

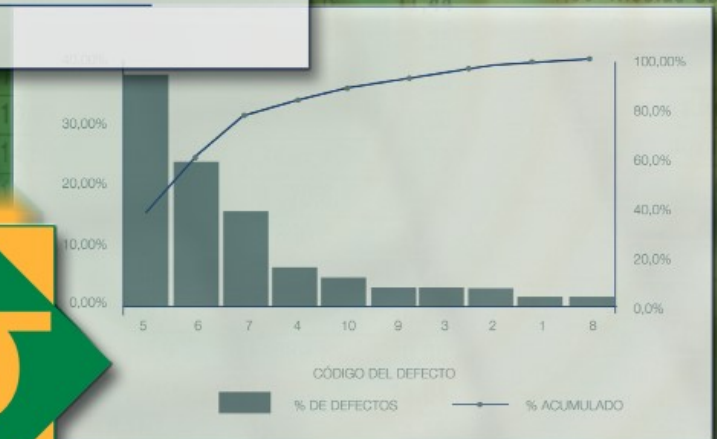
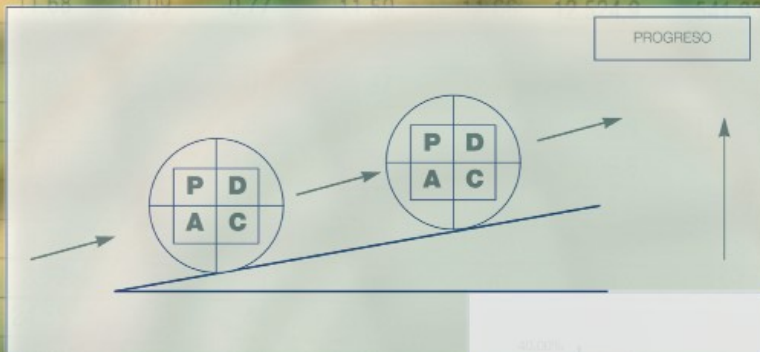
Herramientas para la

Calidad

Índice



Mercedes Benz



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



SECCIÓN AUTOMOCIÓN

PRIMERA EDICIÓN: MARZO, 2002

© ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD, 2002

ISBN: 84-89359-26-1 (O.C.)

84-89359-28-8 (T. I)

84-89359-29-6 (T. II)

84-89359-30-X (T. III)

DEPÓSITO LEGAL: M-13.617-2002

EDICIÓN A CARGO DE:

CYAN, PROYECTOS Y PRODUCCIONES EDITORIALES, S.A.

ÍNDICE GENERAL

En esta versión informatizada de la obra "Herramientas para la Calidad" se han mantenido las páginas blancas para no alterar la paginación con respecto a la obra impresa. Para acceder a una herramienta haga click sobre su título.

Prólogo	7
Presentación	9
Introducción de la obra	11

TOMO I. PREVENCIÓN DE LA CALIDAD

1. <i>Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)</i> Elaborada por: Laureano Padilla, PSA PEUGEOT CITROËN	15
2. <i>Camino Crítico (PERT)</i> Elaborada por: Francisco Aguilera, FAURECIA Asientos para Automóvil.	25
3. <i>Control Antierror (POKA-YOKE)</i> Elaborada por: Ángel Sandoval, LEAR Automotive	35
4. <i>Coste del Ciclo de Vida (CCV)</i> Elaborada por: Ignacio Tejero, LEIFHEIT ESPAÑA	39
5. <i>Quality Function Deployment (QFD). Despliegue Funcional de la Calidad</i> Elaborada por: Félix Valdivieso, GRUPO ANTOLÍN	45
6. <i>Diagrama de Flujo</i> Elaborada por: Julián Moreno, GDX Automotive	59
7. <i>Gestión de la Calidad Total. Total Quality Management (TQM)</i> Elaborada por: Ricardo Coderch, NISSAN MOTOR IBÉRICA	63
8. <i>Gestión de Fábrica (GEMBA KANRI)</i> Elaborada por: Jorge López, VISTEON Sistemas Interiores España	71
9. <i>Ingeniería Concurrente</i> Elaborada por: Joaquín Serra, SEAT. S.A.	81
10. <i>Justo a Tiempo (JIT)</i> Elaborada por: Elda Belando, AUTO AMKEY	89
11. <i>La Función de Pérdida (TAGUCHI)</i> Elaborada por: Ricardo Coderch, NISSAN MOTOR IBÉRICA	99
12. <i>Las 5S. Metodología</i> Elaborada por: José Luis Velasco, FAURECIA Sistemas de Interior	105
13. <i>Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM)</i> Elaborada por: Antonio José Fernández, IBERINCO	115

