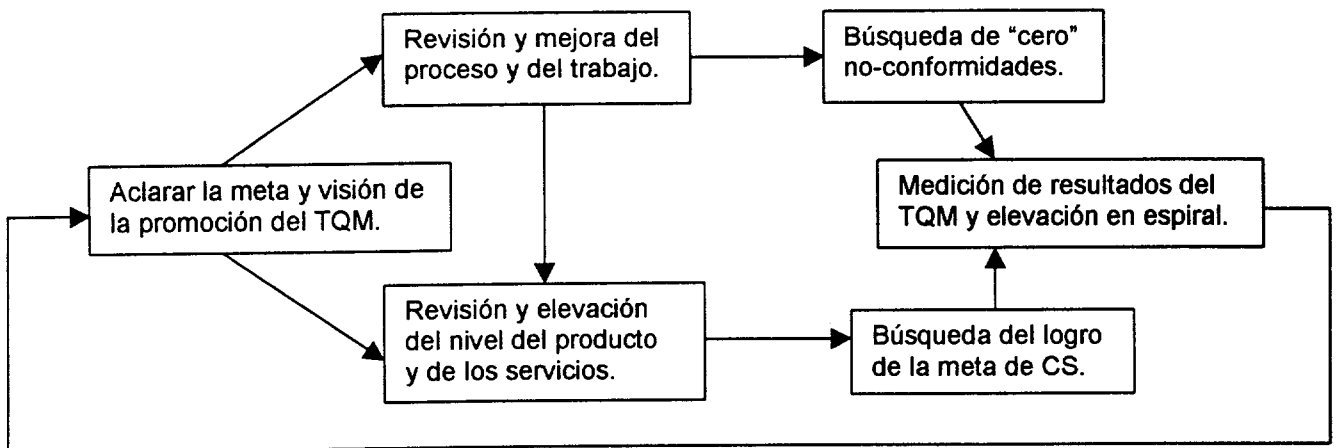


- (2) Acercamiento al TQM.

< Conceptos del TQM >

- ① El fin es fortalecer la empresa "a partir de", "desde el punto de vista de", y "con base en" la satisfacción y el valor del cliente.
- ② Captar la realidad sobre la satisfacción y el valor del cliente desde diversos ángulos para establecer la meta de innovación y visión. Con base en lo anterior, revisar el "producto", los "servicios" y el "trabajo". Llevar a cabo la actividad, para reforzar fundamentalmente la empresa, en una forma programada, organizada y continua.

< Marco Básico del Trabajo >



< Principales actividades del TQM >

- ① Tener la información sobre la calidad en común dentro de la empresa y aprovecharla.
- ② Dar importancia al diseño y la ingeniería concurrente.
- ③ Producir con calidad de acuerdo con las especificaciones en el proceso de manufactura y continuar con la mejora mediante la elevación del fondo (*bottom up*).
- ④ “*Empowerment*” para la revisión del trabajo con el fin de producir a un costo menor y con mayor rapidez.

< Los puntos clave (1000 puntos) sujetos a evaluación del Premio Japonés de Calidad de Administración / Premio MB del Japón según criterio del año 1997 son : >

1. Liderazgo.	: 150
2. Tener información en común y aprovecharla.	: 80
3. Establecer estrategias y su aprovechamiento.	: 80
4. Desarrollo de recursos humanos y ambiente para el aprendizaje.	: 120
5. Manejo de procesos.	: 120
6. Comprensión y atención hacia el cliente y el mercado.	: 150
7. Resultados de la actividad empresarial.	: 200
8. Satisfacción del cliente.	: 100

Suma total : 1000 puntos

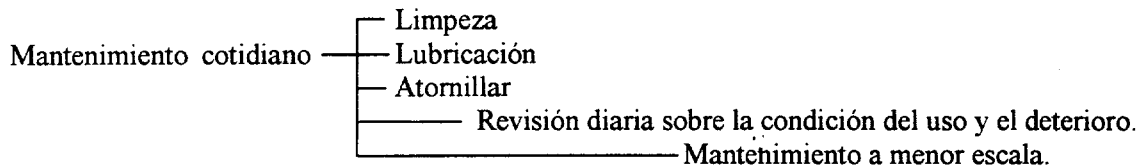
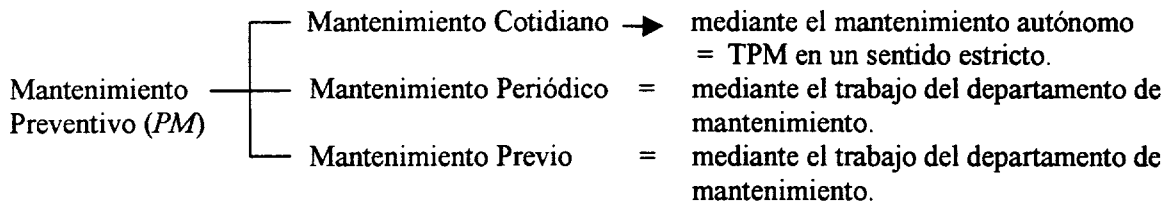
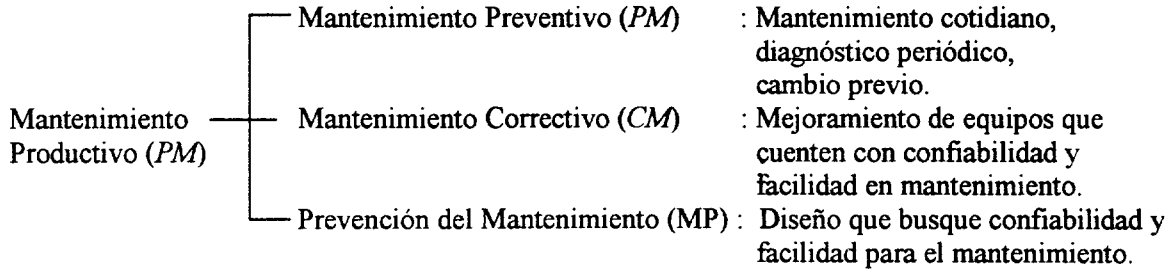
(3) Acercamiento al TPM.

< ¿Qué es el TPM (Mantenimiento Productivo Total) ? >

Es un sistema diseñado para administrar el mantenimiento a fin de maximizar la eficiencia de los equipos, a través de :

- ① Establecer el sistema total del PM para el ciclo de vida de estos.
- ② Cubrir todos los departamentos relacionados con equipos, programación, uso y mantenimiento.
- ③ Involucrar a todo el personal, desde la dirección hasta el nivel operario.
- ④ Promover el PM mediante la administración de motivaciones, o sea, la “actividad autónoma en pequeños grupos”.

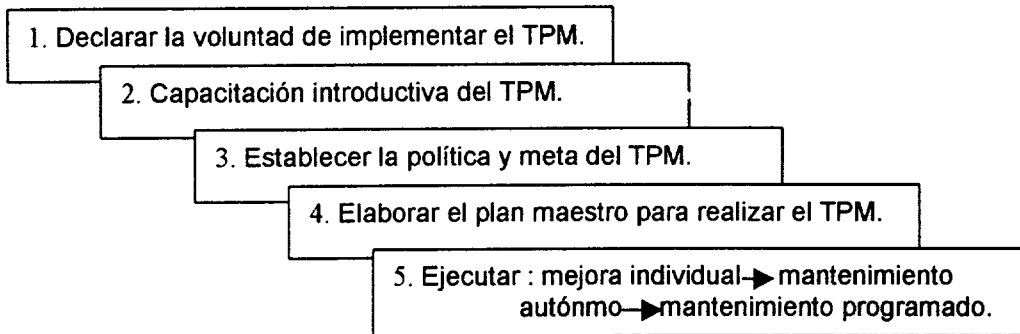
< Alcance del TPM >



ACTIVIDAD ⇔	PREVENIR EL DETERIORO	MEDIR EL DETERIORO	RECUPERAR EL DETERIORO
-------------	-----------------------	--------------------	------------------------

- Limpeza : eliminar basura y suciedad por completo.
- Lubricación : prevenir suciedad por aceite y falta del mismo.
- Atornillamiento : prevenir el aflojamiento y caída de tornillos y tuercas.

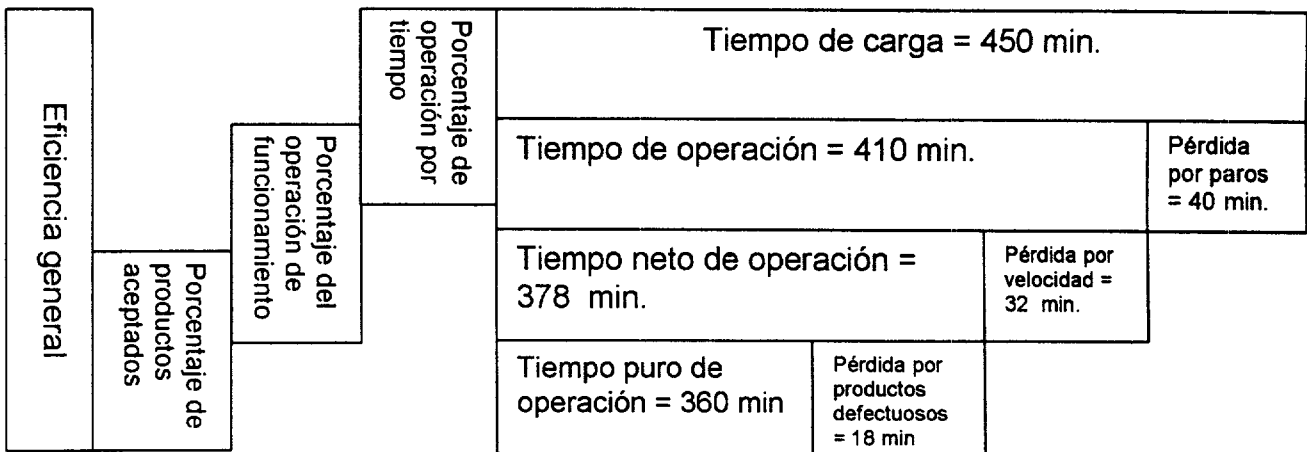
< Pasos básicos para implementación a seguir >



< Pasos a seguir para el Mantenimiento Autónomo >

- Paso 1 : Limpieza inicial / Revisión de no-conformidades (C).
- Paso 2 : Medidas contra fuentes de suciedad y lugares difíciles de limpiar / Actividad de mejoramiento (A).
- Paso 3 : Control para mantenerlo / Elaboración y ejecución de normas de limpieza y revisión (P, D).
- Paso 4 : Revisión total de equipos / Capacitación de mantenimiento y su práctica (C→A→P→D).
- Paso 5 : Revisión total de procesos / Revisión de las normas (C→A→P→D).
- Paso 6 : Sistematización y normalización del mantenimiento autónomo (CAP más avanzado→D).
- Paso 7 : Cumplimiento a fondo del control autónomo / Establecimiento y elevación del nivel (CAP→D).

