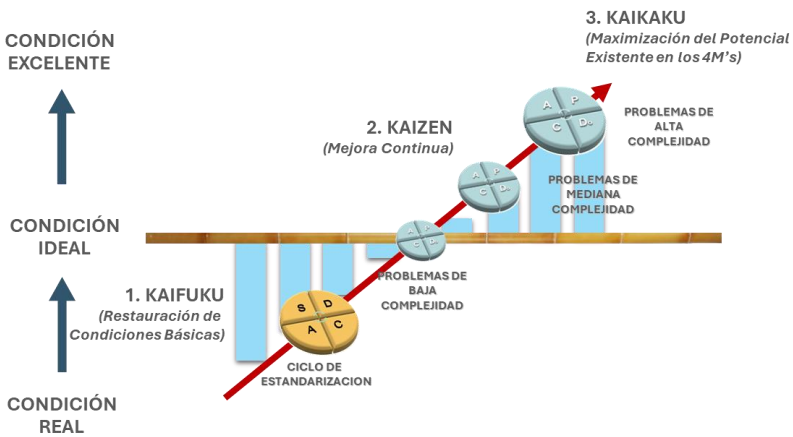
Mantenimiento

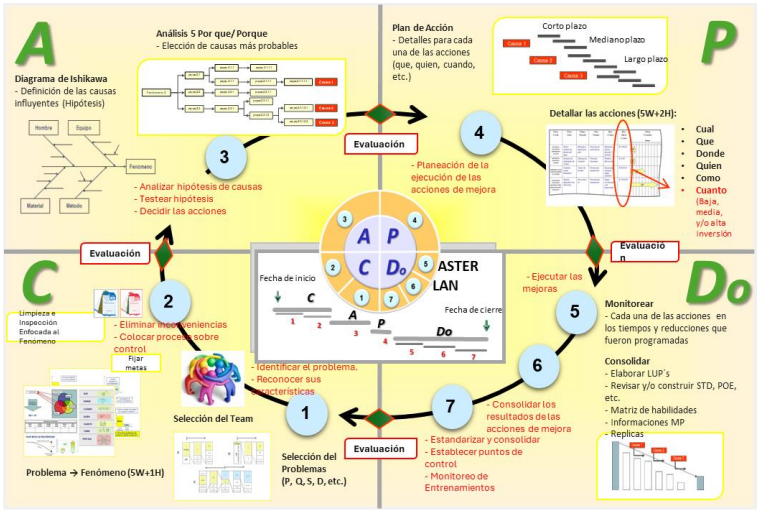
Gestión empresarial

Temas de la clase

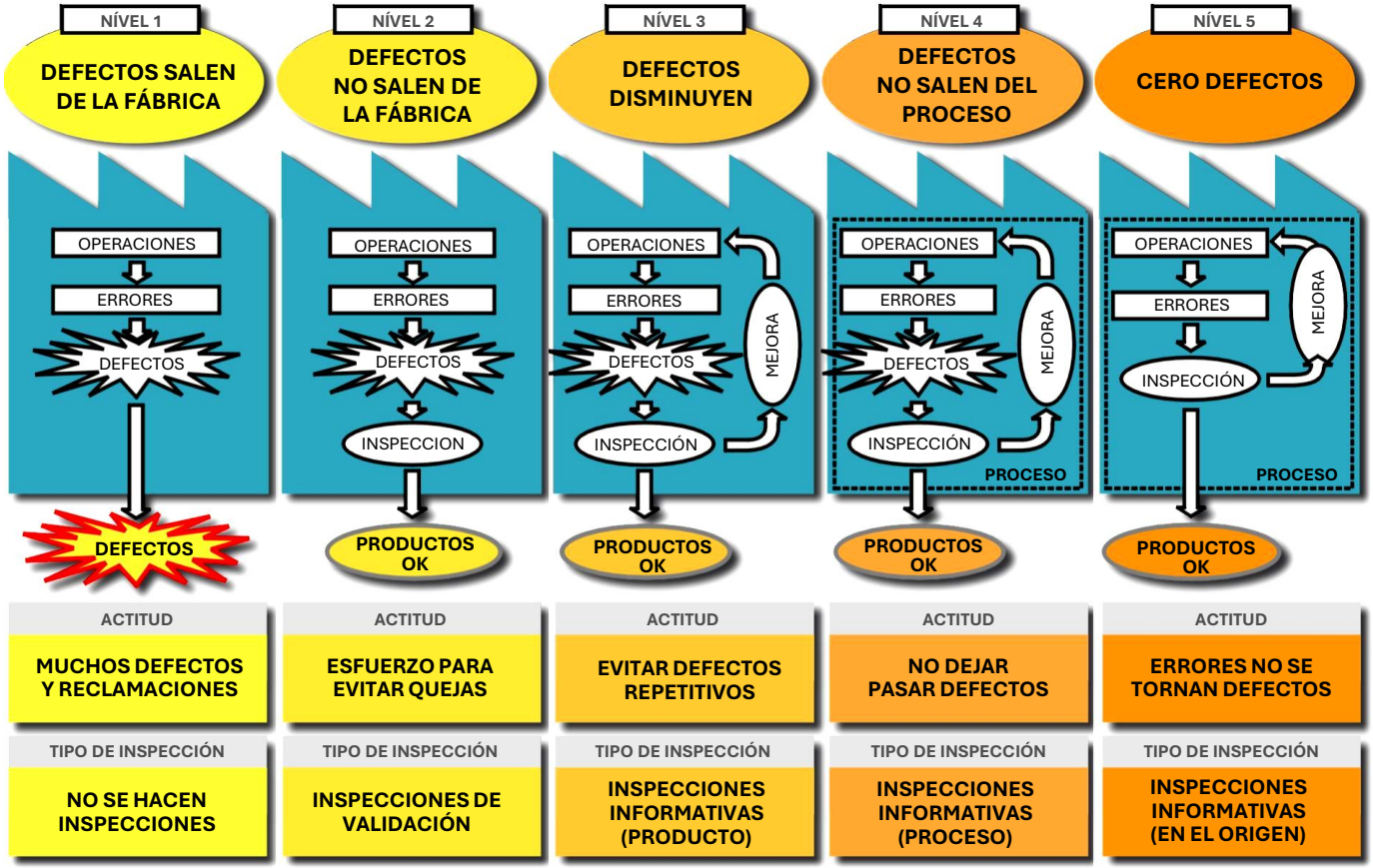
- Introducción al ciclo de mejora continua
- 5 s
- Mantenimiento total productivo