14.	<i>Mantenimiento Productivo Total (TPM)</i>	
	Elaborada por: Octavio Gutiérrez, RENAULT Vehículos industriales	121
15.	<i>Modelo Europeo de Excelencia Empresarial</i>	
	Elaborada por: Diego Hidalgo, LGAI.	127
16.	<i>Planificación Avanzada de la Calidad (AQP)</i>	
	Elaborada por: Begoña Gómez, INDUSTRIAS BERRY	133

TOMO II. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

17.	<i>Análisis de la Satisfacción del Personal (ASP)</i>	
	Elaborada por: A. Martínez Galán, COPRAGMA	9
18.	<i>Análisis de la Varianza (ANOVA)</i>	
	Elaborada por: Diego Soto, SIEBE Automotive España	21
19.	<i>Auditoría de Procesos</i>	
	Elaborada por: Joaquín Serra, SEAT, S.A.	27
20.	<i>Auditoría del Producto</i>	
	Elaborada por: José María Martín, CEDASA	37
21.	<i>Auditorías Internas de Sistemas</i>	
	Elaborada por: Bruno Leger, IDIADA-LGAI	45
22.	<i>Matriz Auto-Calidad (MAQ)</i>	
	Elaborada por: José Luis Barranco, VALEO Sistemas de Seguridad y de Cierre	59
23.	<i>Capacidad de Calidad de Máquinas y Procesos (cm/cp)</i>	
	Elaborada por: Ignacio Tejero, LEIFHEIT ESPAÑA	63
24.	<i>Control Estadístico del Proceso (SPC)</i>	
	Elaborada por: Antoni Garay, AMES	79
25.	<i>El Control Secuencial de A.WALD</i>	
	Elaborada por: Carlos Barberá, PSA PEUGEOT CITROËN	85
26.	<i>Costes de Calidad (COC)</i>	
	Elaborada por: Manuel Palá, SAIFA KELLER	97
27.	<i>Diagrama de Dispersión o Correlación</i>	
	Elaborada por: Diego Soto, SIEBE Automotive España	105
28.	<i>Diagrama PARETO</i>	
	Elaborada por: Óscar Pérez, GESTAMP AUTOMOCIÓN	113
29.	<i>Eficiencia de los equipos de control (SISTEMA TAKAHASI)</i>	
	Elaborada por: Angel Elustondo, BOSCH BRAKING SYSTEMS.	117
30.	<i>Fiabilidad</i>	
	Elaborada por: Fernando Aguilar, IBEROFON	123
31.	<i>Gráficos de control</i>	
	Elaborada por: José M ^a Martín, CEDASA	129
32.	<i>Histogramas</i>	
	Elaborada por: José de los Rios, TRW Automotive	135
33.	<i>Inspección por Representación Gráfica (LOT-PLOT)</i>	
	Elaborada por: Laureano Padilla, PSA PEUGEOT CITROËN	139

34.	<i>Mantenibilidad (RAM)</i>	
	Elaborada por: Fernando Aguilar, IBEROFON	149
35.	<i>Toma de datos / Muestreo</i>	
	Elaborada por: Luis Grande, Robert Bosch España, Fábrica de Treto	151