< Captación del porcentaje de eficiencia general del equipo. >



- ① Tiempo de carga = 480 – paros programados = 450 minutos.
- ② Tiempo de operación = 450 – pérdida por paros = 410 minutos.
Número de productos procesados = 126 piezas.
Tiempo estándar de proceso = 3 minutos.
Productos defectuosos = 6 piezas.
- ③ Porcentaje de operación por tiempo = $410/450 = 91.1\%$.
- ④ Tiempo neto de operación = número de producción x tiempo estándar.
 $= 126 \times 3 \text{ minutos} = 378 \text{ minutos.}$
- ⑤ Tiempo de pérdida en velocidad = $410 - 378 = 32 \text{ minutos.}$
- ⑥ Porcentaje de operación del funcionamiento = $378/410 = 92.7\%$.
- ⑦ Tiempo perdido por productos defectuosos = $6 \text{ piezas} \times 3 \text{ min.} = 18 \text{ min.}$
- ⑧ Porcentaje de productos aceptados = $360/378 = 95.2\%$

∴ eficiencia general del equipo = $360/450 = 80\%$

La eficiencia óptima general del equipo

$$\begin{aligned} &= (\text{Operación por tiempo \%}) \times (\text{Operación del funcionamiento \%}) \times (\text{Productos aceptados \%}) \\ &= (\text{más del 90\%}) \times (\text{más del 95\%}) \times (\text{más del 99\%}) \\ &= \underline{\text{más del 85\%}}. \end{aligned}$$

(4) Principales objetos de estudio por atributos del producto y/o proceso.

- Proceso de labor intensiva
: formar líneas, habilidad del operador, operador con múltiples habilidades, *FP* (a prueba de tontos)
- Proceso con equipos e instalaciones
: *TPM*, automatización, ahorro de energía.
- Productos de tecnología intensiva
: *PDM*, *CE*, control de confiabilidad / *DR*.
- Productos de alto precio, de alta variedad en tipo y volumen
: Sistema de producción TOYOTA, *VE / VA*.
- Productos de uso diario
: *TQC / TQM*, *VE / VA*.

IV. KAIZEN y actividades de operación en el piso de trabajo.

(1) Mejoramiento del piso de trabajo por el sistema de producción TOYOTA.

- ① Acortar el tiempo mediante el mejoramiento de las operaciones de preparación y cambios.
- ② Avisar la ocurrencia de cualquier defecto por medio del ANDON y responder de inmediato a mejoramientos.
- ③ Mejorar operaciones y elaborar normas de operación con el fin de encargar varios procesos dentro del tiempo de ciclo de meta.
- ④ Desarrollar el equipo de automatización flexible en el departamento de ingeniería de manufactura.
- ⑤ El personal responsable debe practicar las 5S y trabajar sobre el TPM.

(2) Mejoramiento del piso de trabajo por el *TQM*.

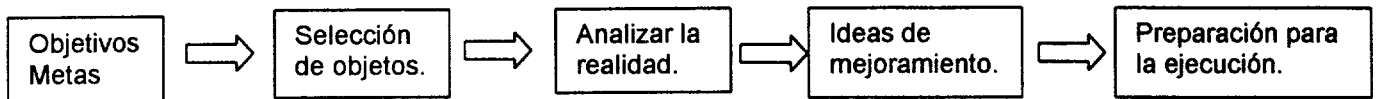
- ① Mejoramiento de la operación y calidad por medio de la actividad del círculo de calidad.
- ② Respuesta apropiada en la ventanilla de atención al consumidor compartiendo la información sobre calidad.
- ③ Retroalimentación inmediata hacia la modificación y planeación del producto.

(3) Actividades en pequeños grupos para el *TPM*.

- ① Práctica de las 5S en su etapa introductoria (Seiri –ordenar desechando, Seiton –acomodar clasificando, Seisou –limpieza para la calidad, Seiketsu –higiene y seguridad, Shitsuke –disciplina y claridad).
- ② Captación de la realidad de una forma contable mediante los datos sobre la eficiencia general del equipo.
- ③ Aprender y practicar el método de la revisión cotidiana.
- ④ Participar en la modificación del equipo con el propósito de producir con calidad de acuerdo con la norma.

V. Acercamiento general y puntos clave para la implementación de KAIZEN.

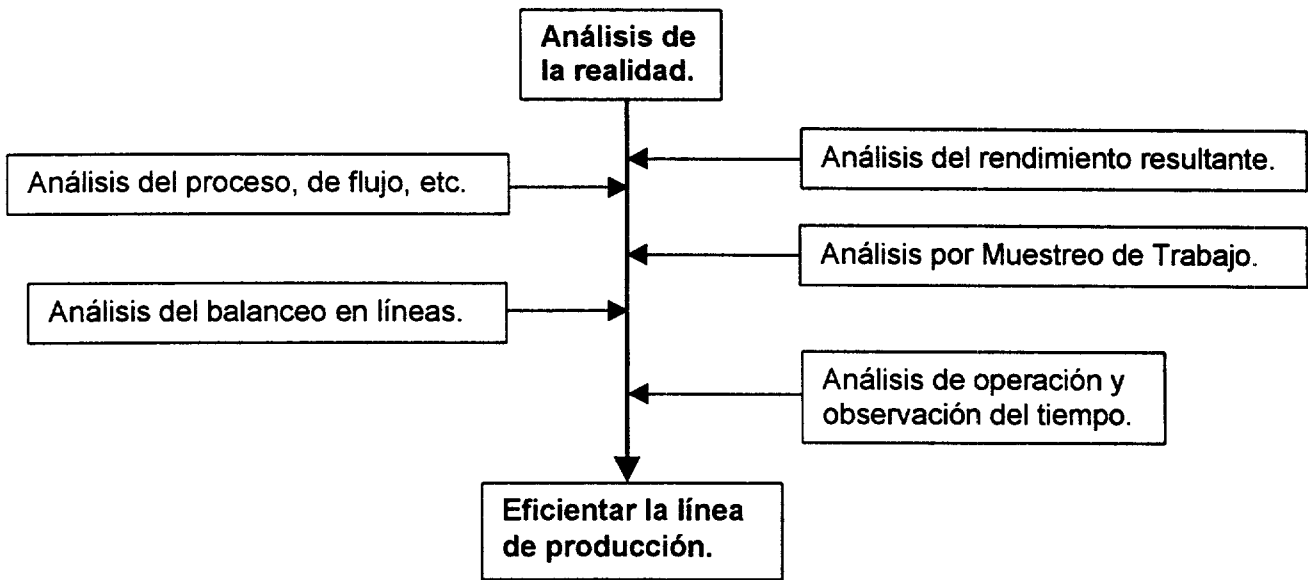
(1) Procedimiento básico.



(2) Puntos clave para trabajar.

- ① Lo más importante es continuar con las mejoras. “La continuidad es la fuerza”.
- ② La actividad debe ser elevada en forma espiral mediante el ciclo de “C → A → P → D”.
- ③ *Check* (revisar) significa captar la realidad en forma cuantitativa y analizar las diferencias que se presenta con respecto a la meta.
- ④ *Action* (accionar) significa analizar la realidad sistemáticamente, extraer los principales puntos de mejoramiento y plantear medidas efectivas mediante el aprovechamiento de las técnicas de *IE* y *QC*.
- ⑤ Al aplicar *IE* y *QC* se debe dar importancia al *Fact-finding* (buscar el hecho).
- ⑥ La meta de mejoramiento se debe marcar de 20% a 50%.
 - En caso de determinar un 50% como meta de reducción de los costos, esto no se puede llevar con un acercamiento analítico sino que se tiene que aplicar el acercamiento deductivo, o sea el del diseño.
 - La meta de la reducción del nivel de inventario a un 50% se logrará mediante el acortamiento a la mitad del período necesario de la producción.
- ⑦ Para organizar el equipo de trabajo, se deben involucrar las áreas relacionadas y asignar al personal calificado como líder.
- ⑧ El avance de la actividad debe ser reportado mensualmente en forma regularizada ante el responsable del departamento y/o comité competente con el fin de ajustar las actividades con la política de la alta dirección.
- ⑨ Es importante llevar a cabo las actividades en una forma programada y organizada. Al iniciarlas, se debe haber elaborado el *MPS* (el itinerario del plan maestro).