Proceso secuencial de mejora

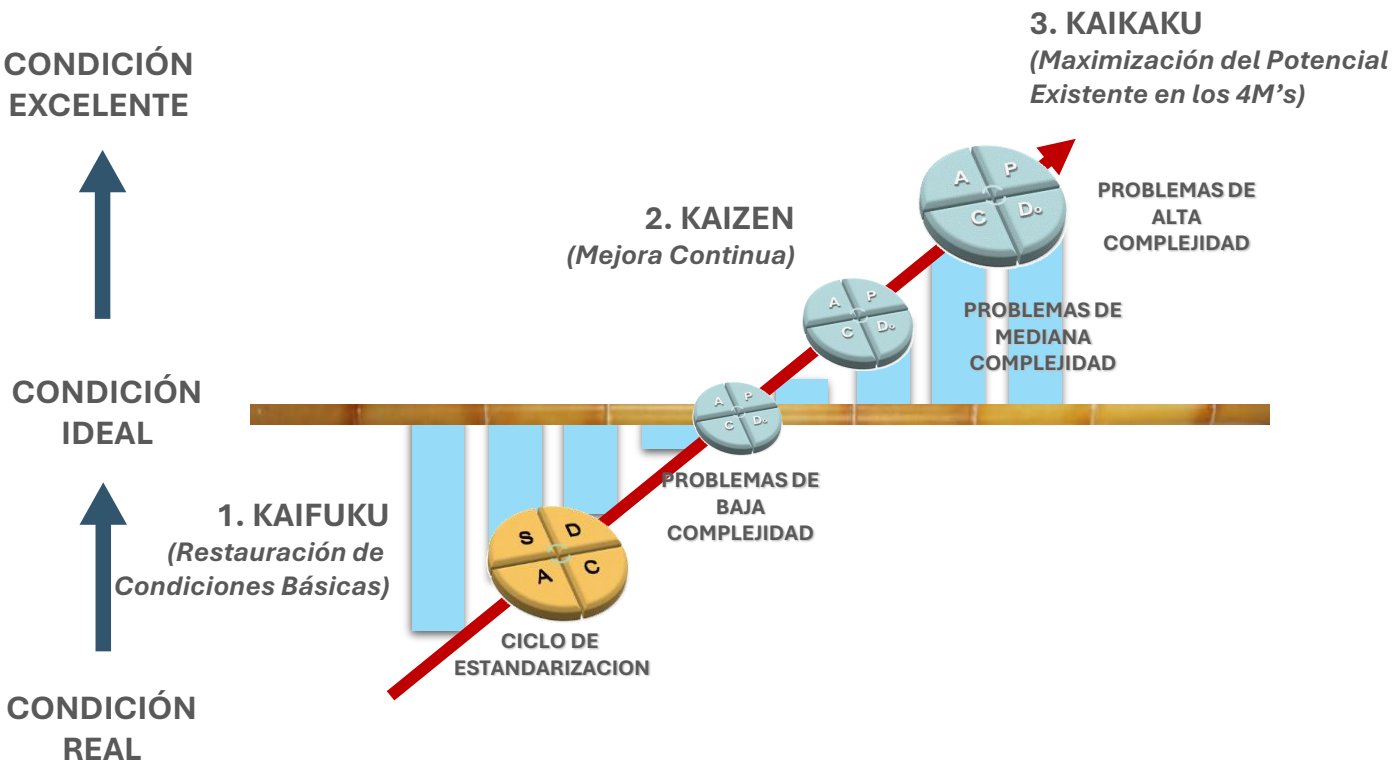




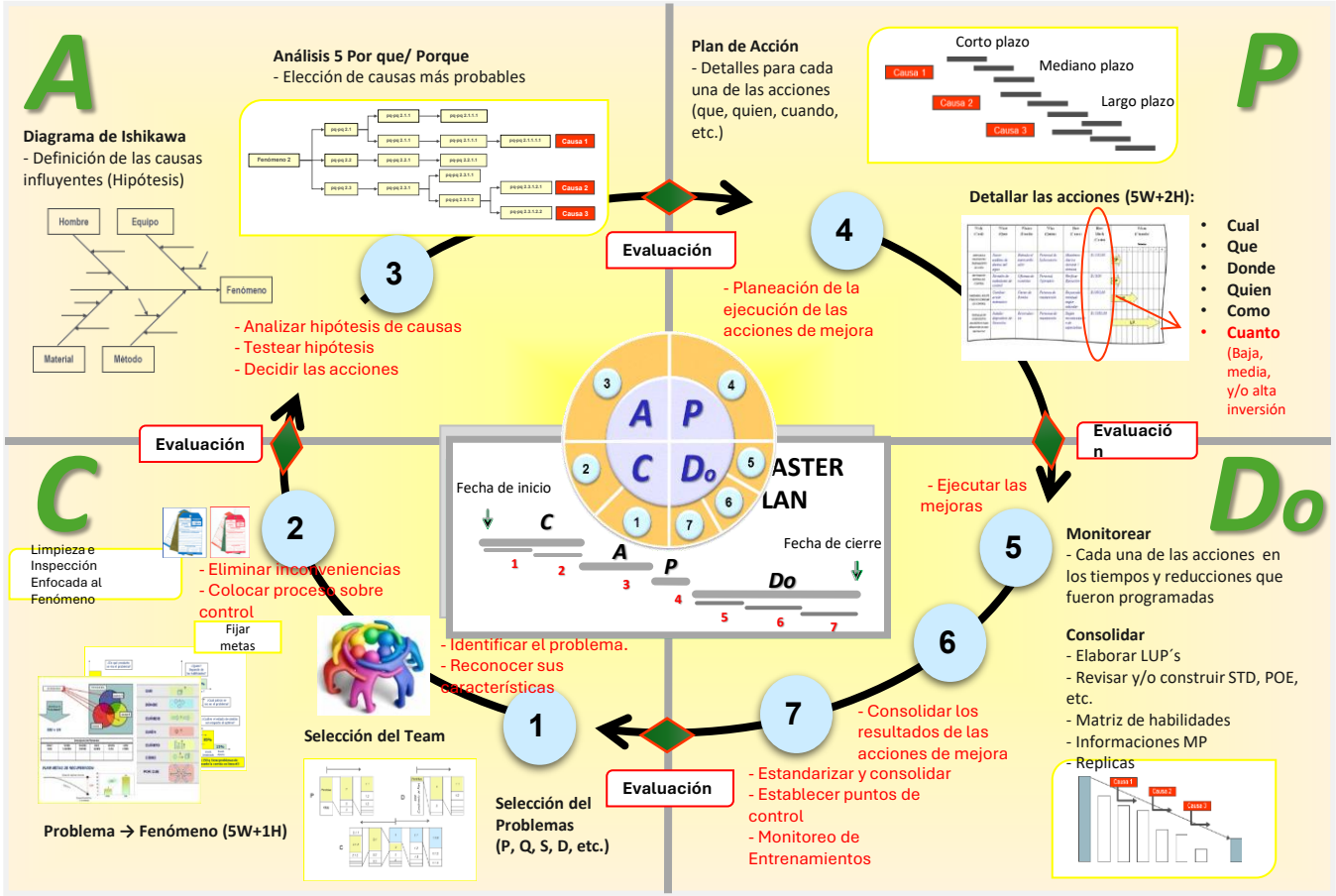
Evolución de las expectativas de calidad



Proceso secuencial de la mejora continua



Ciclo de mejora CAPDO (Noriaki Kano)



Las seis grandes pérdidas

TIEMPO PERDIDO:

1.- Falla de equipos

2.- Puesta a punto y ajustes

PÉRDIDA DE VELOCIDAD:

3.- Tiempo ocioso y paros menores

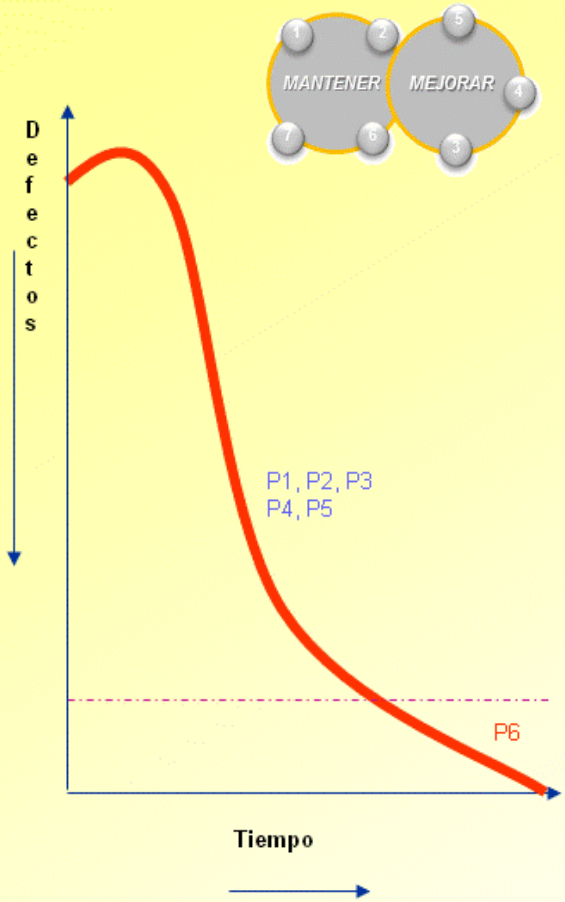
4.- Reducción de velocidad

DEFECTOS DE CALIDAD:

5.- Defectos en el proceso

6.- Reducción de rendimiento

Defectos crónicos & loop infinito



Paso 1) **Entender la situación actual:** Inspeccionar los factores contribuyentes hacia el fenómeno del defecto. Identifique cualquier aparente contamedida, implemente, y monitore los resultados

Paso 2) **Examinar las condiciones 4M´s y retornar a las especificaciones:** Identifique principales items NG, entienda las causas, y retorne el proceso a las "existentes" especificaciones

Paso 3) **Identificar que variables causan defectos crónicos:** Analizar la(s) principal(es) causa(s) de defectos crónicos. El Análisis PM es usado frecuentemente para investigar y entender el fenómeno

Paso 4) **Eliminar las causas de defectos crónicos:** Eliminar las causas de los defectos crónicos con acciones hacia los items NG. Hacer nuevas especificaciones

Paso 5) **Establecer las condiciones para Cero Defecto:** Establecer las condiciones para todos los items determinados como criticos en los Pasos 2 a 4. Establecer rangos y límites seteados que deben ser controlados.

Paso 6) **Gerenciamiento del Cero Defecto:** Determinar métodos adecuados de inspección, con estándares y frecuencias para los items, e implementarlos

Paso 7) **Revisión de resultados continua para asegurar el proceso controlado:** Monitorear continuamente el proceso, y chequear los resultados

Nota: NG es No Conforme

Consignas de la clase

¿Cuales considera que son las principales perdidas de su proceso?

¿Cuáles serían lo métodos que considera para disminuir las perdidas identificadas?

15 minutos

5 s

5S

- Es una disciplina básica en Lean.
- La metodología 5S surgen como respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo para eliminar desperdicios.
- Este movimiento toma su nombre de cinco palabras japonesas que constituyen el "housekeeping" de la fábrica, la oficina o la casa.
- Organizar el lugar de trabajo, independientemente que sea de fábrica o una oficina, es más productivo. Después de aplicar las 5S, cada cosa debe tener un lugar y cada cosa estará en ese lugar.

Pasos de las 5S

- Es necesario establecer un orden inicial que permita la rápida identificación de desperdicios, fallas y situaciones de riesgo. Ese es el propósito de las 5S.
- Las 5S, o los cinco pasos para establecer ese orden son las siguientes:
  - *Clasificar (Seiri)*
  - *Orden y organización (Seiton)*
  - *Limpieza (Seiso)*
  - *Estandarización (Seiketsu)*
  - *Disciplina (Shitsuke)*

Clasificar (Seiri)

Objetivo:

- Liberar o eliminar de los espacios de trabajo a todos los elementos innecesarios para las operaciones.

Basado:

- En el principio " Sólo lo que se necesita en la cantidad que se necesita y sólo cuando se lo necesita”.

Ordenar y organizar (Seiton)

Objetivo:

- Ordenar los elementos necesarios de modo que sean de fácil localización. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden.

Ayuda a:

Eliminar tiempos improductivos.

Requiere:

1. Ordenar cada objeto, parte o elemento siguiendo una lógica.
2. Determinar y demarcar los lugares de almacenamiento, según los períodos y frecuencias de uso, o según características.
3. Etiquetarlos.
4. Definir un procedimiento para que cualquiera pueda encontrarlos y darles uso.

Limpiar (Seiso)

Objetivos:

- Eliminar la probabilidad de que errores, riesgos o potenciales problemas queden ocultos por suciedad.
- Corregir inmediatamente lo que esté fuera de lugar.
- Identificar anormalidades de los equipos o del lugar de trabajo.
- Iniciar a los empleados en tareas de cuidado y mantenimiento.

Comentario:

- La limpieza de cada área de trabajo es una responsabilidad de todos los que trabajan en ella.

Estandarizar (Seiketsu)

Objetivos:

- Estandarizar las 3S anteriores.
- Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar continuamente los tres pasos anteriores.

Comentarios:

- Es el estado que existe cuando los tres primeros pilares (organización, orden y limpieza), se mantienen apropiadamente.
- No es una actividad, sino un estado estandarizado o condición.

Disciplinar (Shitsuke)

Objetivos:

- Que cada integrante del equipo de trabajo mantenga como hábito o costumbre el cumplimiento de las S anteriores.

Comentarios:

- Es la "S" más difícil de alcanzar e implementar.
- La disciplina es el orden y control personal que se logra a través de un entrenamiento en las facultades mentales, físicas y morales.

Fábrica Visual

- El primer paso para la Fábrica Visual son los estándares 5S
- Luego, el equipo debe hacerse las siguientes preguntas:
  - Podemos identificar fácilmente temas de tiempos muertos?
  - Podemos identificar fácilmente temas de scrap?
  - Podemos identificar fácilmente problemas de cambios?
  - Podemos identificar fácilmente problemas de balanceo de línea?
  - Podemos identificar fácilmente niveles de inventarios excesivos?
  - Podemos identificar fácilmente herramientas y suministros extraños?
- Si NO PUEDE identificar rápidamente ninguna de estas oportunidades mediante un vistazo del área, entonces el equipo deberá buscar establecer un medio de identificación inmediata.

Controles visuales

¿Qué son?

Son medios, dispositivos o mecanismos que fueron diseñados para manejar o controlar nuestras operaciones (proceso) con el fin de cumplir con los siguientes propósitos:

Hacer visibles para todos, los problemas, anomalías, o desviación de las normas y por lo tanto, poder tomar inmediatamente una acción correctiva.
Mostrar el funcionamiento o el estado de progreso en un formato fácil de ver.

- Proporcionan instrucción.
- Transmiten información.
- Proporcionan respuestas inmediatas a las personas.

Controles visuales

Ejemplos:

- Un diagrama de flujo del proceso. El que realmente se utiliza.
- Un sistema Andon de señales que marque el estado de la producción.
- Una Lista 5S de procedimientos estándar, las responsabilidades, los recursos, etc.
- El Sistema Kanban para suministros.
- Las gráficas de rendimiento de proceso son las que cuentan cómo los trabajadores están realmente haciendo su trabajo.

Controles visuales

¿Como Se hace?

1. Identificar la información que se desea dar a conocer y los errores que se desean evitar.

2. Diseñar de una manera sencilla y visual la manera de mostrar y controlar la actividad.

3. Probar el método; recabar la opinión de los implicados.

4. Entrenar a todos para garantizar que son capaces de utilizar el mecanismo previsto.

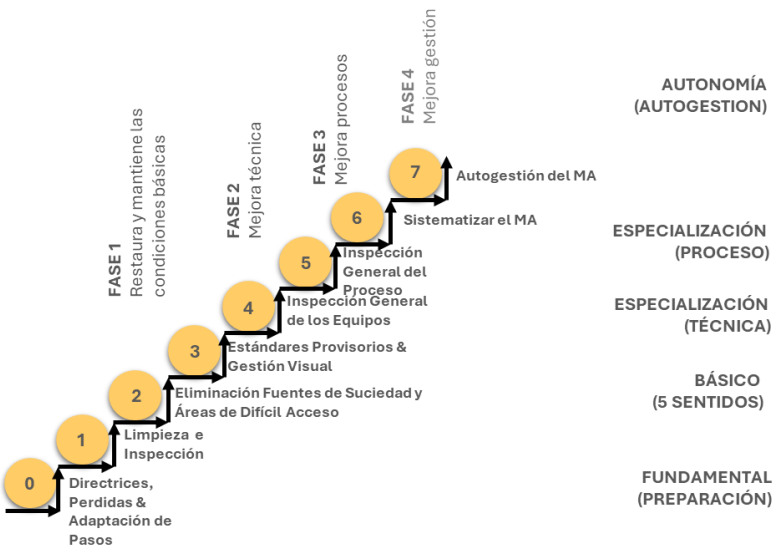
5. Revisar periódicamente y mejorar.