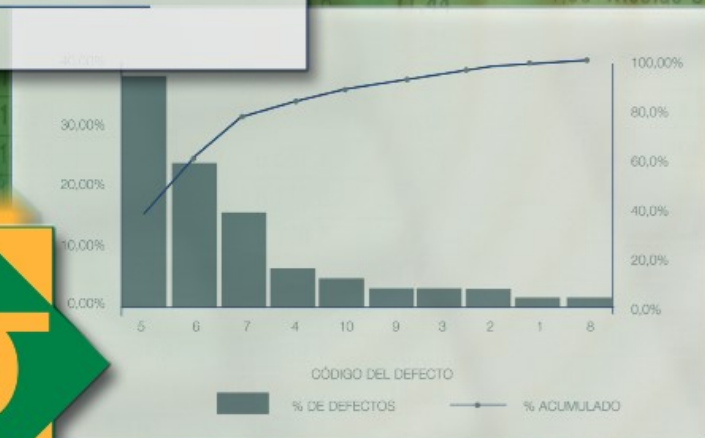
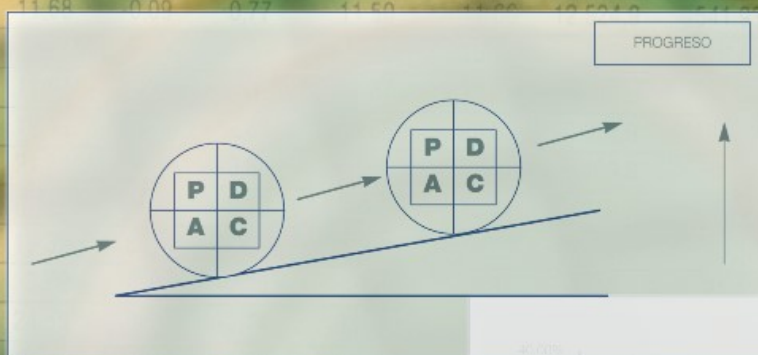
TOMO III. MEJORA DE LA CALIDAD

36.	<i>Análisis del Valor</i>	
	Elaborada por: Francisco Corma, QPT Consulting	9
37.	<i>Benchmarking (Análisis comparativo de la competencia)</i>	
	Elaborada por: Valentín Pinuaga, IVECO PEGASO	21
38.	<i>Cambio Rápido de Herramientas (SMED)</i>	
	Elaborada por: José Miguel Herrero, VALEO Embragues	27
39.	<i>Cuadro de Mando Integral (BALANCED SCORECARD)</i>	
	Elaborada por: Ana Corbalán, SIT. S.A.	33
40.	<i>Despliegue por Objetivos (HOSHIN KANRI)</i>	
	Elaborada por: César Remartinez, YORKA	39
41.	<i>Diagrama de Afinidad</i>	
	Elaborada por: Julio Antonio Rodríguez, FASA RENAULT	49
42.	<i>Diagrama árbol</i>	
	Elaborada por: Francisco Aguilera, FAURECIA Asientos para Automóvil.	59
43.	<i>Diagrama Causa-Efecto (ISHIKAWA)</i>	
	Elaborada por: Begoña Gómez, INDUSTRIAS BERRY	65
44.	<i>Diagrama Matricial</i>	
	Elaborada por: Francisco Aguilera, FAURECIA Asientos para Automóvil.	73
45.	<i>Diagrama de Redes</i>	
	Elaborada por: Bruno Leger, LGAI	77
46.	<i>Diseño de Experimentos (DOE)</i>	
	Elaborada por: Alfonso Rivas, GRUPO COPO	81
47.	<i>Mejora Continua (KAIZEN)</i>	
	Elaborada por: Carlos Mota, SANTANA MOTOR	89
48.	<i>Mejora y Reingeniería de los procesos (BPR)</i>	
	Elaborada por: Concepción Azcuenaga, GESTAMP BIZKAIA	95
49.	<i>PM Análisis (PMA)</i>	
	Elaborada por: Rossend Hernández, PIRELLI NEUMÁTICOS	105
50.	<i>Resolución de Problemas (8D)</i>	
	Elaborada por: Begoña Gómez, INDUSTRIAS BERRY	113
51.	<i>Rueda Deming (PDCA)</i>	
	Elaborada por: Francisco Aguilera, FAURECIA Asientos para Automóvil.	117
52.	<i>Seis Sigma</i>	
	Elaborada por: Javier Montes, ENUSA	125
53.	<i>Tormenta de Ideas (BRAINSTORMING)</i>	
	Elaborada por: Óscar Pérez, Grupo GESTAMP AUTOMOCIÓN.	137