(3) Técnicas de *IE* (ingeniería industrial) para analizar la realidad.



VI. Acercamiento sistemático para implementar KAIZEN.

(1) Puntos básicos para la ejecución.

- ① Aclarar la figura completa (marco de trabajo) de las actividades.
- ② Aclarar los objetos de estudio y procedimientos de las actividades.
- ③ Organizar el equipo de trabajo y la capacitación.
- ④ Aclarar tareas importantes, acciones a ejecutar y metas.
- ⑤ Elaboración del plan de ejecución e iniciación del mismo.
- ⑥ Control y ajuste del proyecto.
- ⑦ Medición y evaluación de resultados, así como el desarrollo horizontal y seguimiento de los mismos.

(2) Presentación de los casos (véase el anexo).

- Ejemplo de la empresa “S”.
- Ejemplo de la empresa “T”.

VII. Herramientas prácticas y técnicas para implementar KAIZEN.

(1) Formación de líneas y tiempo de ciclo de la meta (TCT).

< Herramientas básicas >

Tiempo de ciclo de la meta (TCT) = el tiempo factible de operación por día / volumen de producción necesario por día.

Número de pasos necesarios del proceso (n) = $\sum t / TCT$.

< Puntos clave del KAIZEN >

- ① Reducir el tiempo total de procesamiento de una pieza ($\sum t$) por medio del mejoramiento de las operaciones con la finalidad de minimizar el número necesario de pasos del proceso (n).
- ② La meta es : elevar la eficiencia del equilibrio en líneas $\geq 90\%$.

(2) 7 herramientas de control de calidad e indicativo de la capacidad de proceso.

< Herramientas básicas >

- 1) Gráfica de Pareto. 2) Histograma. 3) Gráfica de dispersión.
4) Gráfica de causa y efecto. 5) Estratificación.
6) Hoja de chequeo. 7) Gráfica de control.
- Indicativo de la capacidad de proceso $C_p = \text{rango de especificación}(T) / 6\sigma$.

< Puntos clave del KAIZEN >

- ① Las herramientas básicas arriba mencionadas deben ser comprendidas y aprovechadas por cualquier persona encargada del piso de trabajo.
- ② Asegurar la capacidad del proceso. Procurar simplificar revisiones llevando el control sobre el valor promedio para asegurar la calidad del producto que se entrega al siguiente proceso.

(3) 5S (arreglar el ambiente laboral).

< Herramientas básicas >

“Seiri”, “Seiton”, “Seisou”, “Seiketsu”, “Shitsuke”; son los 5 objetos de control que empiezan con la letra inicial “S” en japonés y contribuyen a arreglar el ambiente de trabajo, elevar la moral de los trabajadores y también a eliminar las pérdidas.

- ① Seiri : separar herramientas y materiales en grupos, “se usa inmediatamente”, “se puede usar” y “no se usa”.

- ② Seiton : clasificar herramientas por tipos, frecuencia de uso y tamaño en una forma fácil de usarse y colocarlas en un lugar determinado para evitar la “búsqueda” y “selección” de las mismas.
- ③ Seisou : limpiar el equipo y maquinaria para la calidad del proceso y el mantenimiento del equipo e instalaciones.
- ④ Seiketsu : después de mantener limpios el equipo y la maquinaria, dejar despejada y limpia el área de trabajo pintando pisos, paredes etc.
- ⑤ Shitsuke : evaluar la situación cuantitativamente para establecer las acciones arriba mencionadas y disciplinarse para elevar el nivel en espiral por medio del C → A → P → D.

< Puntos clave del KAIZEN >

- ① Se requerirá asegurar el tiempo necesario, por lo cual, la comprensión de la alta dirección jugará un papel importante.
- ② Se concentrará en una hoja de revisión el estado que debe haber. Es muy importante que todo el personal mantenga siempre la consciencia y la atención.
- ③ Iniciar las actividades como una parte del *TQC* y *TQM*.

(4) *VE* (ingeniería de valor) / *VA* (análisis de valor).

< Herramientas básicas >

- ① Tabla de costos por función y funcionamiento.
- ② Ordenamiento sistemático del mecanismo, modo, medidas por función y funcionamiento.
- ③ *CAD* (diseño apoyado por computadora) / *CAE* (ingeniería apoyada por computadora)
- ④ Ingeniería concurrente como mecanismo básico.

< Puntos clave del KAIZEN >

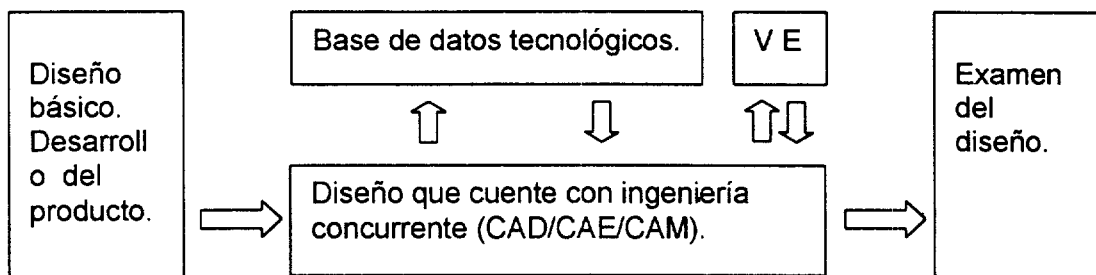
- ① Retroalimentación de necesidades y descontentos del piso de trabajo hacia el diseño.
- ② Reducción del número y tipo de partes además de disponerlas en uso común.

< Target >

- ① En la etapa de diseño en donde se determina casi definitivamente la calidad y los costos del producto, llevar a cabo la ingeniería concurrente, realizando *VE* para reducir los costos.
- ② Se pretende realizar un diseño óptimo en un período corto aplicando la ingeniería concurrente.

- ③ El diseño óptimo significa el de confiabilidad con base en el diseño básico de función, funcionamiento, seguridad y diseño desde el punto de la visión global, superando los intereses seccionales. Aunado a esto, el diseño óptimo es capaz de satisfacer requerimientos generados en las etapas de adquisición y de manufactura.
- ④ La demanda en la etapa de adquisición se refiere a la selección del material con alto valor ($V=F/C$), mientras que la de la etapa de manufactura a la de adoptar una especificación, forma y dimensión que sean los más adecuados para satisfacer ECRS (respuestas eficientes al consumidor) con respecto al procesamiento de partes y ensamble de productos. En particular, se refiere al diseño que permita el uso común de partes, la reducción del número de partes, así como la facilidad de maquinado y ensamble.

< Marco de Trabajo >



< Puntos clave para reducir costos >

- ① Disminuir más el número de partes que cumplan funciones necesarias.
- ② Reducir tanto el peso como el volumen.
- ③ Eliminar funciones innecesarias y repetidas.
- ④ Un sólo componente que satisfaga varias funciones.
- ⑤ Emplear partes normalizadas y de uso común.
- ⑥ Reducir costos de material, ocurrencia de defectos así como horas hombre requeridas por medio de la modificación de formas, dimensiones y grado de precisión de las partes.
- ⑦ Reducir horas hombre requeridas cambiando el modo de ensamblar y unir las partes.
- ⑧ Ampliar el rango de tolerancia (el de las especificaciones) hasta que se encuentre en un nivel equivalente al de la función y funcionamiento necesarios.
- ⑨ Realizar el diseño de partes que se adecue al proceso automatizado.
- ⑩ Se almacenan en un Banco de Ideas las demandas y propuestas de otros departamentos relacionados, dejándolos disponibles para cuando sean requeridos.

(5) Las nuevas 7 herramientas del control de calidad y QFD (desarrollo de la función de calidad).

< Herramientas básicas >

1) Método KJ. 2) Método de correlación. 3) Método de sistemas. 4) Método de matriz.
[5) Método del diagrama de flechas. 6) PDPC. 7) Método de análisis matriz-datos.]

< Puntos clave del KAIZEN >

- ① Es muy importante identificar con claridad cuál es el tema primordial dentro de la organización a través de discusiones, antes de iniciar cualquier actividad concreta del KAIZEN.
- ② Las nuevas 7 herramientas del control de calidad tratan datos lingüísticos cualitativos particularmente. Es útil para la discusión entre el personal involucrado, generación de ideas así como para el establecimiento de nuevos temas.

VIII. ¿Cómo iniciar el programa de KAIZEN?

(1) Puntos básicos.

- ① Capacitación a los miembros del equipo sobre conocimientos y técnicas necesarios.
- ② Observación por visitas a otras empresas con ejemplos avanzados.
- ③ Iniciar con el objeto modelo en estudio para KAIZEN. Asesoría y apoyo por expertos.
- ④ Desarrollar horizontalmente los resultados del modelo.
- ⑤ Demostrar el liderazgo en un proyecto nuevo.

(2) Puntos clave.

- ① Antes de capacitar a los miembros de un equipo específico, se realiza una capacitación integral a nivel del personal administrativo. Se requiere de un taller de entrenamiento por 2 días, aproximadamente.
< Ejemplos del tema >
 - “¿Cuáles son las tareas de momento y las fundamentales con base en el análisis de *SWOT* (fortalezas y debilidades, amenazas y oportunidades) ?”
 - “¿Qué tipo de tareas deben ser trabajados por la planta ?”
 - “¿Qué hay que hacer para reducir un 20% el costo de producción manteniendo el mismo nivel de operación ?”
- ② Las visitas de observación de otros casos avanzados deben programarse en un momento en el que se requiera mayor desarrollo, después de que las actividades en la empresa hayan logrado cierta estabilidad.
- ③ Los resultados exitosos del modelo de KAIZEN en el que han participado consultores con abundante experiencia se deben desarrollar en una forma horizontal aprovechándolos para formar recursos humanos.
- ④ El éxito de las actividades de KAIZEN depende de la promoción enérgica, sin que desaparezca en el trabajo cotidiano y ocupado, con programas, en forma organizada y continua. Es indispensable formar un equipo de trabajo consistente del personal de mando medio y el personal técnico calificado con el apoyo de la alta dirección.