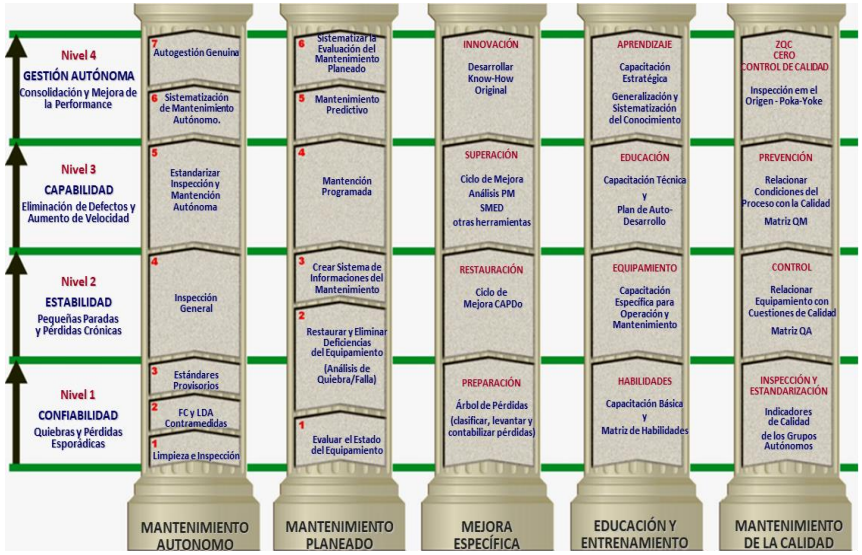
Consignas de la clase

¿Considera el uso de las 5 s para todo sus procesos o en parte de ellos?

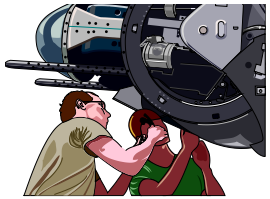
15 minutos

Mantenimiento Total Productivo (TPM)



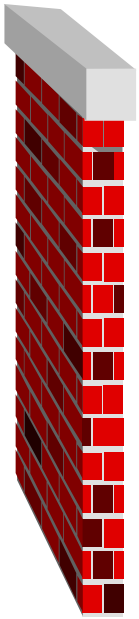


Mantenimiento reactivo



Mantenimiento – “NOSOTROS ARREGLAMOS”

- Realiza todas las actividades de mantenimiento
- Realiza mantenimiento de “combate incendios” cuando ocurre una rotura de máquinas
- Ordena y administra todas las herramientas, insumos, etc.
- Realiza mantenimiento preventivo



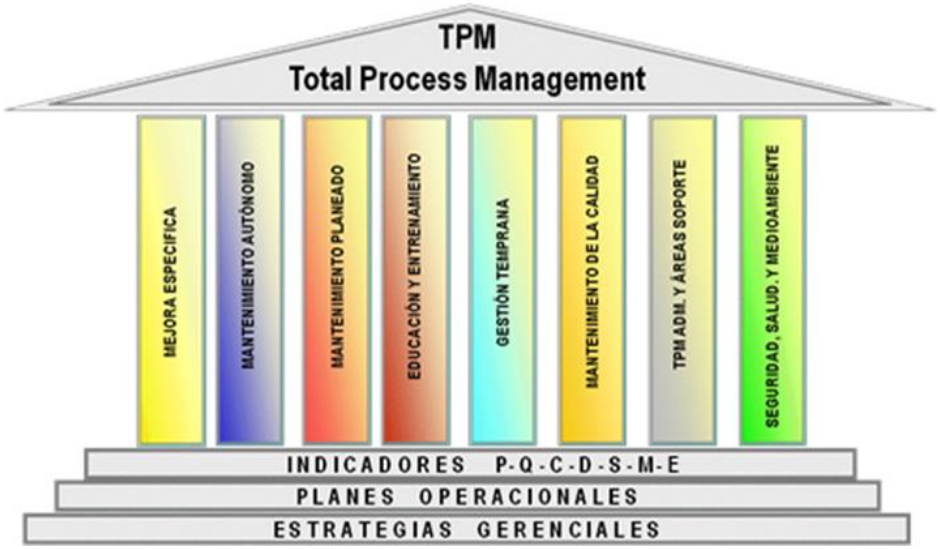
Manufactura

“NOSOTROS OPERAMOS”

- Generalmente no realiza ninguna actividad de mantenimiento
- Contacta a mantenimiento cuando ocurre una rotura de máquina
- Inactivo durante actividades de mantenimiento
- “Corre hasta que se rompa”

Mantenimiento Productivo Total

El TPM es un enfoque de sentido común para mantener proactivamente el equipo, eliminar tiempo muerto no programado y mejorar el nivel de cooperación entre operaciones y mantenimiento.



Definiciones clave

Mantenimiento preventivo

Mantenimiento preventivo es un método basado en tiempo o uso de mantenimiento de equipo. Las actividades de mantenimiento son realizadas en equipos sobre la base de intervalos de tiempo y/o uso para evitar que ocurran roturas de equipo.

- Programas PM

Mantenimiento Predictivo

El Mantenimiento predictivo es un método basado en situación. Las actividades de mantenimiento se realizan en base a señales visibles o técnicas de diagnóstico para evitar que ocurran roturas.

- Análisis de vibración
- Medición por Láser
- Ultrasonido
- Prueba de Generador
- Termografía
- Análisis de aceite

Fases TPM

FASE I — Regresar equipo a condición confiable

FASE II — Eliminar Paradas

FASE III — Desarrollar base de información TPM

FASE IV — Eliminar Defectos

Los 7 pasos del mantenimiento productivo total

1. Realizar limpieza e inspección inicial de máquinas
2. Identificar y etiquetar defectos de máquina
3. Desarrollar el PM de operador y mantenimiento
4. Instruir a los operadores en las técnicas PM adecuadas
5. Instruir al personal de mantenimiento en técnicas PM adecuadas
6. Implementar organización 5S
7. Monitorear OEE y fomentar cooperación

TPM Paso 1

- **Inspección inicial de máquinas**
- **Objetivo** – Identificar reparaciones necesarias y defectos de etiqueta
- **Ejecución**
  - Limpiar máquina cuidadosamente – realizado por todos los miembros del equipo
  - Etiquetar y registrar todas las reparaciones necesarias en un cuaderno de proyecto

TPM Paso 2

- **Reparar defectos y fugas de máquina**
- **Objetivo –** Reparar ítems encontrados en paso 1
- **Consideraciones**
  - Asegurar que los problemas etiquetados sean reparados
  - Reparaciones actuales no tienen que ser realizadas por miembros del equipo
  - El supervisor de producción tiene que hacer disponibles las máquinas

TPM Paso 3

- **Desarrollar Plan de Mantenimiento de operador y mantenimiento**
- **Objetivo –** Asegurar completar checklist de mantenimiento preventivo adecuado
- **Consideraciones**
  - Equipo de proyecto TPM para desarrollar PM's
  - Quien realiza las tareas
  - Frecuencia de tareas (p.e., diariamente, semanalmente, etc.)

TPM Paso 4

- **TPM hace al operador más autónomo**
- **El operador visualiza todos los problemas pequeños ahora, con la posibilidad de:**

- **Consideraciones**
  - Notar rápidamente problemas potenciales
  - Corregir la situación actual
  - Reconocer condiciones normales
  - Mantener la máquina en buenas condiciones generales

TPM Paso 4 Mantenimiento autónomo

- Se refiere a actividades que involucran a operadores en el mantenimiento de su propio equipo
- Cómo hacer al operador más independiente:
  - Tener la documentación disponible
  - Definir actividades de mantenimiento/manufactura
  - Mostrar al operador como realizar revisiones en base diaria
  - Capacitarse en operación básica, mantenimiento y detección de defectos
  - Hacer las actividades diarias visibles
  - Identificar claramente los temas a supervisar

TPM Paso 5 Mantenimiento autónomo

- **Actividad PM realizada por personal de mantenimiento**
- **Objetivo** – Evitar fallas de máquina – arreglar antes de la falla
- **Consideraciones**
  - Los PM son programados conjuntamente por mantenimiento y producción
  - Supervisor de mantenimiento para asegurar que el PM sea efectivo

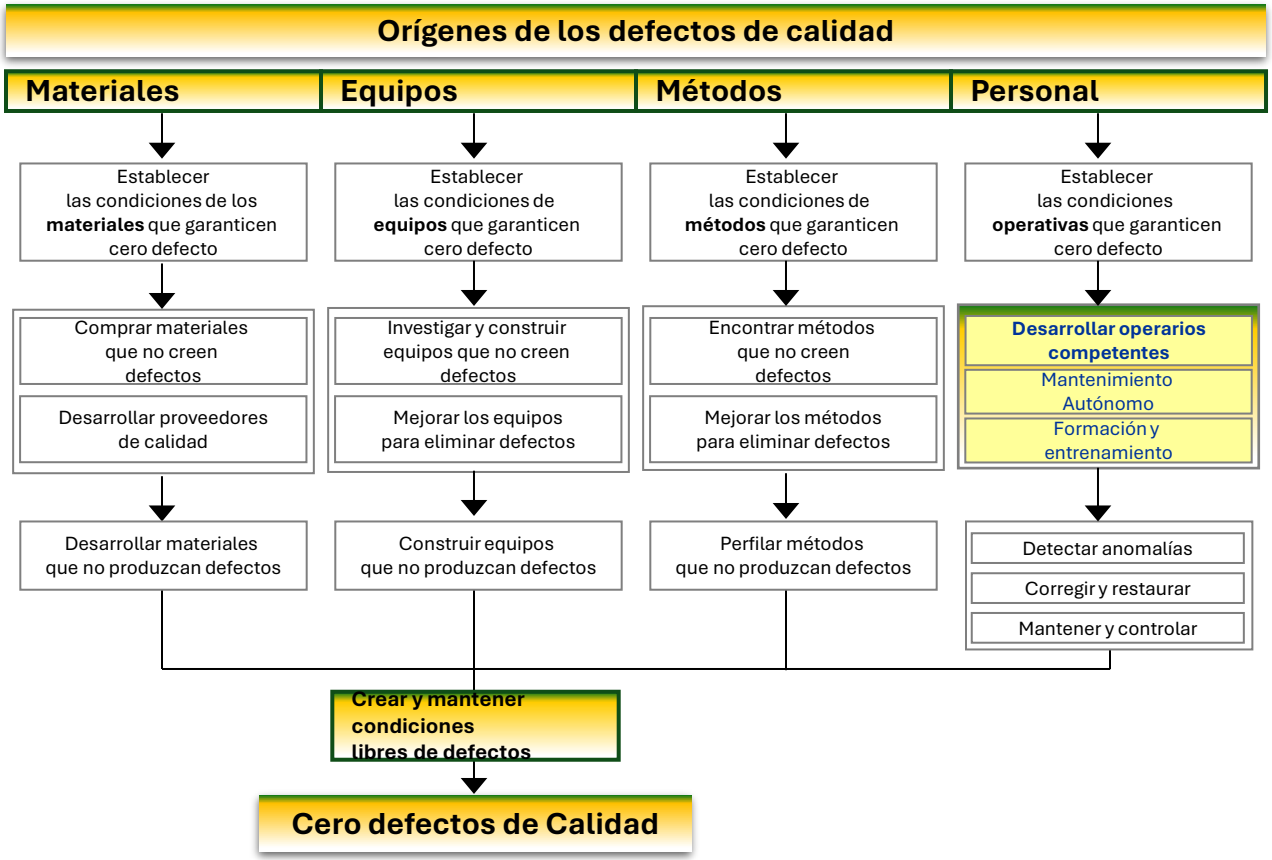
TPM Paso 6

- **Implementar 5S**
- **Objetivo –** Asegurar limpieza y organización sostenida
- **Ejecución**
  - Clasificación *Eliminar equipo obsoleto y roto*
  - Puesta en orden *Todo en el lugar designado*
  - Pulir *Limpieza de maquinaria y herramental*
  - Estandarizar *Permitir tiempo y mantener frecuencia*
  - Sostener *Mejora de largo plazo*