Herramientas para la

Calidad (III)

Mejora de la Calidad



6σ

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD



SECCIÓN AUTOMOCIÓN

■ 1. ¿QUÉ ES?

El Análisis del Valor (AV) constituye la base desde la que la Gestión del Valor (GV) se ha desarrollado. Hoy por hoy, el AV representa un poderoso método utilizado con mucha frecuencia para emprender proyectos de GV. Éste se entiende como un enfoque organizado y creativo, que utiliza un proceso de diseño funcional y económico cuyo objetivo es aumentar el valor del objeto de AV. Se trata de poner en el objeto, el producto o el sistema, todo lo que quiere el cliente, al mínimo coste. Se trata de maximizar la relación satisfacción/coste

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Seguidamente se indican algunas características generales que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- *Herramienta de la Dirección:* La dirección de la empresa aspira a obtener un mejor rendimiento de todas las actividades de la organización, financieras, materiales y humanas, para satisfacer las expectativas de los accionistas y clientes.
- *Enfoque transversal:* Puede definirse como un enfoque transversal, una forma común de enfocar las gestiones de diferentes áreas específicas de la empresa (recursos humanos, tecnologías, costes...), y se concentra en el concepto de valor para validar objetivos y para definir estrategias específicas.
- *Trabajo en equipo. Dinamiza los recursos humanos:*
 - Trabajo en equipo.
 - Animar a la gente a trabajar unida hacia soluciones comunes y evitar confrontaciones.
 - Satisfacción.
 - Reconocer y dar crédito a las contribuciones individuales y resultados de equipo.
 - Comunicación.
 - Acercar a las personas para mejorar la comunicación entre ellas, fomentando un mejor entendimiento y suministrando más apoyo a la decisión en equipo.
 - Fomentar el cambio.
 - Desafiar al “status quo” para producir un cambio mejor.
 - La asunción de la propiedad de los resultados de las actividades de la GV por aquellos que sean responsables de implantarlas.
- *Favorece la innovación:* El ambiente resultante favorece la innovación, derivado de la sinergia de las personas que trabajan juntas y cuyo resultado es un mejor uso de los recursos para satisfacer los objetivos de la organización.
- *Favorece la comunicación interna y externa. Benchmarking:*
 - Conocer las condiciones externas.
 - Tener en cuenta las condiciones preexistentes externas a la organización sobre las que los gestores pueden tener poca o ninguna influencia. Estas condiciones pueden representar oportunidades o restricciones.
 - Conocer las condiciones internas.
 - Dentro de una organización existirán condiciones sobre las que los gestores puedan o no puedan influenciar. Algunas veces los gestores pueden cambiar condiciones a través de cambios en la estrategia de su organización.