ACERCAMIENTO AL KAIZEN DE MANUFACTURA EN LA MEJOR PRACTICA

I. Mejoramiento en el piso de producción en la empresa “S.”

< Condiciones básicas para un buen lugar de trabajo >

- (1) Operaciones adecuadas a los objetivos. / Asegurar la calidad, cantidad y fecha de entrega.
- (2) Deben estar resueltas las condiciones previas para lograr el objetivo de la operación.

① Seguridad /

no debe haber lugares peligrosos; atención al medio ambiente evitando ruidos y mal olor; prevención de contaminación a la comunidad de alrededor.

② Buena calidad /

no se debe permitir la generación de desperdicios ni retrabajos.

③ Comodidad en operación /

no debe haber posturas forzadas, labores forzadas ni extremada concentración de los nervios.

④ Buen ambiente /

5S deben estar implantadas a fondo.

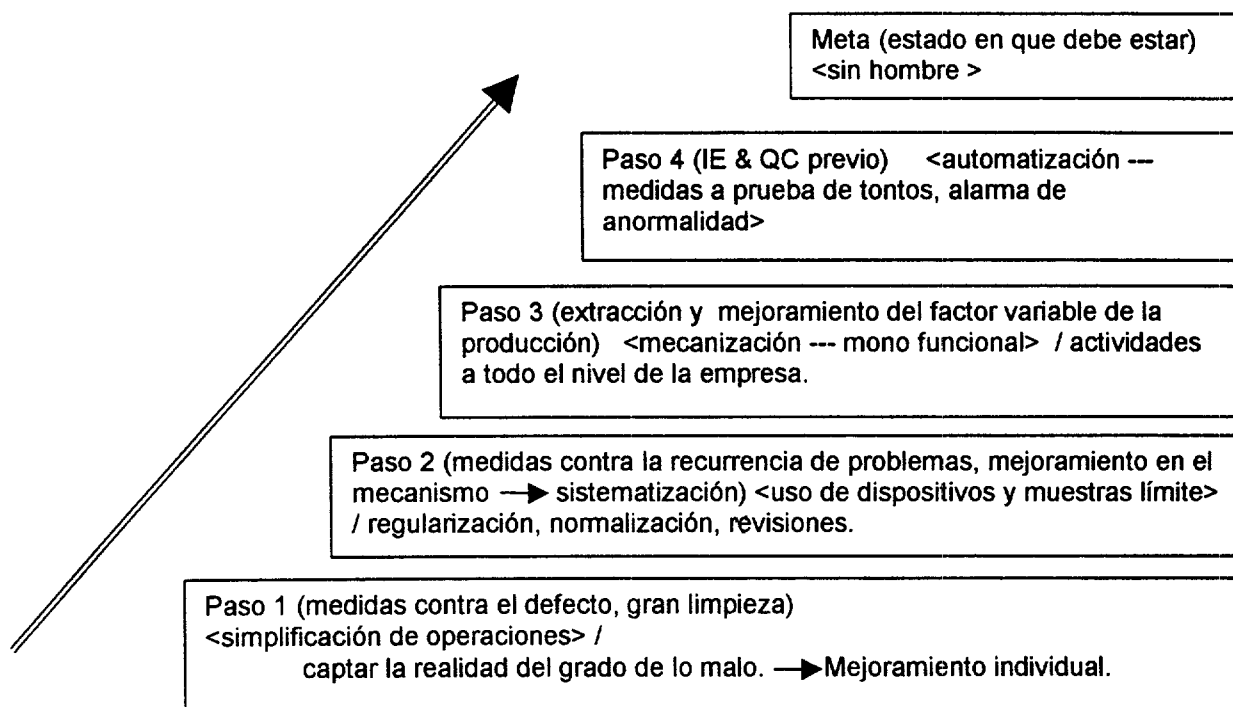
- (3) Debe ser alta la productividad.

① No hay pérdidas en horas hombre ni en operaciones del equipo.

② Los recursos y la energía se aprovechan con eficacia sin ser desperdiciados.

③ El movimiento de materiales y productos es fluido, teniendo poca existencia en proceso.

< Avance por pasos para llegar a una planta ideal >



< Tres acercamientos al KAIZEN >

- ① Mejoramiento en la operación →
Meta : Elevar la productividad; grupo formado de 9 personas a 6 personas.
- ② Mejoramiento en la calidad →
Meta : Reducir el % de productos defectuosos; % de productos aceptados de 75% a 95%.
- ③ Mejoramiento en el equipo →
Meta : Eliminar paros menores; eficiencia general del equipo de 65% a 85%

< Procedimientos básicos y puntos clave del KAIZEN >

- Procedimiento 1 : establecer objetivos y objetos / objetos de importancia adecuados a las políticas de la empresa.
- Procedimiento 2 : analizar la situación real / piso de trabajo, muestras físicas, realidades (3 objetos reales).
- Procedimiento 3 : estudiar y discutir las causas / insistencia del “¿por qué?”, utilizar la tormenta de ideas.
- Procedimiento 4 : plantear la idea de mejoramiento / trabajo intenso para llegar a la meta, normalización.
- Procedimiento 5 : ejecución de medidas de KAIZEN / implementar capacitación y entrenamiento.
- Procedimiento 6 : confirmación de resultados exitosos / medición de resultados y estudio de las medidas de seguimiento.

II. “ZQC” y “Sistema de producción por normas ideales” en la empresa “T”.

< ¿Qué es ZQC? >

Se refiere a un control de calidad caracterizado por el control de origen, enfocado al análisis estructural del material, así como a la automatización del proceso de producción y de inspección que no se expongan a la influencia de errores humanos con una meta de “Cero Defectos”.

< ¿Cuál es el sistema de producción con normas ideales? >

El que pretende realizar el sistema de producción ideal a través de la búsqueda del costo mínimo. Se refiere al mecanismo del control del rendimiento con base en el indicativo del costo necesario, con el fin de mejorar todos los aspectos como son el de las instalaciones de plantas, materiales y el método de producción, entre otros.

< Características del ZQC >

- (1) Es una innovación de la actividad del TQC, enfocado y dirigido al control de origen y al sistema sin operador.

- (2) El personal de soporte técnico forma el núcleo de la actividad para lograr el aumento notable en el nivel de calidad (primero el nivel de PPM y luego hasta el PPB) procurando también liberar líneas de producción de la carga.
- (3) Se busca evitar errores humanos por medio del sistema sin operador.
- (4) Se realiza la actividad en equipo compuesto tanto por el personal técnico como el de desarrollo, de equipo e instalación, de aseguramiento de calidad, etc., y el de producción.
- (5) En resumen, las principales características son: tolerancia al error humano, profundo análisis del material, desarrollo original del equipo de producción y aparatos de inspección del producto, fáciles y cómodos de usar.

< Desarrollo de la actividad ZQC >

Se organizó un proyecto con iniciativa del personal de soporte técnico formando el Comité de Promoción del ZQC. Bajo el comité se formaron tres grupos de trabajo (WG), como equipo ejecutor.

① WG para el análisis estructural /

Investigación y estudio sobre la causa, el mecanismo, la probabilidad de ocurrencia así como el efecto de la falla y defecto del material.

→ Desarrollar material y su método de fabricación con un mayor nivel de estabilidad.

② WG para la manufactura /

Desarrollar equipo totalmente automatizado de alta precisión y bajos costos y que tenga afinidad con la capacidad humana.

→ Crear un proceso que pueda asegurar al 100% el producto aceptable.

③ WG para el aseguramiento de calidad (QA) /

Establecer el sistema de QA con base en el análisis estructural del material y la automatización del equipo, así como en la capacidad de proporcionar a cada uno de los WG datos que les permitan tomar decisiones correctas.

< Características observadas en la promoción de la actividad >

- ① Presidente del comité de promoción ZQC : Director de QA.
Vice presidente : Subdirector de la División de Cerámica.

- ② Los principales miembros del comité : Gerentes y Jefes.
Encargado de la función secretarial : Departamento de *QA*.

< Temas del *WG* para la manufactura >

- ① Establecer la línea automatizada que no requiera del entrenamiento especial de operación.
- ② Identificar los requerimientos de los departamentos que cuentan con el equipo e instalación como actividad previa del diseño de la automatización.
- ③ Establecer el valor de la meta para el diseño de automatización y elaborar los puntos de revisión para la evaluación y confirmación del mismo.
- ④ La proporción del producto defectuoso en el mercado : la meta es 0.01 PPM.