TPM Paso 7

- **Monitorear OEE y fomentar cooperación**
- **Objetivo –** Revisar y mejorar de manera continua el rendimiento de la máquina y la cooperación entre mantenimiento y producción
- **Consideraciones**
  - Tener programadas revisiones regulares de TPM
  - Rastrear el progreso de actividades en marcha
  - Identificar áreas para mejora futura
  - Iniciar acciones correctivas en cuanto sea necesario

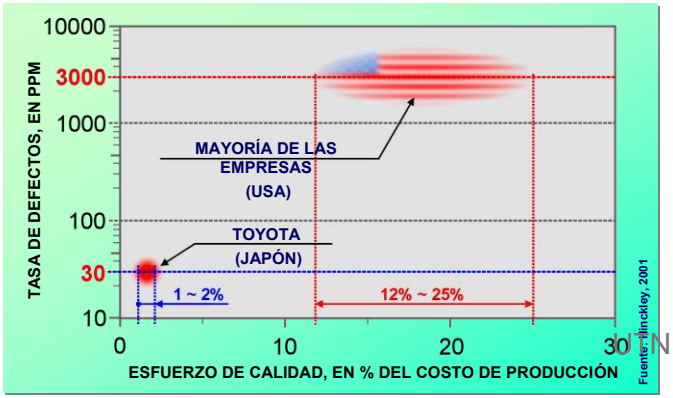
Filosofía del cero defecto



Principios para el camino a la perfección

El producto de toda persona, equipo o máquina:

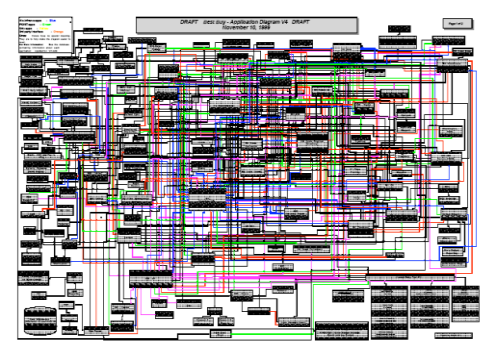
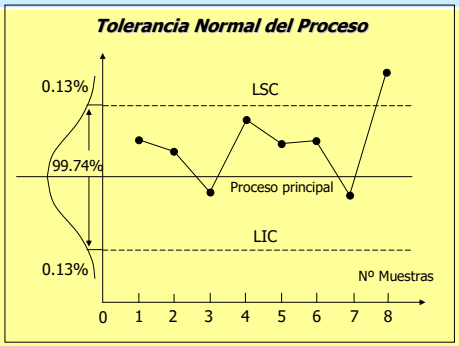
- Es exento de defectos;
- Puede hacer entrega unidad por unidad (lote unitario);
- Puede ser provisto en la versión requerida por el pedido;
- Puede ser entregado inmediatamente;
- Puede ser producido sin desperdicios de materiales, mano de obra, energía u otros recursos;
- Puede ser producido en un ambiente de trabajo físicamente, emocionalmente y profesionalmente seguro para todos los empleados.



Taiichi Ohno (1912-1990)

Idealizador de los métodos que construyeron el Sistema Toyota de Producción, para alcanzar **el *Dantotsu*: "Ser el Mejor entre los Mejores"**

Factores generadores de defectos

COMPLEJIDAD	ERRORES	VARIACIÓN
Tolerancias mas estrictas que lo necesario, componentes extras, ajustes innecesarios, formatos mas difíciles de obtener, etc. tornan el proceso mas inestable y mas dependiente de controles.	Los errores son la fuente dominante de defectos después que un proceso está bajo control. Los “errores” solo pueden reducirse, pero no eliminarse. Pero, los “defectos” si pueden eliminarse.	El resultado de un proceso varia al largo del tiempo, debido a su falta de capacidad de alcanzar o mantener la precisión con consistencia al largo del período del proceso.
		

Complejidad

- **La complejidad incrementa la "TASA DE DEFECTOS",** y está relacionada con varios criterios como:
  - El tiempo total de montaje
  - El número de etapas de montaje
  - La cantidad de componentes
  - Las dificultades de la operación

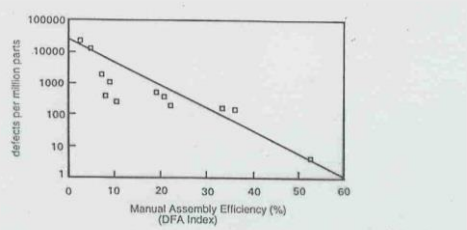
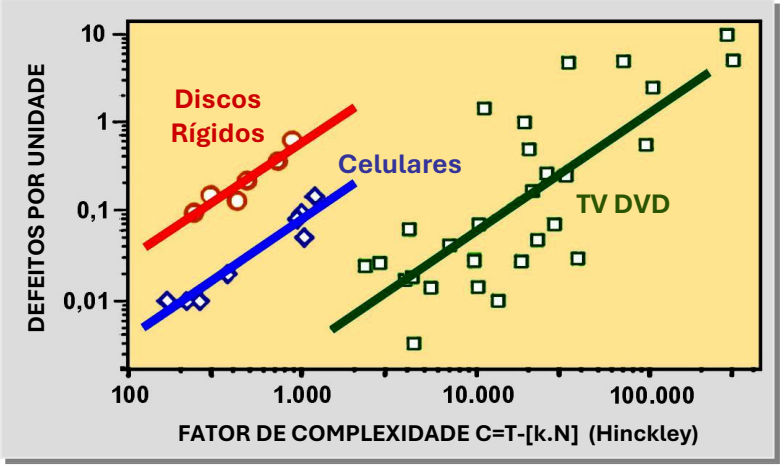


Figure 1.10 Improved assembly design efficiency results in increased reliability. (Courtesy of Motorola, Inc.)

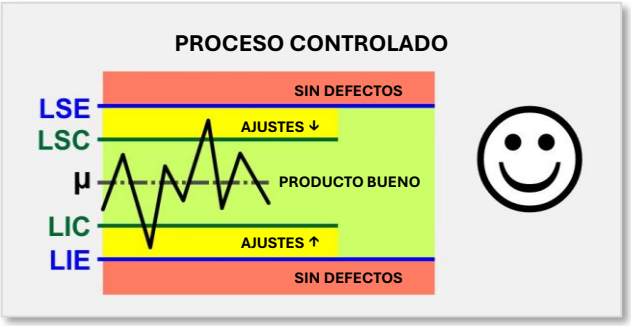


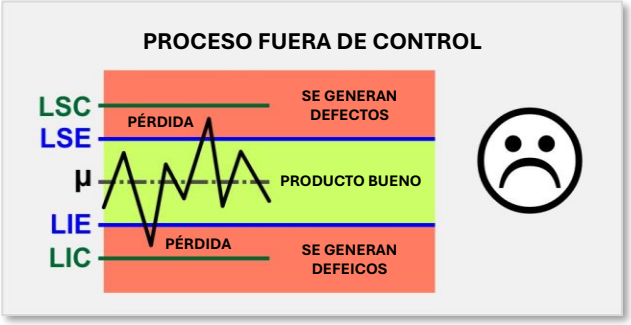
SI REDUCIMOS LA COMPLEJIDAD, DISMINUYEN LOS DEFECTOS

La cantidad de defectos está en proporción directa de la complejidad del proceso, por haber más oportunidades tanto de variación en los procesos cuanto de ocurrencia de errores de operación y fallas de equipamiento.

Variación del proceso

- CRITERIO BÁSICO
  - Un proceso está bajo control estadístico cuando todo su rango de variación está contenido entre los límites de especificación.





- ÍNDICES DE CAPACIDAD
  - Límites de especificación define lo que la característica debe ser, en cuánto a los límites de control miden lo que realmente es.
  - El índice de capacidad es una medida de la relación numérica entre los dos conceptos: es la tolerancia especificada dividida por la variabilidad real del proceso.
  - **Tolerancia especificada:**

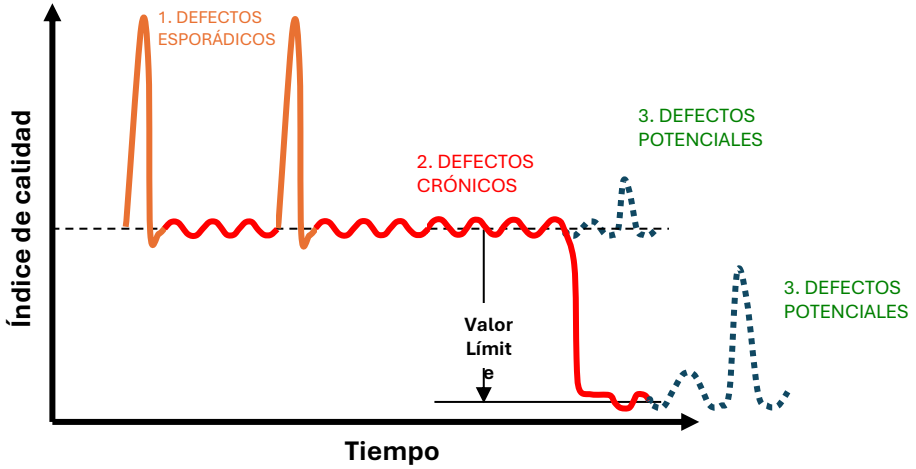
    Diferencia entre el límite superior de especificación (LSE) y el límite inferior de especificación (LIE) del gráfico de control.
  - **Variabilidad real:**

    Diferencia entre el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI) del gráfico de control.
  - **Índice de capacidad de proceso (Cp):**

    (LES – LEI)/(LCS – LCI) = (LES - LEI)/**6**σ
  - **Índice de capacidad con asimetría (Cp_k):** El mismo raciocinio, pero aplicado a cada mitad (superior e inferior) de la carta de control:
    - ✔ Superior: C_{Ps} = (LES - μ)/**3**σ
    - ✔ Inferior: C_{Pi} = (μ - LEI)/**3**σ