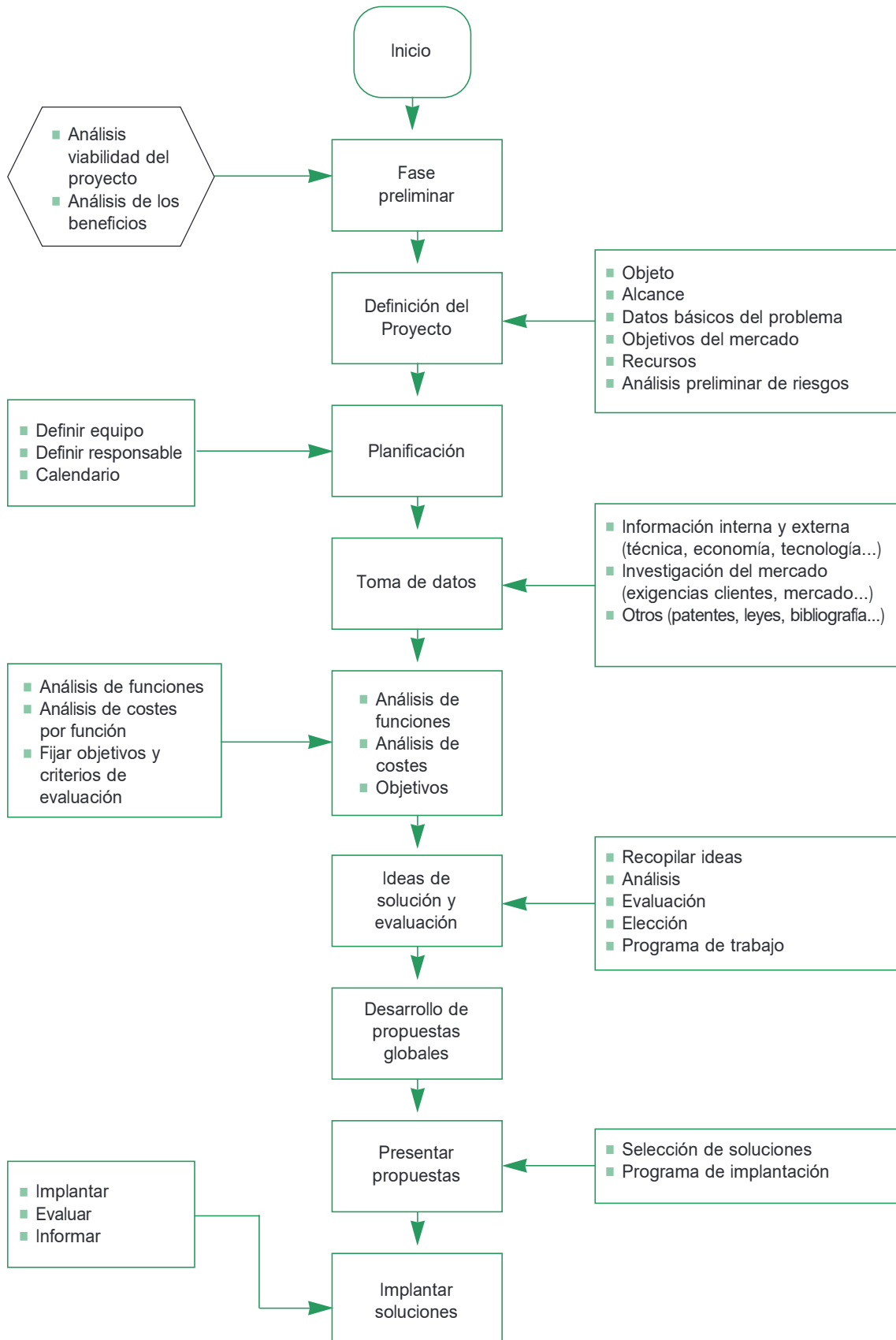
- Las condiciones externas e internas dictarán los límites de los resultados potenciales, que deberán ser cuantificados.
- *Enfoque al coste. Sistematización:* Se trata de un método organizado para determinar la relación coste-beneficio de una función, un subsistema e incluso una pieza de un producto o servicio.
El término coste es calculado de una forma tradicional, mediante la imputación de los recursos a las funciones del producto. El término beneficio está relacionado con la contribución de la función a la satisfacción de las expectativas del cliente (consumidor o usuario).
- *Enfoque al cliente:* En la relación coste-beneficio, cuya optimización es la base del Análisis del Valor, el beneficio se contempla como la contribución del producto o servicio (la función estudiada) a la satisfacción de las expectativas del cliente.
- *Aplicación:* Se puede aplicar tanto a nuevos desarrollos (fase de diseño) como a la optimización de productos o servicios existentes.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Gestión del Valor (GV):* La Gestión del Valor es un estilo de gestión, especialmente dirigido a la motivación de los recursos humanos, el desarrollo de habilidades y a fomentar la innovación, y cuyo objetivo es mejorar rendimiento general de una organización.
Aplicada a nivel organizativo, la gestión del Valor se apoya sobre una cultura organizacional basada en el concepto de valor y tiene en cuenta tanto el valor del accionista como el del cliente. A nivel operativo (actividades orientadas a proyectos), implica además, el uso de herramientas y métodos apropiados.
- *Cultura del Valor:* La Cultura del Valor supone una actitud, conciencia y conocimiento suficiente de lo que el concepto de valor representa para una organización y sus usuarios y de los factores que pueden afectar este valor.
También incluye el conocimiento apropiado de métodos y herramientas y de un conocimiento de gestión de empresa y del entorno que facilitan la implantación de la Gestión del Valor.
- *Programa de Gestión del Valor:* Un programa de Gestión del Valor es un conjunto de actividades planificadas y estructuradas que permite de forma consistente el desarrollo, implantación y mantenimiento de una Política de Gestión del Valor.
- *Estudio de Gestión del Valor:* Un estudio de Gestión del Valor es la aplicación de la Gestión del Valor a un producto específico identificado dentro de un programa de Gestión del Valor, y puede incluir el uso de uno o más métodos.
- *Gestor del Valor:* El Gestor del Valor es la persona responsable del diseño, desarrollo e implantación de un programa de Gestión del Valor.
- *Valor:* El valor puede describirse, en el contexto de la GV, como la relación entre la satisfacción de las necesidades y los recursos que se utilizan para satisfacer esas necesidades.
- *Necesidad:* Como se define en la Norma EN 1325-1, la necesidad es lo que es necesario o deseado por el usuario. Las necesidades serán diferentes en situaciones específicas.
La necesidad total integra habitualmente componentes muy diferentes. Por ejemplo, se puede distinguir entre:
 - *Las necesidades de uso:* Son las partes de la necesidad total que se refieren a actividades medibles y/o intangibles.