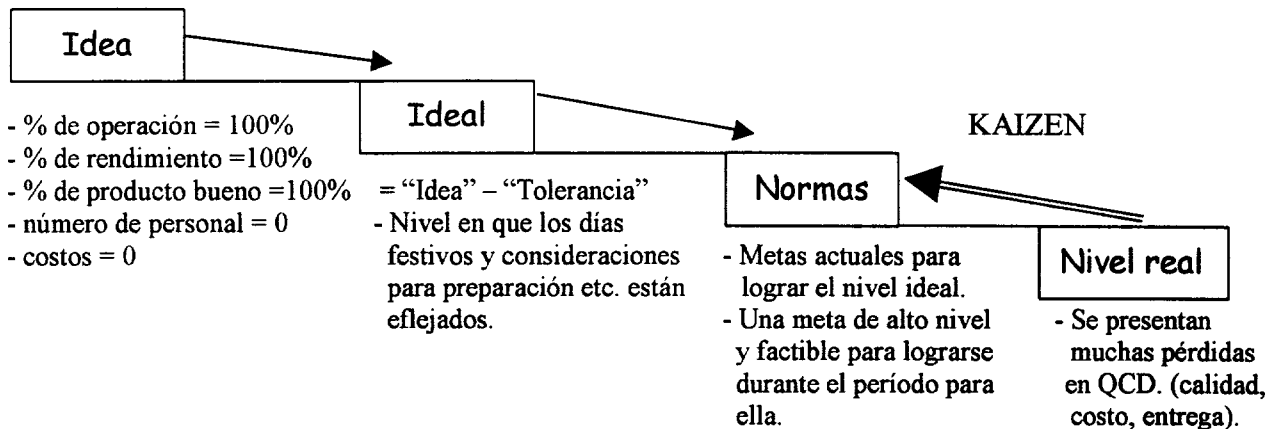
< Temas de *WG* para *QA* >

- ① Establecer el nuevo sistema del control de calidad del proceso (*PQC*).
- ② Aprovechar el resultado del análisis estructural para los puntos del control de *PQC*. / Revisión por el análisis de gran variedad en el volumen.
- ③ Proporcionar y administrar informaciones y datos de la calidad requerida.

< Concepto del sistema de producción con normas ideales >

Consiste en cuatro sistemas de producción.

Proceso para determinar las metas



< Forma de pensar y procedimiento de la actividad >

(1) Establecimiento del ideal

- ① Definir el método ideal de fabricación desde el punto de vista de la tecnología más avanzada.
- ② Y después determinar el costo ideal del material a adquirir tomando en consideración el punto de vista del *VE*.
- ③ Establecer el costo ideal indirecto desde el punto de vista de la administración de la planta.
- ④ Con base en todo lo anterior, se establece el costo ideal de la planta.

(2) Establecimiento de la meta (norma)

- ① Captar y analizar el indicativo de la producción actual.
- ② Definir la capacidad del equipo de la meta inmediata.
- ③ Definir la proporción de operación y el rendimiento de la meta inmediata.
- ④ Definir el número de personal en proceso de la meta inmediata (miras hacia reducir el número).
- ⑤ Definir los costos de operación y del producto de la meta inmediata.

(3) Actividad y revisión

- ① Desarrollar la actividad de KAIZEN para elevar la proporción de operación del equipo y del rendimiento así como en la reducción del personal para lograr la calidad y el costo del producto previamente definidos.
- ② Realizar la actividad durante el período determinado como meta. Intentar nuevamente un mayor mejoramiento a partir del análisis y evaluación del resultado.

C.5 Medidas para los Defectuosos Permanentes(crónicos)/Forma de Dar Avance al Análisis PM

C.5.1 Características de los Defectuosos Permanentes

- (1) Existen dos formas en las que suelen ocurrir las averías y los defectuosos, la repentina y la permanente (crónica).
- (2) En la permanente, la relación causa-efecto es complicada y es difícil la especificación de las causas.
- (3) La causa es una sola pero hay una gran cantidad de factores que cambian cada vez.
- (4) Ocurren por causas compuestas y las combinaciones de los factores cambian cada vez.
- (5) Lo que dificulta las medidas está en que "se fijan y se enfocan algunas causas sin analizar suficientemente los fenómenos".
 - Realizar el análisis de los fenómenos.
 - Realizar una revisión de los factores.
 - Descubrir los defectos de los factores.

C.5.2 Acercamiento a las Medidas/Forma de Dar Avance al Análisis PM

(1) ¿Qué es el análisis PM?

<Concepto del PM>

Phenomena (non) ————— El fenómeno
Physical ————— es analizado físicamente,

Mechanism

Analizar la relación causa-efecto del fenómeno

Entendiendo el mecanismo de los equipos,

Machine
Man
Material
Method

Buscando la conexión y relación entre equipo, persona, material y método.

<¿Qué es el análisis PM?>

- Para hacer cero los fenómenos de no conformidad permanentes
- Realizar el análisis de factores para la revisión de los mismos
- Detectar todos los defectos y para llegar a cero
- Una forma de ver, de pensar y los procedimientos de las cosas en forma

analítica y sistemática.

(2) Concepto del análisis PM

< Forma de pensar general de la mejora >

- 1) El objetivo en números será 1/2 - 1/3
- 2) Pensar orientándose a los puntos de importancia.
- 3) Tomar como objeto las cosas que afectan grandemente.
- 4) Enfocarse en un factor fijo e idear las medidas.

< Forma de pensar en el análisis PM >

- 1) La característica más grande es la idea de convertirlo en cero.
- 2) Para eso, no se orienta a los puntos de importancia.
- 3) Es decir, en el momento de detectar los defectos, considerar sin falta hasta los defectos más pequeños.

< Puntos a observar al empezar a trabajar >

- 1) Revisión de los factores.
- 2) Investigar todos y cada uno de los factores.
- 3) Si hay defectos idear medidas a todo,
- 4) Los defectos se arreglan en conjunto.
- 5) Si los resultados no son favorables, repetirlo.

(3) Forma de pensar para convertirlo a cero

1. Objetivo	<ul style="list-style-type: none">• "0"• Acercar a "0" de forma ilimitada
2. Forma de pensar	<ul style="list-style-type: none">• No orientarse a los puntos de importancia.• Enumerar todos los factores en los que se pueda pensar.• Investigar todo de cada uno de los factores.• Si hay defectos idear medidas a todo.• De ser posible arreglarlo en conjunto.• De no obtener resultados, revisar la norma/detección de defectos.• Realizar todo lo anterior de forma exhaustiva.
3. Acercamiento	<ul style="list-style-type: none">• Análisis PM.
4. Otros	<ul style="list-style-type: none">• En caso de que el porcentaje de defectuosos sea bajo.• Defectos permanentes/crónicos.

(4) Nivel de aplicación del análisis PM

< Primera etapa >

Objetivo: disminuir a 1%

Método: trabajo de mejoramiento general, diagrama de causa-efecto orientado a puntos de importancia, análisis ¿por qué? ¿por qué?

< Segunda etapa >

Objetivo: acercar a "0"

Método: aplicación del análisis PM

C.5.3 Forma de Pensar el Análisis PM

(1) Realizar un análisis físico

< Las razones >

- Dependiendo de los resultados del análisis cambiará la forma de considerar los factores.
- Dar una coherencia teórica a la forma de considerar los factores

< Ejemplo >

- "Defecto en la pieza" : surgen deformaciones plásticas en materiales con una dureza superficial débil debido al contacto o a golpes.
- "Fundición de fusibles" : momentáneamente fluye una corriente mayor al voltaje de régimen y surge una fusión térmica.
- "Variación en las dimensiones de procesado" : < Por ejemplo, en el caso de trabajos de torneado >
Se altera el lugar entre la norma del trabajo y la punta de la cuchilla.

< Ejercicio >

- 1) "El encendido de los cerillos es malo"
- 2) "Los frenos de la bicicleta no frenan bien"
- 3) "Varía la dimensión del ancho en los trabajos de torneado"

(2) Procedimiento básico del análisis físico

1. "Volver a comprobar el principio del proceso"
 - Al no comprender lo que es el principio del procesado, no se podrá realizar un análisis físico.

- Aunque se comprenda el principio del proceso y de funcionamiento de la máquina principal no se tiene comprendido hasta la maquinaria en relación.
2. “Pensar cuáles son las reglas básicas del principio del proceso”
 - Se conoce la parte importante del principio del proceso y mecanismo.
 - Se conocen las reglas y mecanismos que deben ser.
 3. “Captar cuáles son las condiciones relacionadas al fenómeno”
 - Condiciones del equipo y las instalaciones que se relacionan con el fenómeno
 - El fenómeno es cómo es que cambian las condiciones (¿?)
 - Para aclarar el mecanismo del fenómeno, ilustrar la relación entre el trabajo y el equipo e instalaciones
 4. “Captar qué es el cambio físico y cuantitativo”
 - Qué es lo que cambia en la cantidad física.
 - En todos los fenómenos de no conformidad surgen “diferencias” a partir de las condiciones normales.

El análisis físico consiste en “esclarecer esa diferencia comparándola con el principio del proceso, reglas que deben mantenerse, estructuras y aclarando el mecanismo de las diferencias”

< Ejemplo del análisis físico >

Fenómeno	Principio del proceso (Principio de funcionamiento)	Reglas	Análisis físico	
			Condiciones relativas al fenómeno	Cambio físico
Fundición de un fusible	Debido a que fluye la corriente de mayor régimen por un conductor de bajo nivel del punto de fusión por más tiempo del determinado, se funde por la cantidad de calor producido y el circuito se corta.	<ul style="list-style-type: none"> • Que toda la energía eléctrica sea estable. • Que la corriente sea estable. • Que la capacidad de los fusibles sea “3 – 5 veces” mayor que la corriente de régimen. 	Entre la máquina y el fusible.	Fluye una corriente eléctrica mayor a la del régimen y debido al calor joule, se funde.