Tipos de defectos

- **Tres tipos de defectos:**

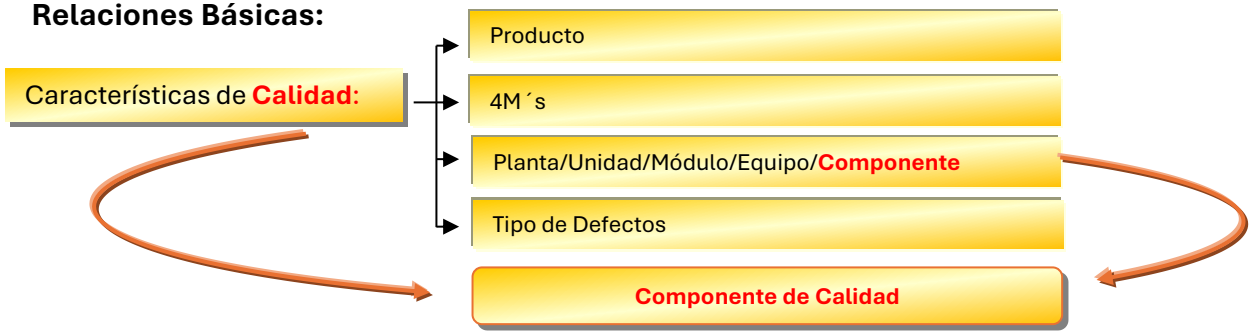


1. **Los DEFECTOS ESPORÁDICOS** son fácilmente detectables, y muestran una evidente relación entre causa y efecto. A fin de reducir las pérdidas al nivel normal, es necesario hacer **análisis simples, tomar medidas de restauración y acciones correctivas en la condición.**
2. La eliminación de los **DEFECTOS CRÓNICOS** presentan sin embargo muchas dificultades ya que son resultantes de causas diversificadas y de difícil detección. A fin de reducirlos hasta la situación límite, es necesario hacer **análisis mas profundos, y tomar medidas de mejora e innovación.**
3. La eliminación de los **DEFECTOS POTENCIALES** requiere de una **"educación" orientada a la prevención, y un fuerte enfoque a la calidad desde en desarrollo del producto.**

Modos de defectos

La calidad se integra en el producto a través del **control de procesos.** Estos procesos implican transformaciones de materiales a partir de distintas operaciones unitarias, procesos de ensamblaje, y/o de embalaje.

Relaciones Básicas:



1) Input´s de la Producción y Características de calidad

calidad / Inputs de producción	Características de calidad						
	1..	2..	3..	4..	5..	6..	7..
Personal							
Equipo							
Materiales							
Métodos							

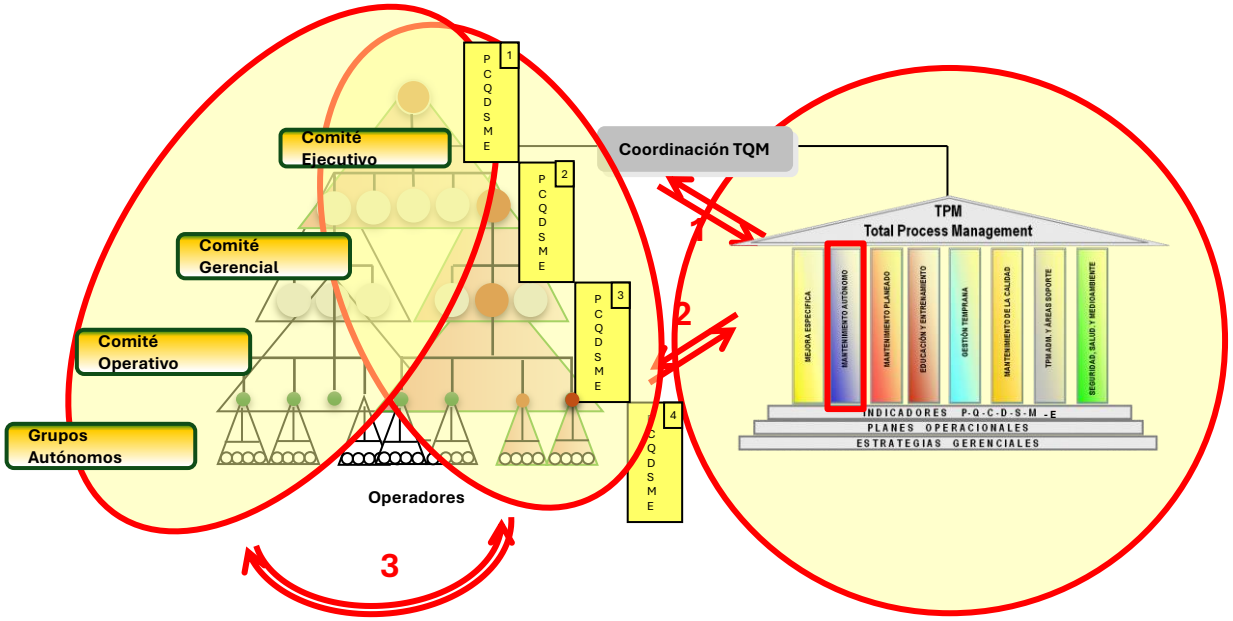
2) Relación entre la Planta y las Características de calidad

	Unidad	Módulo	Componente	Características de calidad						
				1..	2..	3..	4..	5..	6..	7..
Planta										

Estructura del sistema de calidad: enfoque TPM

El objetivo es formar una organización horizontal y matricial de “conocimiento y promoción “, que interactúa en pequeños grupos superpuestos en toda la “estructura tradicional vertical” con foco en la total participación de los empleados

Lo que un Grupo Autónomo (GA) no puede resolver, lo deberá considerar y resolver un Comité Operativo (CO); si no pudiera resolver pasaría al Comité Gerencial (CG) y/o Comité Ejecutivo (CE) si fuera necesario.



Estructura del sistema de calidad: enfoque TPM

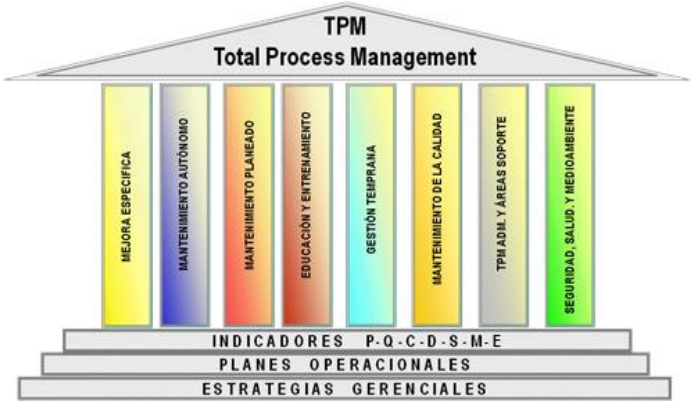
Pilar ME: Especialista en detectar y eliminar perdidas. Enseña y apoya a los grupos el oficio de eliminar perdidas.

Pilar MA: Especialista en ayudar a construir una gradual restauración, estandarización, y mejoras en los procesos.

Pilar MP: Socio directo del Pilar MA en búsqueda de cero averías y el incremento de eficiencia del mantenimiento de los activos

Pilar EE: Socio directo de la Coordinación TPM en seleccionar y preparar los distintos profesores que desarrollaran las competencias metodológicas, técnicas, y estratégicas de todo en personal de la empresa.

Pilar CI: Su misión es aprender de los problemas de los proyectos anteriores para evitar se repitan, busca fundamentalmente reducir el "lead time" del desarrollo e introducción de productos y equipos nuevos, y optimizar de las inversiones.



Pilar MQ: Busca construir un sistema de trabajo que asegure el "cero defecto", e incremente estandarización y autonomía.

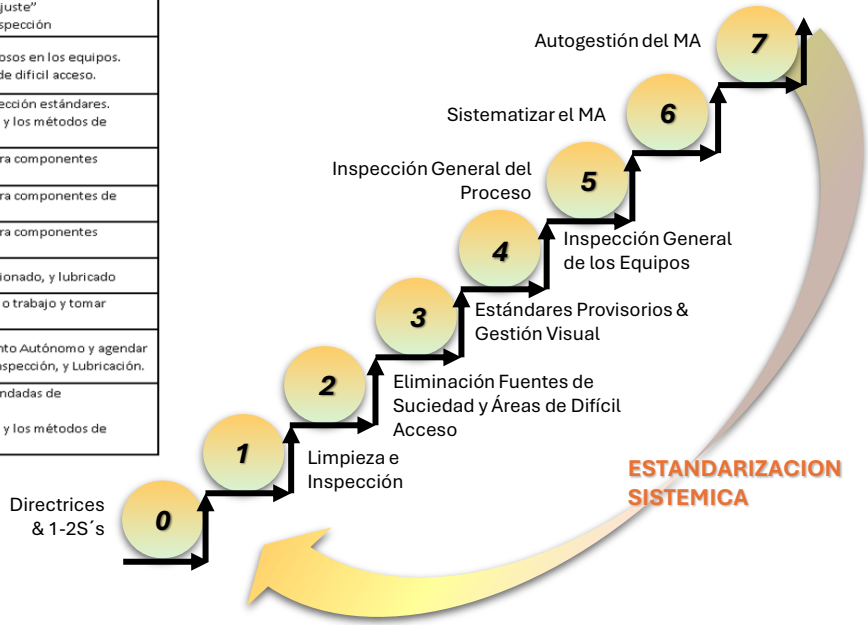
Pilar TPM Adm.: Trabaja en estandarizar y mejorar las funciones administrativas que nos permitan sumar valor a la cadena.

Pilar SHE: Busca construir un sistema de trabajo que asegure el "cero accidente", e incremente estandarización y autocuidado.