- *Las necesidades de estima:* Son subjetivas y están relacionadas con la ética, la moral, el atractivo, etc.
- *Funciones:* De acuerdo con la definición de la Norma EN 1325-1, una función es el efecto de un producto o de unos de sus componentes.
Una necesidad puede ser objetivamente descrita mediante requisitos funcionales. La magnitud de realización que alcance cada una de estas funciones se valora a través de la aplicación de criterios de evaluación, complementados por indicadores de flexibilidad. Normalmente las funciones se expresan mediante el uso de un verbo activo y un sustantivo medible.
- *Recursos:* Los recursos comprenden todo lo que se requiere para satisfacer las necesidades. Los recursos incluirán no sólo el coste (a largo o corto plazo) sino también el tiempo, materiales, y otras inversiones, ya sean físicas como materiales o abstractas, como la propiedad intelectual (aunque, finalmente, todo puede expresarse en términos de coste).

4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ Paso 0: Fase preliminar

Definir el Proyecto y realizar los estudios de análisis de viabilidad y análisis de riesgos del mismo, así como analizar en profundidad los posibles beneficios a conseguir.

Se trata de estudios básicos, de contenido no excesivamente extenso pero de alto nivel ya que implican la aceptación del proyecto o su rechazo, con los consiguientes recursos asignados. Por otro lado es la etapa en la que se evalúan los resultados esperados en forma de beneficios, siempre teniendo en cuenta los riesgos.

Para ello se utilizará un modelo de estimación o simulación de costes, tanto en desarrollo como en producción.

También en esta fase se definirá el equipo que acometerá el proyecto.

■ Paso 1: Definición del proyecto

Se trata de seguir los pasos propios en la gestión de proyectos: Definir el objeto y el alcance.

Para la definición del alcance se tendrá en cuenta la coherencia con la estrategia de la organización, así como las restricciones que contemplen las leyes o normas.