C.5.4 Forma de Dar Avance al Análisis PM

(1) Pasos del análisis PM

- 1) “Esclarecimiento del fenómeno”
- 2) “Análisis físico del fenómeno”
- 3) “Condiciones para la formación del fenómeno”
- 4) “Análisis de la relación entre equipo e instalaciones, jigs y herramientas, materiales, métodos y personas”
- 5) “Análisis de lo que debe ser (norma)”
- 6) “Análisis del método de investigación”
- 7) “Detección de no conformidades”
- 8) “Ejecución de la restauración y/o mejoramiento y control del mantenimiento”

(2) Puntos clave para el “esclarecimiento del fenómeno”

- Observar el fenómeno (gencho) en el producto físico (genbutsu) del lugar de trabajo (genba)/Observación por medio de las “tres GEN”
 - 1) En qué proceso surge el fenómeno.
 - 2) En qué parte del proceso surge el fenómeno.
 - 3) Si hay diferencia en la aparición de ese fenómeno.
 - 4) Si no hay diferencia en las condiciones en el que surge
 - 5) Si no hay cambios cronológicos en el fenómeno.
 - 6) Si no hay diferencia entre la maquinaria.

- Hasta dónde esclarecer el fenómeno
 - 1) Hasta el nivel en el que se pueda pensar que la realización del “0” es posible.
 - 2) Hasta donde sea posible la búsqueda del “¿por qué?” por lo menos tres veces.
 - 3) Dar importancia a la “acumulación de 0” de cada uno de los temas de mejoramiento.
 - 4) En la etapa del esclarecimiento del fenómeno, aclarar si es por declinación del funcionamiento o por paro del funcionamiento.
 - 5) En caso de ser por declinación del funcionamiento:
“En dónde se encuentra los factores de la declinación del funcionamiento” es decir, perseguir los factores.
 - 6) En caso de ser por paro del funcionamiento:
“¿Por qué se para el funcionamiento?” es decir, buscar las causas

□ Forma de captar el fenómeno

- 1) Retroceder hasta el punto más pequeño que se pueda comprobar como se muestra en la tabla posterior, utilizando lupas, microscopios, máquinas medidoras de circularidad, etc.

Marcas	Por golpes, por fricción, rasguños por desperdicios (partes recortadas)
Grado de circularidad	De forma ovalada, triangular, polígonos
Desgaste del chip	Chipping, Desgaste en el “flank”, en el “rake face”, por fundido.

□ Procedimiento para el esclarecimiento del fenómeno

Procedimiento	Contenido	Puntos
1	Eliminación de prejuicios Prevención de errores	Sin tomar tanto en cuenta los sucesos ocurridos hasta el momento, ordenar el contenido de defectuosos que podrían ser objeto para no cometer errores por suposición.
2	Observación del lugar de trabajo	Observando con sus propios ojos la realidad del producto físico en lugar de trabajo, retroceder hasta el punto más pequeño que se pueda comprobar.
3	Estratificación de fenómenos	Estratificar en forma suficiente lo observado
4	Análisis de las diferencias	Esclarecer diferencias entre la situación normal y anormal de lo que se estratificó.

□ Estratificación del fenómeno por medio de las 5W 1H

5W1H	Significado	Ejemplo de estratificación
Who	¿Quién?	Por encargado, por turno, por habilidad técnica, por título, etc.
What	¿Qué?	Por material, por producto, por lote, por proveedor, etc.
Where	¿Dónde?	Por operación, por equipo, por herramientas, por partes, etc.
When	¿Cuándo?	Por hora, por día, por temporada, por estación, etc.
Which	¿Hacia dónde?	Tendencia cronológica, tendencia creciente/decreciente, adelante-atrás-derecha-izquierda, etc.
How	¿Cómo?	Diferencia en la forma en que surge (frecuencia, continuidad, imprevisión, etc.)

(3) Puntos y procedimientos del “Análisis físico del fenómeno”

Procedimiento	Contenido	Puntos
1	Ordenamiento de reglas y principios	Observando los planos estructurales y mecánicos comprender las reglas y principios del proceso y funcionamiento con el manual de manejo.
2	Elaboración de planos estructurales y mecánicos	Elaborar un plano estructural sencillo y conocer el funcionamiento, mecanismo y estructura de las instalaciones y dispositivos.
3	Análisis de las condiciones relacionadas	Dibujar un plano de los puntos de contacto y entender de la relación de qué con qué se formó el fenómeno.
4	Análisis de la cantidad física y el estado de cambio	Esclarecer la cantidad física y el estado de cambio que unen las condiciones anteriores.

(4) “Esclarecimiento de las condiciones (factores) de formación”

< ¿Qué son las condiciones de formación? >

Con respecto a lo que se explicaba sobre fenómenos físicos anteriormente, se refieren las “condiciones particulares” al pensar “si se dan estas condiciones sin falta se formará (surgirá)”.

Las condiciones particulares se estratifican en los siguientes 4 factores.

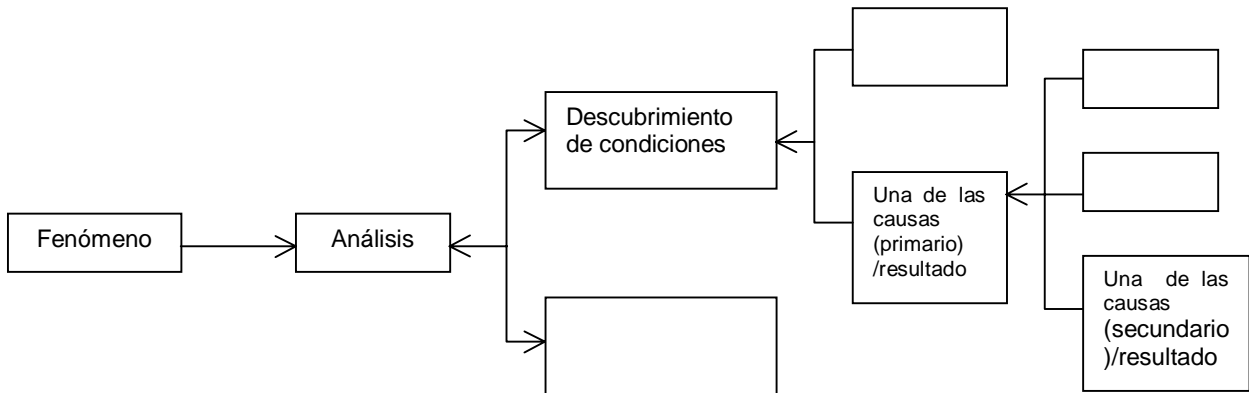
- Machine: nivel de precisión de diferentes tipos de las instalaciones y máquinas.
- Method: nivel de preparación y arreglo de los estándares de operación
- Man: nivel de la capacidad del encargado, nivel de cumplimiento de la norma.
- Material: nivel de calidad del material (se incluye la calidad de los procesos anteriores).

< Puntos clave para el análisis >

- 1) Las condiciones para la formación se encuentran en la “unión/vinculación” de las 4M.
- 2) Realizar de antemano la comprensión de la estructura y funcionamiento de los diferentes equipos e instalaciones.
- 3) Esclarecer cómo se constituye cada parte funcional.
- 4) Ordenar la relación causa-efecto de los puntos averiguados.
- 5) Revisar pensando “¿esto será todo?” y añadir más.

< Puntos clave del análisis de relación con el 4M >

Fenómeno de no conformidad	Análisis físico	Condiciones de formación	4M(primario)	4M(secundario)
----------------------------	-----------------	--------------------------	--------------	----------------



- 1) Sin aferrarse al porcentaje de contribución o al grado de influencia, manifestar todos los factores posibles.
- 2) En el caso de la relación entre equipos y herramientas, retroceder al mecanismo y la estructura que están constituyendo la formación de las condiciones desde el inicio (proceso) del fenómeno hacia los cimientos que los soportan.
- 3) Respecto al “material”, “métodos (operaciones, preparación, medición, manejo, etc.)”, “personal” también compararlos con las teorías, principios y reglas y detectar los factores posibles.
- 4) Tomando como base la “causa primaria”, extraer como factor la “causa secundaria” que hace que surja aquella (resultado).
- 5) Retroceder hasta la etapa en la que se puedan tomar medidas concretas.
- 6) Revisar la coherencia para ver si realmente es una condición de formación.

< Análisis de cómo debe ser (norma) >

- 1) Con respecto a cada uno de los puntos de los factores detectados, analizar la norma para poder realizar de forma adecuada el juicio de si es “normal” o “anormal” el estado actual.
- 2) Iniciar una investigación desde las normas y estándares que se mantienen en la etapa actual para el control de procesos.
- 3) En caso de que no exista una norma de juicio para las normas y estándares respecto a la precisión de los equipos e instalaciones, establecer la norma de juicio a partir de los

principios y reglas del proceso y mecanismos de generación de defectuosos, funcionamiento y estructura de los equipos e instalaciones y los estándares de calidad.

- 4) El punto clave en el momento de establecer la norma es esclarecer el límite entre lo “normal” y lo “anormal”.
- 5) En caso de que la situación de “normal” y “anormal” se aproximen, surgirá un área límite que dificulte la decisión. Existe una gran posibilidad de que lo que se encuentra en ese rango se vincule con el fenómeno defectuoso.
- 6) Sin confiar ciegamente los estándares y normas existentes, describir lo que debe ser realmente con base en la relación entre funcionamiento/estructura y estándar de calidad y/o manuales de cada tipo.
- 7) Esclarecer el límite entre lo “normal” y lo “anormal”.
- 8) En caso de que no exista una norma, comprobar realizando análisis o pruebas y esclarecer el área límite.