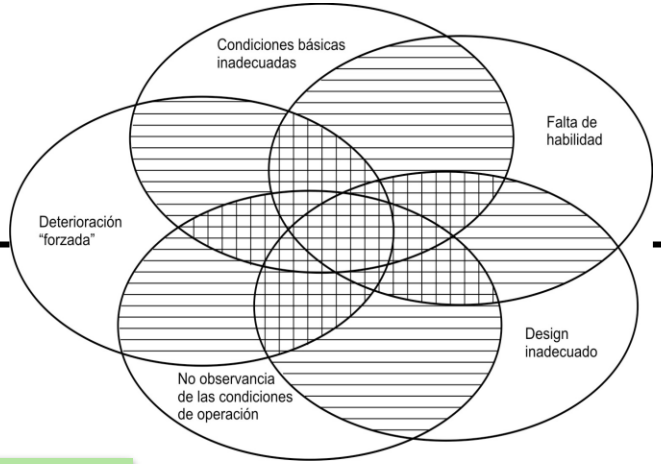
Desarrollo sistemático: la restauración comienza con la estandarización

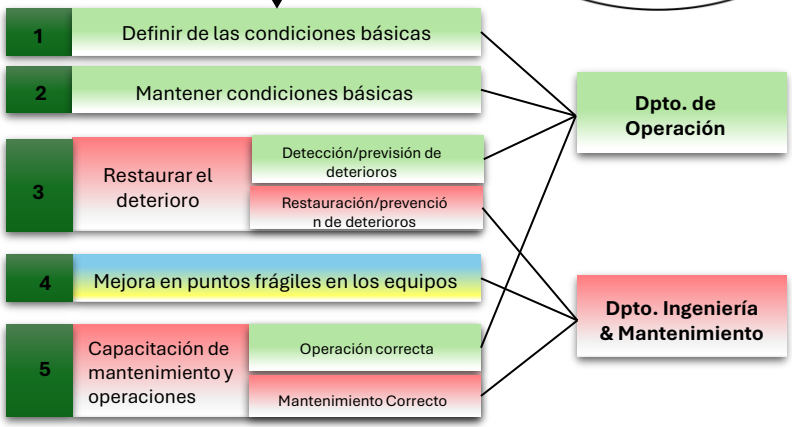
PASOS		Ciclo CAPD	PRINCIPALES ACTIVIDADES
1. Limpieza Inicial		C → A → P → D	Limpieza profunda del equipo Localizar y corregir defectos Identificar fuentes de contaminación
2. Medidas contra las Fuentes de Contaminación y LDA.			Tomar contramedidas con las fuentes de contaminación y las áreas de dificil limpieza
3. Estándares de Limpieza, Inspección, y Lubricación			Conducir Inspecciones Generales de Lubricación Setear estándares de Limp., Insp., y Lubricación
4. Inspección General	4.1.	C → A → P → D	Conducir Inspección General de "Ajuste" Setear estándares tentativos de inspección
			Corregir las áreas minutos defectuosos en los equipos. Tomar acciones contra los lugares de dificil acceso.
			Revisar y seguir las rutinas de inspección estándares. Mejorar completamente el equipo y los métodos de inspección del equipo.
	4.2.	CAPD	Repetir procedimiento anterior para componentes "Electricos"
	4.3.	CAPD	Repetir procedimiento anterior para componentes de "Transmisión"
	4.4.	CAPD	Repetir procedimiento anterior para componentes "Hidráulicos/Neumáticos"
5. Estandarización de Mantenimiento Autónomo		C → A → P → D	Equipo totalmente limpio, inspeccionado, y lubricado
			Identificar las áreas de dificil labor o trabajo y tomar acciones inmediatas.
			Setear estándares de Mantenimiento Autónomo y agendar rutinas en terminos de limpieza, Inspección, y Lubricación.
			Seguir los estándares y rutinas agendadas de Mantenimiento Autónomo. Mejorar completamente el equipo y los métodos de trabajo.

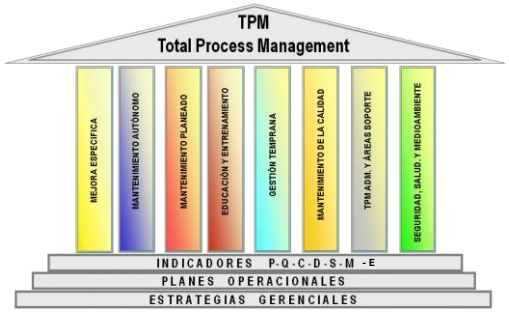
Fuente: Funio Gotoh



Cinco medidas para el cero defecto

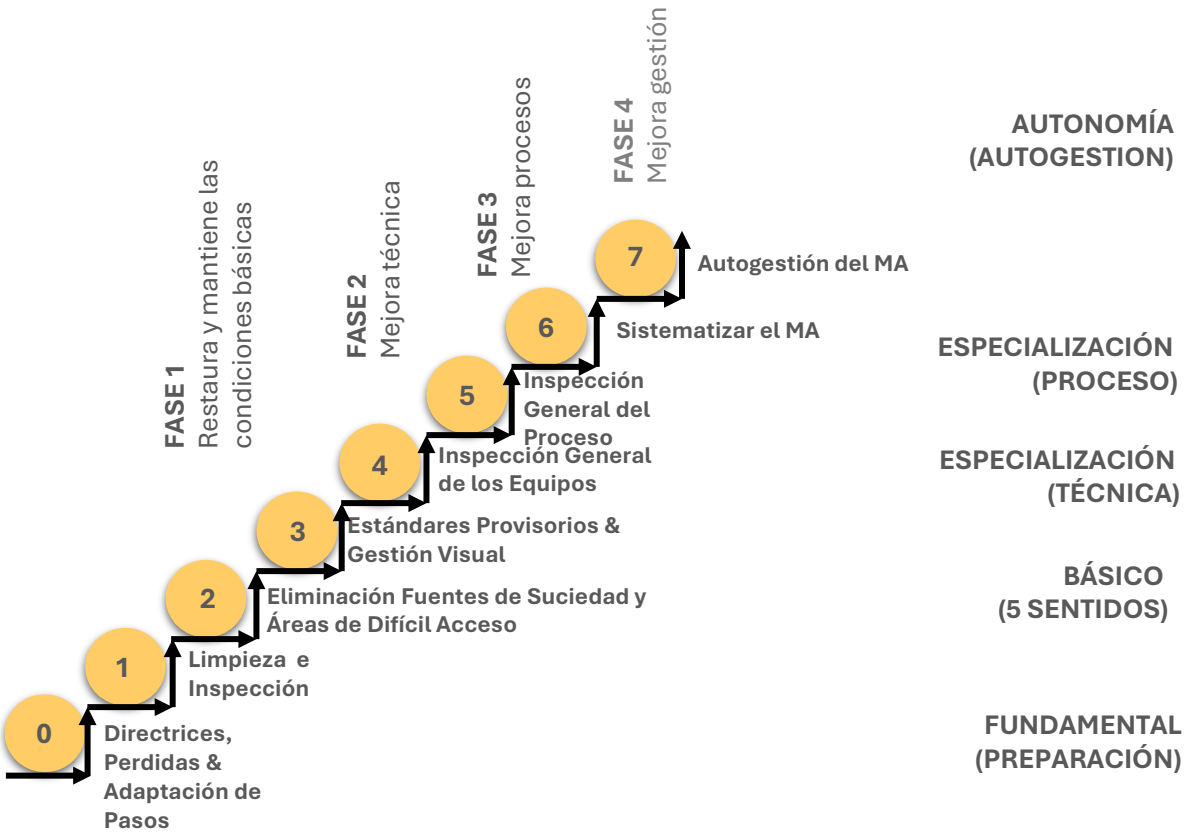






Pilares básicos del TPM

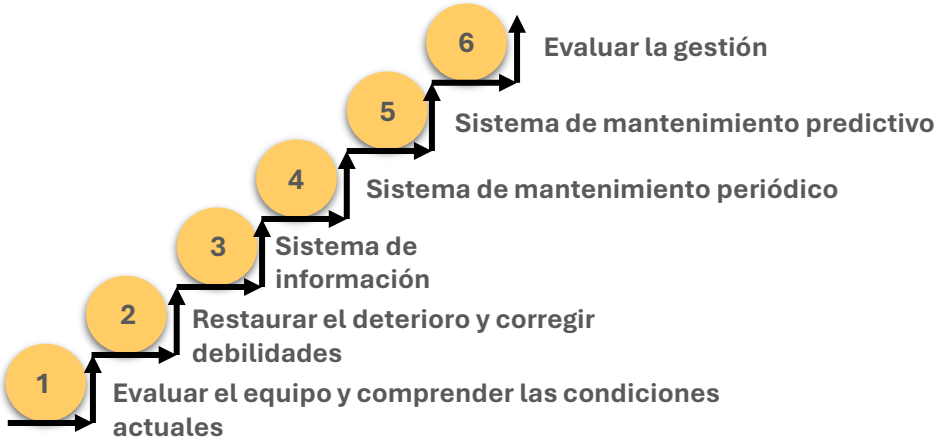
Pasos del Mantenimiento Autónomo



Pasos del Mantenimiento Planeado

Algunas etapas básicas del “Mantenimiento Planeado”:

- Reconocimiento de la necesidad de una estructura de Mantenimiento Planeado
- Establecer objetivos, directrices y metas de mantenimiento planeado
- Formación de una organización y establecimiento de los respectivos roles
- Seis Pasos de las implantación del Pilar MP.
- Elaboración del Master Plan que considere los respectivos pasos entre MP& MA.



Pasos del Mantenimiento de la Calidad

LOS PASOS DEL MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD

PREPARAR "MATRIZ QA"

1. Investigar los tipos de **defectos crónicos remanentes** que ocurren en cada proceso/equipo.

2. **Clasificar** las **características de calidad** del producto. **Identificar** cada **tipo de defecto** con las **característica de calidad.**

3. **Clasificar y ordenar** los **tipos de defectos** de acuerdo con su **gravedad.** Indicar si son **frecuentes u ocasionales**.

4. **Dividir el proceso** en las unidades mas pequeñas posibles (subprocesos) y **relacionar** con los **tipos de defectos** a investigar.

Se resuelve con medidas

Donde se pronostica

Ocasional

Frecuente

Ocurre gran defecto

		Características de calidad	Contaminación				Polimeriza-ción		Contenido de Agua		Granularidad					Granos de vidrio		Test-C		Estabilidad térmica inic.		MCV residual		Apariencia	
											Distribución			granos gr.											
Procesos intermedios principales	Sub-proceso	Tipo de defecto	Materia Inorgánica	Astillas de madera	Incrusta-ciones	Objetos extraños	Alta	Baja	Alta	Baja	grano grues	grano fino	escá-mas	PVC	Otros	de vidrio	esca-mado	Bajo	Alto	Decolora-ción				Polvo blanco	
		Gravedad	▲	▲			●	●	●	▲															
		Ocurrencias		☆	★																				
Alimenta-ción/ secado	Recircula-ción	Bomba recircula.	◎																						
		Estanqueidad	◎																						
	Transferen-cia	Bomba de transf.	◎		⊗																				
		Estanqueidad			⊗																				
	Alimenta-ción	Selector aliment.																							
		Bomba de aliment.																							
		Estanqueidad																							
Secado/ deshidrata-ción	Separador centrífugo																								
		Alimentador DCV				⊗																			
		Contad. ajuste alim.				⊗																			
		Transp. Vibrante				⊗																			
		Pulverizador																							

Referencias:

Análisis de correlación
- ○ Proceso donde ocurre el problema (donde se descubre)
- ⊗ Proceso directamente relacionado con el problema
- ◎ Proceso donde se pronostica el problema
- □ Proceso donde se realiza la inspección del proceso
- ■ Proceso donde se realiza la inspección del producto

Gravedad
- ● Se produce un gran defecto
- ▲ Resoluble con contramedidas

Ocurrencias
- ★ Frecuentes
- ☆ Ocasionales

Inspección de Producto

Inspección de Proceso

Proceso directamente relacionado con el problema

2 ANALIZAR INPUT´s - PRODUCCIÓN

1- Se analizan las condiciones **INPUT´s - Producción (3M´s**) y se organizan los datos en un **formato de tabla**.

2- Cada **tipo de defecto** en cada **subproceso**, se **identifican todas las condiciones** de materiales, equipos, personas y métodos que no daban lugar a defectos al momento que se establecieron.

3- Se investiga **si existen estándares** para estas condiciones de calidad **y si el personal los sigue**.