En esta fase se tendrán en cuenta los datos básicos iniciales tales como: Necesidades a satisfacer y grado actual de satisfacción, mercado y precios, estado de la competencia en cuanto a ventajas comparativas.

Se marcarán los objetivos generales del proyecto tales como la reducción de costes esperada, fiabilidad, seguridad y mantenimiento. Costes asociados al proyecto y rentabilidad del mismo. Tiempo de duración del proyecto, recursos necesarios.

En esta fase se definirán, para tener en cuenta como elementos de control, los riesgos ocasionados por el proyecto.

■ Paso 2: Planificación

Definición completa del equipo atendiendo al problema en cuestión. Definición de tareas y calendario.

■ Paso 3: Toma de datos

Recoger información interna y externa disponible tal como: información técnica del producto, información económica sobre los costes, información técnica y económica de la competencia en relación con el problema y, además, información sobre la tecnología o estado del arte en relación con el problema.

Para ello nos serviremos de la información interna, datos de campo en las relaciones comerciales, manuales técnicos, bibliografía, etc.

La toma de datos será intensiva en campo en temas relacionados con las expectativas de los clientes, situación del mercado y comparativa de nuestra empresa.

Para ello nos serviremos de información relativa a patentes, normas y leyes, estudios de mercado, relaciones comerciales, bibliografía, etc.

I Paso 4: Análisis funcional de costes y objetivos a cumplir

Definir, estructurar y ponderar u ordenar las funciones objeto de mejora partiendo de la totalidad de funciones del producto o servicio. Para ello diferenciaremos entre funciones clave y funciones de competencia.

Se analizará el coste de las funciones actuales y se marcarán objetivos de coste finales.

Para esta fase se utilizarán técnicas como el análisis funcional, costes por funciones, análisis de riesgos y análisis funcional de fallos y efectos.

I Paso 5: Ideas de solución y evaluación de las mismas

Una vez realizada la evaluación intensiva de la situación de partida, se inicia la actividad de generación de ideas de mejora, desde la óptica de optimización de la relación coste-beneficio. Siempre entenderemos el beneficio desde el punto de vista de cumplimiento de expectativas del cliente con respecto a la función, producto o servicio.

En primer lugar se hará inventario general de ideas que, posteriormente, se detallarán en profundidad. Se utilizarán técnicas de creatividad.

Se analizarán las ideas desde una óptica de funciones innecesarias o, incluso, indeseables. Dicha evaluación de ideas puede contemplar las posibles combinaciones de ideas.

Por último, se decidirán las ideas a desarrollar y se completará el programa de trabajo.

I Paso 6: Desarrollo de propuestas globales

Realización de los estudios, pruebas, seguimiento y evaluación de las ideas desarrolladas y decididas.

La evaluación de las soluciones se realizará según criterios cualitativos y cuantitativos, criterios económicos (teniendo en cuenta los objetivos marcados inicialmente) y de riesgo.

I Paso 7: Presentar las propuestas finales

Se seleccionarán las soluciones finalistas a proponer y se elaborará un programa de implantación, análisis y evaluación.

Se presentará el plan al órgano decisor y se mantendrá informado al equipo de trabajo.

I Paso 8: Implantación

La ejecución correrá a cargo de los departamentos operativos de la empresa. Se definirá un mecanismo de seguimiento y asistencia para verificar avances o corrección de desviaciones.

Se evaluarán los resultados con relación a los objetivos y, finalmente, se difundirán los resultados a toda la organización.

Para estandarizar los resultados, se generará nueva información técnica para las nuevas funciones, operaciones, controles, ensayos, etc.