< Objetivos y métodos de la medición y la investigación >

- 1) Es un proceso necesario para el “análisis físico”, sin embargo el objetivo está en aclarar las “condiciones de formación”.
- 2) Entre otras cosas está la posibilidad de esclarecer los puntos clave para el control de mantenimiento posterior al mejoramiento.
- 3) Analizar los métodos de medición e investigación a partir del punto en el que concuerdan con las condiciones de formación.
- 4) Establecer un plan de investigación y llevarlo a cabo.
 - ¿Cuándo? (mes/día, en la operación/fuera de operación)
 - ¿Quién, qué cosa? (departamento de operación, de mantenimiento, de ingeniería de la producción, etc.)
 - Lo que se debe preparar (herramientas de trabajo, instrumento de medición, etc.)

< Puntos clave para la detección de las no conformidades >

- 1) Comprobar con la norma actual.
- 2) No estar sometido a la forma tradicional de ver las cosas ni a las normas de juicio.
- 3) Prestar atención a lo que hay en el límite de lo “normal” y lo “anormal”.
- 4) Investigar minuciosamente todos los factores.
- 5) Comprender de manera suficiente las causas detectadas de las no conformidades.

“Puntos a tomar en cuenta en la ejecución del análisis PM”

- 1) Llevar a cabo desde el punto de vista de ingeniería y/o teóricamente el proceso de pensamiento.
- 2) Llevar a cabo a modo de ingeniería y/o teóricamente el proceso de detección de defectos y mediciones.
- 3) Planeación de las propuestas de mejoramiento y puntos clave para su ejecución.
 - Procurar “antes del mejoramiento, primera la restauración”.
 - Después de la restauración, mejorar la prevención de la recurrencia de los problemas en la estructura y mecanismo (en caso de estar técnicamente ya pasado).
 - Se realiza la restauración y mejoramiento respecto a todas las no conformidades, tratar de volver a resumirlo. Evitar tratos particulares, esporádicos y espontáneos.
 - Comprobar los resultados sin falta y revisar si no hay fugas en la detección de factores, si el margen de tolerancia es el adecuado.
 - Realizar las medidas para la prevención de la recurrencia de problemas y poner “frenos” al asunto.

C.6 Metodo para la Disminución del Tiempo de Preparación

C.6.1 Pasos para el Mejoramiento de la Operación de Preparación

(1) Objetivos del mejoramiento de la operación de preparación

- 1) Mejora en la eficiencia debido a la disminución del tiempo de la operación de preparación.
- 2) Reducción de la pérdida de material, mejora en el rendimiento y disminución de los costos de éstos en el momento de la operación de preparación.
- 3) Mejora en el porcentaje del rendimiento de la operación de los equipos e instalaciones y en la utilidad.
- 4) Fortalecimiento de la confianza del usuario debido al mejoramiento de la precisión del trabajo.
- 5) Reducción de costos y aumento de ganancias debido a la disminución del porcentaje de defectuosos.
- 6) Compresión de inventario y respuesta al tiempo corto de entrega por medio de la producción de lotes pequeños.

(2) Procedimiento para el mejoramiento de la operación de preparación

- 1) “Tiempo de la operación de preparación/Comprensión de la situación real de los costos”.
 - Número de veces de preparación, tiempo total de preparación, tiempo de operación del equipo y horas/número de veces de preparación por día y por equipo.
 - Cálculo del costo de preparación por día y por equipo.
 - Cálculo del costo de preparación mensual por equipo y establecimiento del equipo que será objeto de mejoramiento.
- 2) Anuncio de la decisión de directivos y formación del equipo del mejoramiento de la operación de preparación”
 - El líder del equipo será el gerente de la planta.
 - El sublíder será el jefe de tecnología de producción o por algún otro encargado que corresponda.
 - Los miembros serán encargados de la operación de preparación
 - Nombrar a un encargado exclusivo aunque sea extrayéndolo del piso de trabajo.
 - a) Para empezar, estudiar el punto a mejorar de la preparación empleando la toma en video.

- b) Programar una operación de preparación en público por línea y llevarla a cabo. Analizar el lugar de trabajo siendo todos alumnos y a la vez maestros.
- c) Una vez a la semana realizar una preparación pública. Se esclarecerá previamente el procedimiento de la operación de preparación.
- d) Una vez al mes discutir los puntos de mejoramiento en común e intentar un desarrollo horizontal.
- e) Aunque sea exitoso el mejoramiento en la línea modelo, es fácil que se deje a un lado el desarrollo lateral ya que este toma tiempo.
- f) Realizar continuamente y en grandes cantidades las propuestas para las mejoras pequeñas.

Realizar una vez en tres meses un ejemplo en público del cambio de preparación.

Estos son los métodos de realización por el equipo.

- 3) Observación del piso de trabajo, análisis de los movimientos de operación, grabación en video y análisis del tiempo/operación de preparación pública como objeto

<Definición de los términos>

- a) Tiempo de preparación : es el tiempo que se utiliza desde que se quita el herramental viejo, se coloca el nuevo, se hacen las pruebas hasta que el primer producto bueno se fabrica.
- b) Preparación interna : es la operación de preparación en la que si no se detiene la máquina de prensa no se puede llevar a cabo. Por ejemplo, quitar y colocar el herramental.
- c) Preparación externa : es la operación de preparación que se puede realizar fuera de la máquina de prensa mientras la prensa está trabajando.
Transporte de herramientas hasta la zona de la máquina, de materiales y productos procesados.
- d) Análisis de operación : se supone que se analiza el estado de operación de las máquinas de forma independiente con el encargado de esa operación, pero generalmente se realiza la observación en tiempo de la situación de preparación incluyendo a ambas partes.
- e) Movimientos de pérdida : lo que corresponde al tiempo de consideraciones al piso de trabajo (reuniones/ buscar/ ajustar/espera).

<Método para realizar el análisis de operación>

a) La observación del tiempo emplea una tabla de análisis de operación como la siguiente.

No.	Operaciones esenciales	Tiempo de lectura Min. Seg.	Tiempo neto	Clasificación			Mejoramiento a lograr
				Operación interna	Operación externa	Pérdidas	
1	Apagar el switch	0		<input type="radio"/>			Colocación y desmontaje en un solo movimiento (<i>one touch</i>)
2	Quitar la manguera de aire	10	10	<input type="radio"/>			
3	Guardar la manguera de aire	38	28			<input type="radio"/>	
4	Quitar el material fraccionado del herramental	1.13	35	<input type="radio"/>			
5	Disminuir la carrera	1.21	8	<input type="radio"/>			
6	Aflojar tornillos	1.41	20	<input type="radio"/>			
7	Aflojar tornillo central del herramental superior	2.06	25	<input type="radio"/>			
8	Quitar el contador	2.20	14	<input type="radio"/>			
9	Quitar el herramental superior	2.36	16	<input type="radio"/>			
10	Aflojar tornillos del herramental inferior	2.52	16	<input type="radio"/>			
11	Quitar tornillos del herramental inferior	3.17	25			<input type="radio"/>	No se extrae el tornillo
12	(Se omite)						
13							

b) Cuando no se está acostumbrado a la observación se realiza la operación repartiéndose el trabajo entre dos personas. Una se encarga de registrar la operación y hacer la señal del corte. La otra da aviso del tiempo.

- c) En la observación del tiempo se sabe cada corte de una operación a otra (punto de cambio).
- d) Durante la observación se anotan los puntos de mejoramiento a lograr.

<Observación por medio del VTR>

- a) En el caso de una operación que termine en menos de aproximadamente una hora, la grabación en video es un método. Es posible repetir varias veces la misma operación para analizarla.
- b) Es útil para poder analizar las propuestas de mejoramiento dentro del equipo al captar la situación anterior a la mejora y posibilita la comparación con esas.

<Análisis del mejoramiento por medio de la observación en el piso de trabajo>

La observación en el piso de trabajo es un método en el que no se necesita de material alguno para realizarlo. Basta con un reloj de pulso y una libreta para encontrar las pérdidas fijando la mirada en las operaciones.

4) Clasificar los resultados del análisis en 3 pérdidas

Clasificar y sumar los resultados de la observación del tiempo en “preparación”, “desmontar”, “colocación”, “posicionamiento”, “establecimiento de estándares”, “trabajo de prueba”, “ajuste”.

<Ejemplo>

Clasificación	Preparación interna	Preparación externa	Total	Plan de mejoramiento
Preparación	90	300	390	1) Bogie especialmente para la preparación. 2) Elaboración de una lista de chequeo de la preparación. 3) Método de dirección para estantes de herramientas.
Colocación Desmontaje	Inferior 180 Superior 300	Repetir 140	620	4) Normalizar y uniformizar la altura del herramental. 5) Investigación de las dimensiones del herramental y lista de características de las máquinas. 6) Conforme al análisis PQ, A= <i>die set</i> , B= perno guía, C= <i>jig</i> intermedio.
Posicionamiento Establecer estándares	80	0	80	7) Con <i>taper</i> (método del perno guía)
Trabajo de prueba Ajuste	150	0	150	8) Desarrollo de herramientas para inspección, mejora en calibradores
Total	800 (64.5%)	440 (35.5%)	1240 (100%)	

Las operaciones que requieren de tiempo son los principales objetos de mejora, sin embargo se pensará desde el punto de vista de 1) pérdida de preparación 2) pérdida de cambio 3) pérdida de ajuste, pensando en ideas partiendo del concepto de cero en cada una de ellas.

5) Análisis y estudio de las medidas de mejora (la idea de eliminar pérdidas viene de la idea de estar en ceros)

En cuanto al mejoramiento, primero debe establecerse un objetivo cuantitativo. Y después se establecen los objetivos con cifras para la “pérdida de preparación”, “pérdida de cambio (colocación/ desmontaje)”, “pérdida de ajuste”.

Lo que abunda en la “pérdida de preparación” es buscar, elegir, completar, transportar, etc.

Lo que abunda en la “pérdida de cambio” es la extracción y colocación de tornillos.