Tabla de análisis de las condiciones inputs-producción

Proceso Principal	Sub-Proceso	Modo de defecto	Materiales		Equipos		Métodos (Personal)	
Secado/al-macenado	Almacenaje	Materias extrañas	Concentración 30%	○	V11-2-D revestimiento no oxidado	○	Chequeo de corrosión interna	⊗
			Temperatura 70°C	○	V11-3-D Ac. Inox.	○	Temp.de almacenaje: 70°C	△
	xxxx	xx	xxx	○	xx	○	xx	
	xxxx	xx	xxx	○	xxx	○	xx	
Secado/al-macenado	Recircula-ción-Transferen-cia - Alimentación	Materias extrañas	Slurry de cloruro de polivinilo concentración: 30%	○	P11-1,2,3,4,-D: no fugas en caja estanca	×	Estándares de tasa de fuga de gas de caja estanca	
			Temperatura: 70°C o menos	○	Presión de salida de bomba suministro: 5 Kgs/cm2		Chequeo presión de salida de bomba de agua a	
	xxxx	xx	xxx		xxx		xxx	

○ de acuerdo con std × std imposible de seguir
△ std no seguido apropiadamente ⊗ std necesarios

Importante: Se investiga *"in situ"* el nivel de estandarización y su cumplimiento.

3 CUADRO DE PROBLEMAS

1- Se prepara un cuadro de problemas **listando las irregularidades por proceso y por tipo de problema**.
2- Hay que anotar **cómo se investiga y los resultados**. Usar esta información como **base para proponer medidas**.
3- Se investigan los problemas observados y **se proponen contramedidas**. Los resultados se expresaran cuantitativamente.
4- Para **PROBLEMAS SIMPLES***,* se asignan responsabilidades y se toma acción.
5- Para **PROBLEMAS MÁS DIFÍCILES***,* **se registran con precisión los métodos de investigación y resultados, y conviene:**

5.1.- **Usar Análisis FMEA** para ordenar los tipos de defectos de acuerdo con la gravedad de sus efectos y priorizar que resolver.

5.2.- Desarrollar contramedidas apropiadas a partir de **usar "Análisis PM".**

Cuadro de problemas del proceso de secado

Proceso	Inputs de Produc. (3M)	Problema	Modo de defecto	Técnica de investigación	Resultados de investigación	Acción sugerida	Persona responsable
Recircula-ción - Transferen-cia - Alimentación	Equipos	P11-D: fugas guarnición P11-D: guarnición sobrecalentada P11-D: tasa de sum. agua no conocida P11-D: varía presión sum. agua a caja est. P14-D: varía presión de salida bomba agua hasta debajo de 5 Kgs/cm2	Materia extraña	Tasa de fugas de guarnición. Frecuencia de reemplazo de guarnición Tasa de suministro de agua a caja estanca ↓ Analisis PM de causas de variaciión en presión suministro de agua	Resultados del PM: La presión baja cuando se usa agua por otros procesos: 1- cambio de producto en proceso de mezcla y secado 2- Procesos de apertura, polimerización, y secado	Aislar de la preparación de suministros de agua de lavado, y asegurar suficiente almacenamiento de agua.	Rubio Conde Roldán
	Personal - Métodos	1- No hay estándar de tolerancia de tasa de fugas de caja estanca 2- Procedimiento poco claro para chequear calentamiento de guarnición estanqueidad 3- No hay estándar de reemplazo de guarnición 4- No hay estándar de tasa de suministro de agua	Materia extraña	1- Chequear std y procedimientos de inspe-cción de tasa de fugas de caja estanca 2- Investigar razones de sobrecalentamiento 3- Investigar frecuencia de reemplazo de guarnición. 4- Investigar variación de presión	1- La tasa de 50 cc/mes sería aceptable, pero la fuga actual es de 2 lts/mes por el sobrecalentamiento. La guarnición se reemplaza a menudo por los problemas. 2- La causa de variación de la presión es por lo que se indica.	1- Reemplazar periódica-mente la guarnición de acuerdo con la tasa de fugas 2- Marcar el indicador de presión con los valores apropiados,	Rosa Vera
Separador Centrífugo	Equipamiento	1- 2-	Materia extraña				

4 EVALUAR SERIEDAD DE PROBLEMAS

1- Se **examinan** los problemas sobre el cuadro anterior y se **ordenan** en función de sus **efectos sobre los tipos de defectos.**
2- Se **priorizan** los problemas puntuando su **frecuencia, efecto, y dificultad de detección.**

FMEA (1)- Para Problemas en Procesos

Problema	Modo de defecto	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad	Seriedad	Proceso donde se detecta el defecto	Método de detección
19. Generación de materias extrañas por guarnición de bomba alimentación	Materias extrañas	3	4	3	36	Inspección del proceso	Medición de contamina-ción
20. Grumos formados durante el proceso de achique	Contamina-ción negra	2	4	3	24	Inspección del proceso	Medición de contamina-ción
21. Control de alimentación inestable	Contenido de humedad	4	3	2	24	Inspección del proceso	Medida del contenido de humedad
22. Caja de PVC, materias extrañas en tubo de arrastre	Depósitos de quema-duras	4	2	3	24	Inspección del proceso	Medición de contamina-ción

	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad
1	Ocurrido en el pasado	No causa defectos	Sala control o op. rutinaria
2	Ocurre 1 vez por año	Puede causar defectos	Por control de operación
3	Ocurre 1 vez por semestre	Causa indirecta	Por control de proceso
4	Ocurre 1 vez por mes	Causa de defectos	Por inspección de producto

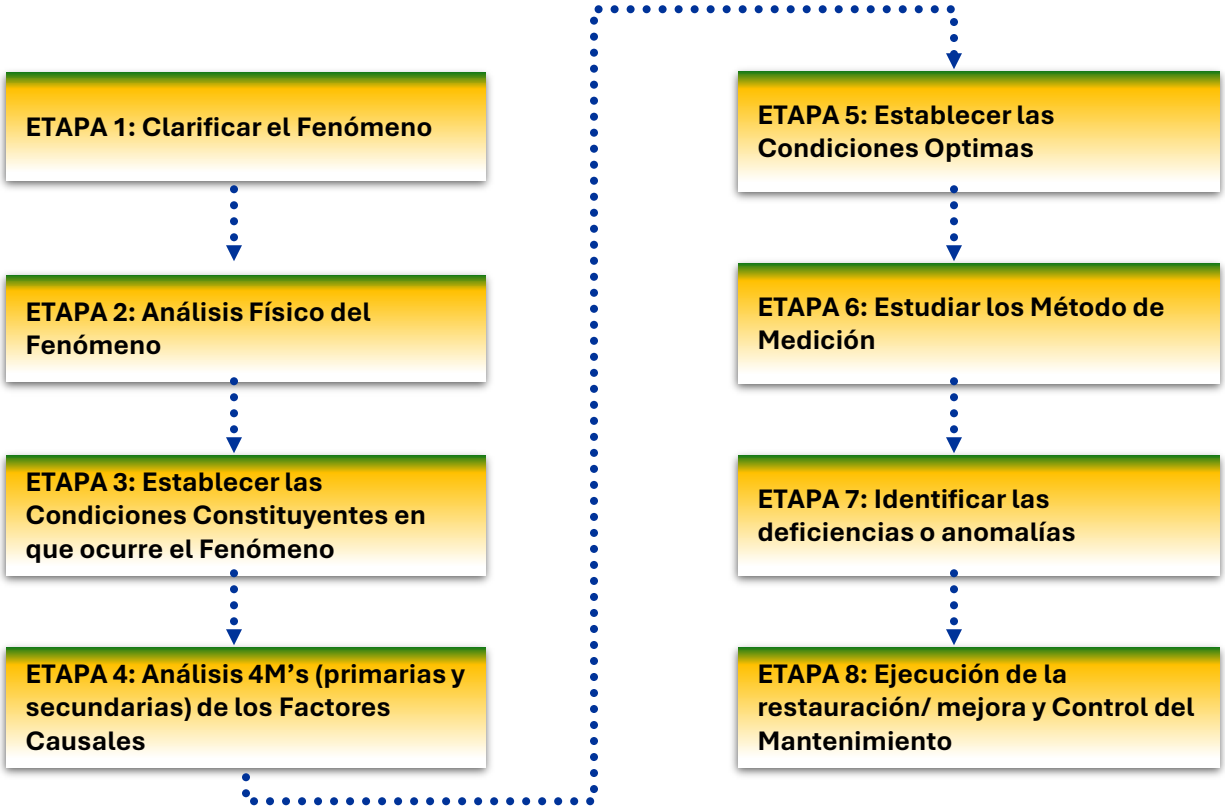
5 ANALISIS P-M

Los problemas mas serios para los que se desconocen las acciones, se hace necesario utilizar técnicas de análisis mas profundas y detalladas como lo es el Análisis P-M.

Para los problemas más desafiantes, se utiliza en Análisis PM para clarificar los fenómenos observados y desarrollar las propuestas de mejora.

1. Se comienza estratificando el fenómeno en función de su tipo y modo de ocurrencia.
2. Se analiza el fenómeno físicamente, y se identifican las condiciones que lo producen.
3. Hay que asegurar que se descubren y consideran todas las condiciones necesarias para que se dé el fenómeno especificado. Si los equipos de mejora pasan por alto alguna condición vital en esta fase, el resultado puede ser que se falle en la eliminación de los defectos, incluso después de confirmar y eliminar numerosas causas.
4. Se listan cuidadosamente todas las condiciones que pueden producir el fenómeno, cualquiera sea su magnitud.

8 (OCHO) ETAPAS DEL ANÁLISIS P-M



6 EVALUAR EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES

Se usa FMEA de nuevo para **evaluar los efectos de poner en práctica las propuestas de mejora** basadas en el Análisis PM y los demás resultados de la investigación.

FMEA (2)- Evaluación de propuestas de mejoras

Problema	Modo de defecto	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad	Serie-dad	Proceso donde se detecta el defecto	Medidas propuestas	Serie-dad	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad
19. Generación de materias extrañas por guarnición de bomba alimentación	Materias extrañas	3	4	3	36	Inspección del proceso	Cambiar a cierre mecánico, menos propenso a generar	4	1	2	2

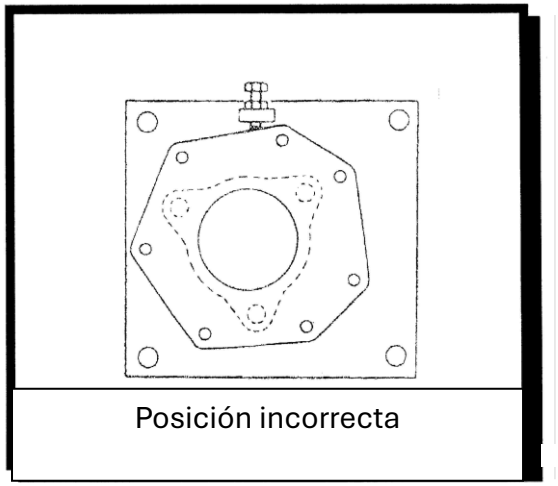
	Frecuencia	Efecto	Detectabilidad
1	Ocurrido en el pasado	No causa defectos	Sala control o op. rutinaria
2	Ocurre 1 vez por año	Puede causar defectos	Por control de operación
3	Ocurre 1 vez por semestre	Causa indirecta	Por control de proceso
4	Ocurre 1 vez por mes	Causa de defectos	Por inspección de producto

7 IMPLANTAR LAS ACCIONES DE MEJORA

En este caso el segundo FMEA sobre las mejoras basadas en el Análisis PM y los resultados de la investigación mostrarán el mejor plan.