La “pérdida de ajuste” se genera debido a que se mueve el estándar al momento del cambio de preparación.

<Pistas>

6) Elaboración del programa de realización de mejoramiento (desarrollo)

Con la participación de todos se pueden pensar en diferentes ideas para los mejoramientos. Las propuestas para los mejoramientos se dividen en los tres grupos siguientes y se llevan a cabo.

- a) Propuestas de mejoramientos que se pueden realizar rápidamente..... mejoramientos pequeños
- b) Propuestas de mejoramientos que requieren de un poco de tiempo y costos..... mejoramientos medianos

c) Propuestas que requieren de los mejoramientos de equipos e instalaciones y análisis tecnológico..... mejoramientos grandes

Clasificación general	Subclasificación	Tiempo	Tipos de pérdidas	Plan de mejoramiento		
				Mejora pequeña	Mejora mediana	Mejora grande
Pérdida de preparación	Preparación	10%	<ol style="list-style-type: none"> 1) Completar herramientas 2) Transporte de herramientas de inspección 3) Transporte de herramientas 4) Distribución que no permite la buena operación 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Placa de las 7 herramientas 2) Poner el código en el área de almacén 3) Aplicación del ANDON 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Desarrollo de un carrito especial para la preparación (rotatorio) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Líneas en U
Pérdida de cambio	Desmontaje Colocación	20%	<p style="text-align: center;">Materiales / Herramientales</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Herramientas para el apretado de tornillos 2) Cambio de herramientas 3) Posicionamiento de herramientas 4) Altura del herramental 5) Cambio del material en forma de aro 6) Sacar material de filete y envoltura 7) Inspección de materiales 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Herramienta de ajuste independiente (de tipo resorte) 2) Encaje superior e inferior por una sola operación 3) Investigar la dimensión de herramientas 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2 herramientas de atornillado 2) No se extraen los tornillos (arandela de tipo C) 3) Estandarización de herramientas 4) Duplicación de material en forma de aro 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema de autopisado 2) Reconstrucción de herramentales
Pérdida de ajuste	Posicionamiento Establecimiento de estándares Procesado de prueba Inspección Ajuste	65%	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ajuste de la carrera 2) Ajuste de la altura de alimentación 3) Ajuste de la cantidad de alimentación 4) Cambio de lugar del shoot 5) Inspección 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema de resbaladilla por medio del shoot 2) Quitar el recubrimiento de la carrera (parcialmente) y hacer que se visualice (graduación) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Calibrador para establecer el estándar de la carrera (se coloca en el herramental) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema de flotador
	Otros	5%	<ol style="list-style-type: none"> 1) Determinar el lugar de lubricación 2) Aire 3) Extracción del material 			
Total		32 min	<ol style="list-style-type: none"> 4) Extracción del cable de energía 			

<Tabla del programa de realización de las mejoras en operaciones de preparación / Ejemplo sólo de mejoramientos pequeños>

	Mejoramientos pequeños(a)						
	No.	Puntos de mejoramiento	Horas-hombre reducida	Efecto económico	Inversión	Planeación / Resultado	Encargado
Pérdida de preparación	1	Placa de las 7 herramientas				/	
	2	Direcciones del lugar de los herramientas				/	
	3	Diferenciación de herramientas por colores				/	
Pérdida de cambio	1	Eliminar el tornillo del perno				/	
	2	Herramienta de ajuste de tipo independiente				/	
	3	Tope				/	
	4	Tuercas de tipo mariposa				/	
Pérdida de ajuste	1	Colocación del shoot				/	
	2	Marcar el lugar de la carrera				/	
	3	Estandarización de la altura/ancho del herramienta, y la altura de la colocación				/	

2) Ejecución del mejoramiento

Se ejecuta el mejoramiento y se registran los días en los que se realiza. El responsable de la promoción de los mejoramientos pensará en medidas necesarias observando el estado de ejecución (cumplimiento). Es necesario que se comprenda que los directivos y/o jefes de planta tienen una gran responsabilidad en los retrasos de la ejecución.

3) Evaluación y desarrollo lateral

Si es exitosa la realización en la línea modelo, expandir a lugares de trabajo similares por medio del desarrollo lateral de los resultados.

C.6.2 Forma de Pensar y Puntos Clave del Mejoramiento de la Operación de Preparación (Reglas determinadas/Reglas aceptadas)

(1) Forma de pensar básica

- 1) Aumento en el porcentaje de operación por medio de la preparación externa de las operaciones de preparación interna.
- 2) Simplificación de las operaciones de preparación interna restantes, aún más, el aumento del porcentaje de operación por medio de que no haga falta la preparación interna.
- 3) Simplificación y eliminación de operaciones por medio de las 5S en la preparación exterior.
- 4) Disminución del tiempo y mejora en el rendimiento por medio de la eliminación de ajustes innecesarios.

(2) Reglas para ese fin

- 1) De lo que se pueda preparar, preparar todo anticipadamente.
 - Tratar de hacer innecesarios los preparativos.
 - Disminuir el buscar, elegir y transportar. Aún más, eliminarlos.
 - Determinar el lugar de los herramientales y jigs y poner señalamientos.
 - Determinar la dirección de los herramientales.
 - Diferenciarlos por colores y señalar la posición de la corredera.
- 2) Disminuir lo más que se pueda el caminar o transportar y hacerlos innecesarios.
 - Distribuir de tal manera que se pueda caminar en U.
 - Adiestrar a una persona para la preparación.
- 3) No estar quitando ni colocando los tornillos.
 - Tener sólo 3 roscas de tornillos.
 - Ingeniar herramientas de apretado independientes (pisador L) y de apretado por tipo bisagra.
- 4) Disminuir lo más que se pueda la cantidad de tornillos.
 - Herramientas de apretado de tipo palanca, de tipo de leva y autopisador (QDC).
- 5) No modificar la norma de herramientales y jigs.
 - Estandarizar la altura de apretado, la altura del herramientales y centralizar el herramientales.
 - Marcar la dirección de la mejora por medio del análisis ABC de la frecuencia de uso del herramientales.

- Fijación de la altura del rodillo alimentador, colocación del shoot al herramental, estandarización de la altura del cojín.
- 6) Las operaciones de ajuste son pérdidas, hacer innecesarios los ajustes sin mover la base.
- Colocar a los herramentales que se dividen en superior/inferior de un simple golpe un poste guía. De ser posible hacerlos die set.
 - En el caso de herramentales de diferente forma, elaborar un jig mediador y hacer que concuerde con la norma para el tope.
- 7) Cortar la espiga. Convertirlo al sistema flotante y fijar sólo el herramental inferior.
- Emplear el poste guía y pensar en hacer innecesaria la colocación de la espiga.
 - Colocar un resorte poderoso al poste guía.
- 8) Los ajustes visualizando la graduación serán todos por bloques de calibración.
- Resaltar los lugares para los micro ajustes de la graduación./Operaciones en las que se miden las dimensiones viendo la graduación de escalas, micrómetros, Verniers, calibrador de disco, etc.
 - Elaborar un bloque de calibración y hacer que se establezca la norma visible del tope.
 - Un procesado de prueba está bien, después de 2 veces ya es pérdida.
- 9) Idear un método en el que sea posible cambiar de herramental sin tener que parar la prensa. Aún más, pensar en alguno que no necesite del cambio de preparación.
- El suministro de herramentales de tipo cassette/alimentador.

C.6.3 Ejemplo de la Estrategia de Cero Preparación de la Empresa T

(1) Procedimiento de la estrategia

- Procedimiento 1: “Comprensión de la situación real de pérdida del tiempo de preparación”
Nombre de proceso, de la máquina, del producto, del herramental, producción de los 3 meses pasados/tiempo del número de preparaciones, número de empleados, de horas-hombre totales, carga por tiempo, costo de preparación.
- Procedimiento 2: “Constitución del equipo de mejoramiento de la preparación”
Llevar a cabo un cambio de preparación en público y realizar la

observación en el piso de trabajo. En caso de que no se tenga un conocimiento básico sobre el análisis del tiempo, dar importancia especialmente a la observación en el piso de trabajo.

Procedimiento 3: “Detección de pérdidas por medio de la comprensión de la situación real”

Detectar las pérdidas según la clasificación por “pérdida de preparación”, “pérdida de cambio”, “pérdida de ajuste”. En esta etapa, dar importancia a detectar las 3 pérdidas desde diferentes aspectos. Posteriormente, evaluar los temas de mejoramiento según “efecto económico”, “dificultad técnica”, “tamaño de inversión” y ordenarlos y clasificarlos en “mejoramiento pequeño”, “mejoramiento mediano”, “mejoramiento grande”.

Clasificación	Proporción	Detección de pérdidas	Mejoramiento pequeño	Mejoramiento mediano	Mejoramiento grande
Preparación	7%		1) Convertir la preparación interna en externa	1) Utilización de un carrito exclusivo 2) Direcciones en el almacenamiento de materiales	
Cambio	26%		2) <i>Ratchet</i> 3) Resorte en el pisador 4) Unificar a tornillos hexagonales	3) Reconstrucción del soporte de la espiga	1) Elaboración de estándares para el diseño de herramientas <ul style="list-style-type: none"> • Altura del herramental • Die set • Sistema de pisado • Posicionamiento
Ajuste	67%			4) Elaboración del bloque de defensa 5) Calibrador de ajuste de la longitud de alimentación	

Procedimiento 4: “Resumen al plan de mejoramiento de la operación de preparación”

Procedimiento 5: “Realizaciones concretas” y control del proyecto

Procedimiento 6: “Medición de resultados y desarrollo lateral”

D. Estudio de Caso