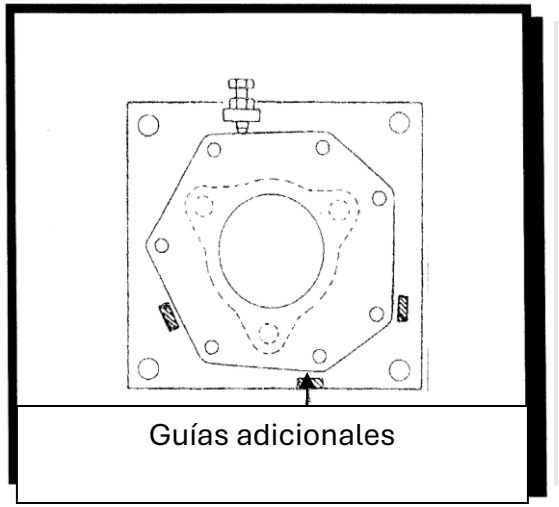
Implantar las mejoras propuestas en el paso 5 y priorizadas en el paso, incluso las que sugirieron y no pueden relacionarse con las condiciones INPUTS – producción.

Antes: era posible montar la pieza en posición errada



Posición incorrecta

Después: se incluyen tres guías adicionales en la estructura, imposibilitando el montaje incorrecto



Guías adicionales

8 REVISION DE INPUT´s - PRODUCCIÓN

Se **revisa y actualiza la tabla de análisis de condiciones INPUTS - Producción** para determinar si son apropiadas y correctas esas condiciones, si permanecen deficiencias en los estándares, y si se satisfacen las condiciones.

Tabla de revisión de condiciones inputs-producción de proceso

Proceso Principal	Sub-Proceso	Modo de defecto	Materiales		Equipos		Métodos (Personal)	
Secado/al-macenado	Almacenaje	Materias extrañas	Concentración 30%	○	V11-2-D revestimiento no oxidado	○	Chequeo de corrosión interna	○
			Temperatura 70°C	○	V11-3-D Ac. Inox.	○	Temp.de almacenaje: 70°C	○
	xxxx	xx	xxx	○	xx	○	xx	○
	xxxx	xx	xxx	○	xxx	○	xx	○
Secado/al-macenado	Recircula-ción-Transferen-cia - Alimentación	Materias extrañas	Slurry de cloruro de polivinilo concentración: 30%	○	P11-1,2,3,4,-D: no fugas en caja estanca	○	Estándares de tasa de fuga de gas de caja estanca	○
			Temperatura: 70°C o menos	○	Presión de salida de bomba suministro: 5 Kgs/cm2	○	Chequeo presión de salida de bomba de agua a	○
	xxxx	xx	xxx	○	xxx	○	xxx	○

○ de acuerdo con std
△ std no seguido apropiadamente
× std imposible de seguir
⊗ std necesarios

9 CONFIRMAR PUNTOS DE CHEQUEOS

Se usan los resultados del paso 8 para **consolidar y establecer puntos de chequeo** para las condiciones Inputs - Producción.
Para ello, se prepara una **"Matriz MQ / chequeo de la Calidad",** se estandariza la calidad, el personal, los procedimientos de chequeo, y se asegura que los estándares se seguirán sin dificultades.

Matriz de chequeo de calidad

Concepto	Bomba de alimentación n° 1				
Elemento a chequear	Temperatura caja estanca	Presión suministro	Tasa de suministro	Corriente bomba	Presión de salida
Estándar	30°C o menos	5 Kgs/cm2 o más	2 lts/min o más	10,5 +/- 0,5 A	2 Kgs/cm2 o más
Intervalo de chequeo	1 x turno	Al arrancar	Al arrancar y parar	1 x turno	Al arrancar
Materia extraña	○	○	○		

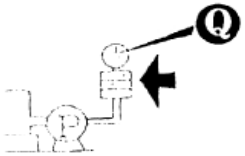
Lo importante en esta etapa es **verificar con facilidad todos los ítems** para resumir la relación entre las características de calidad y los valores de estándar de los componentes del equipo en una **Matriz de "Hinshitsu-Hozen"**.
Es muy importante que esta **matriz de verificación** sea **comprendida por todos:** cuándo, dónde, quién, qué y cómo la verificación y la administración deben realizarse, y por qué es necesario.

También se necesitan en esta etapa el perfeccionamiento de la confiabilidad, la simplificación y la reducción de mano de obra.

10 PREPARAR "MATRIZ QM"

Para establecer el control visual y asegurar que se realicen los chequeos, hay que definir sobre la **"Matriz MQ / chequeo de la Calidad"** desarrollada en el paso 9, una **"Tabla de Componentes de Calidad"** para establecer los estándares prácticos.

- **Componentes de calidad.**
  Determinar que componentes afectan a la calidad y marcarlos para tratamiento especial como componentes de calidad.



Los componentes de calidad también son llamados de "Puntos Q" y son identificados en el equipo mismo. Para esos puntos se debe realizar la administración de los resultados y análisis de las tendencias, siempre y cuando sea apropiado.

- **Tabla de componentes de calidad.**
  Para asegurar que los componentes de calidad reciben prioridad en el mantenimiento, se prepara una tabla de componentes de calidad y se desarrollan estándares prácticos.

Tabla de componentes de calidad

Componentes de calidad: tasa de suministro de agua	
Intervalo de chequeo	Al arrancar y parar
Estándar de chequeo	2 lts/mín. o más
Método de chequeo	Chequeo visual de medidor de caudal
Resultado	Registrar la lectura del medidor de caudal en el registro diario de operaciones de la unidad de secado nº 1

Se debe definir el responsable de los ítems de verificación entre los departamentos de producción y mantenimiento, según la complejidad de la inspección, dificultad, periodicidad, conocimiento y habilidad.

Los ítems de verificación, cuya responsabilidad es del **departamento de mantenimiento**, deben insertarse en el **plan de mantenimiento programado**, y para los ítems cuya responsabilidad es del **departamento de producción**, insertar en el **estándar de la MA de los operadores.**

10 PREPARAR "MATRIZ QM"

La **Matriz QM** es un instrumento para mantener condiciones operativas que garantizan prestaciones de la calidad deseada

- Es la meta del proceso de solución de los modos de defectos
- Es una tabla que indica que condiciones operativas se deben mantener para evitar los modos de defectos.
- Es una exhaustiva y concisa base para crear listas de control para los objetivos de calidad.
- Garantiza la prevención e inmediata reacción ante los modos de defectos

Las **características principales** de la **Matriz QM** estriban que son **"exhaustivas"** y **"concisas":**

- **Exhaustiva:** La matriz QM debe indicar con precisión todos los parámetros que garantizan el funcionamiento cualitativo, corroborados por unidades de medida, tolerancias asociadas, intervalos de control, instrumentos potencialmente necesarios, nombre de la persona responsable de los controles, etc.

- **Concisa:** La matriz QM debe representar los datos en un espacio que este reducido al mínimo y sea lo mas claro posible. Utilizar diseños, fotografías, y/o documentos, adoptando como formato los espacios de los tablero de gestión.

10 PREPARAR "MATRIZ QM"

Pasos de preparación de la **Matriz QM:**

Paso 1: Indicar valores y tolerancias de los factores

Paso 2: Señalar los factores de calidad y definir quien los controlara, como, y cuando

Paso 3: Especificar las correlaciones con los modos de defectos

Paso 4: Someter los factores a una lista de control de gestión de las condiciones

Paso 5: Crear la lista de control para mantener de hecho la calidad deseada

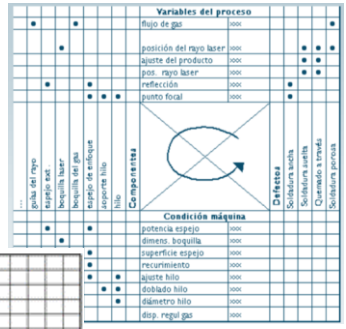
		Sección 1 - Máquina			
Parámetro		vecocidad espejo focalizada	presión espejo focalizada	...	Regulacièon flujo gas
Medición		dispositivo	dispositivo		dispositivo
Especificación		3-5	20-38		24-28
Frecuencia		cambio trabajo	cambio trabajo		cambio trabajo
Responsable		Operador	Operador		Mantenimiento
Punto Q		1	2		9
Modos de defecto					
Soldadura demasiado ancha		alta	alta		
Soldadura no consolidada		media			
Quemadura a través			alta		
Soldadura porosa					alta
¿Las condiciones son claras?	Estándar fijo				
	Método de control	3			
	Fácil de ver				
¿Es fácil programarlas?	Difícil de regular, medida manual	1			
	Fácil de rectificar - posición fija				
	Pre-programadas, ajuste automático				
¿Las condiciones son variables?	Durante la normal producción				
	Variaciones graduales a lo largo del tempo	3			
	En casos excepcionales				
¿Las variaciones se pueden comprobar?	Dificilmente				
	Sistema estándar de medida				
	Control continuo	5			
¿Las condiciones son fáciles de restablecer?	Difícil, casi un arte	1			
	Fácil, una vez cualificado el responsable				
	Reposición automática				
Total		13			
Poka Yoke					
Controlar AM					
OPL					
Procedimiento de trabajo		xxxx	xxxx		
Maintenance operator check					xxxx

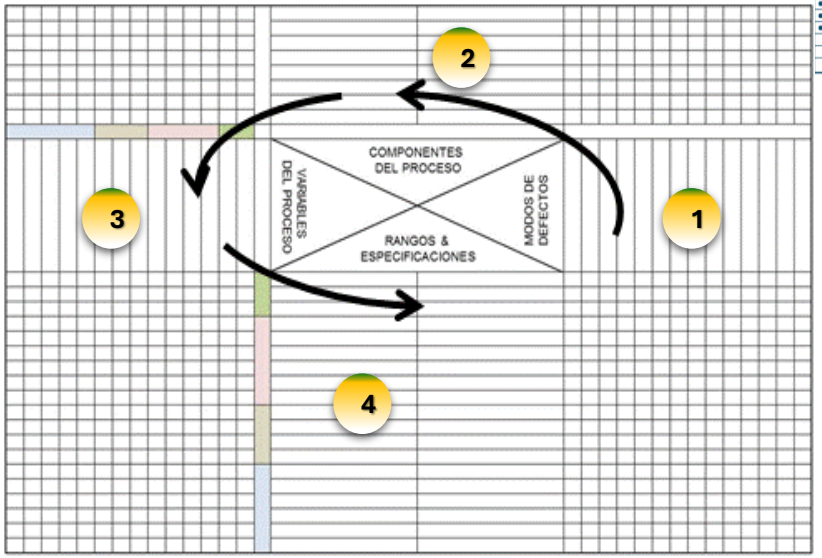
Ejemplo: *Matriz QM para la soldadura*

10 PREPARAR "MATRIZ QX"

- La **Matriz QX** relaciona **4 elementos**:

  1. Modos de defecto (no conformidades)
  2. Componentes del proceso
  3. Variable de las características de proceso
  4. Rangos/ parámetros de la variable que garantizan cero defecto





Los **Puntos Q** son los parámetros en los cuales se asocia una correlación fuerte con los tipos de no conformidad o variabilidad elevada

Consignas de la clase

- ¿Cómo podría aplicar el TPM en sus procesos?
- ¿Cuáles de los procesos del TPM considera más adaptables a su negocio?

- 15 minutos

Trabajo práctico

- Desarrolle el plan de mantenimiento de la planta industrial
- Revise y actualice el layout de planta