MÉTODOS Y HERRAMIENTAS ADICIONALES Y SUS PRINCIPALES USOS EN LA GESTIÓN DEL VALOR

MÉTODOS/HERRAMIENTA	USOS PRINCIPALES EN GESTIÓN DEL VALOR
Benchmarking (Emulación)	Búsquedas de mejores prácticas y establecimiento de objetivos
Reingeniería del proceso (AV aplicado a procesos) BPR	Mejora radical del proceso
Análisis coste-beneficio	Evaluar el valor de atributos no marcados
Modelización de costes	Elaborar modelos de coste para analizar el efecto de los cambios
Técnicas de creatividad	Generar ideas innovadoras
Diseño de Fabricación y Ensamblaje (DFE)/DFMA	Descubrir procesos de óptima realización y diseño de productos
Métodos de evaluación	Selección de opciones
AMFEC	Identificar modos de fallo y sus consecuencias
Diseño industrial	Diseñar productos acorde con las necesidades del cliente
Kaizen	Mejora continua
Coste de Ciclo de Vida (CCV)	Estimular total adquisición y costes operativos, normalmente con costes rebajados
Análisis de mercado	Identificar necesidades para establecer estrategia y objetivos
Investigación de operaciones	Costes y modelo de funcionamiento
Análisis de Pareto	Seleccionar los asuntos más importantes para el estudio/actuación
Gestión de proyectos	Gestionar un proyecto y los equipos que lo conforman para obtener eficazmente los objetivos establecidos
Círculos de Calidad	Mantener y mejorar la calidad
Despliegue de Función de Calidad (QFD)	Equiparar requisitos del cliente con diseño, objetivos de producción y conocimiento
Análisis de confianza	Descubrir y eliminar causas de fallo
Análisis de riesgos	Identificar situaciones peligrosas, evaluando riesgos, encontrar formas de evitarlo
Gestión de riesgo	Evaluar los riesgos y mantenerlos en un nivel aceptable
Objetivos de coste	Establecer objetivos y satisfacer los requisitos del proyecto dentro de un presupuesto
Establecimiento de objetivos	Establecer expectativas de actuación
Construcción de equipo	Crear y formar grupos de trabajo
Liderazgo de equipo	Inspirar a un equipo a producir resultados
Trabajo en equipo	Dirigir un grupo para que funcione eficazmente
Gestión de la Calidad Total (TQM)	Implicar a la dirección en la máxima satisfacción de los clientes

MEJORAR LA RELACIÓN UTILIDAD/COSTE DE UNA BALDOSA CERÁMICA
CUESTIONES PREVIAS SOBRE LAS FUNCIONES DE LA BALDOSA

VEAMOS ALGUNAS PREGUNTAS QUE HAY QUE PLANTEARSE	INDICADOR PARA
¿Cuánto estáis dispuestos a pagar para obtener la función?	Coste máximo tolerable
¿Cuánto daríais de más para esta función de estima? ¿Cuál es el coste del medio más económico para asegurar esta función independientemente, en las mismas condiciones? (éste es el mínimo que se estaría dispuesto a pagar en un mercado transparente, hecha la corrección de los gastos y del margen).	Objetivo de gastos
Sois el comprador (o el usuario, o... etc.). Os presentan varias soluciones, debéis elegir. A precio y calidades comparables, ¿qué peso en % atribuíis a cada función?	Orientación de concepción Selección de proyecto
En la solución anterior... o en la solución proyectada..., ¿la función está bien asegurada?, ¿con qué nivel de resultados?	Nivel de satisfacción
Para el conjunto de funciones, ¿cómo responde la solución al cuaderno de condiciones?, ¿cuál es su perfil de satisfacción?	Compensación de las elecciones

ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES. ¿CUÁLES SON LAS FUNCIONES A PROPORCIONAR?

EJEMPLO: UNA BALDOSA

Up RECUBRIR LA SUPERFICIE <ul style="list-style-type: none"> ■ La deseada ■ Impermeable ■ Fiabilidad nivel medio 	PONER EN CONTACTO BALDOSA CON PARAMENTO	1º BALDOSA Y PARAMENTO 2º CEMENTO COLA COLOCAR BALDOSA Y REJUNTAR
	FORMAR PARTE DEL SUELO <ul style="list-style-type: none"> ■ exigencias geométricas ■ piezas complementarias 	COLOCAR BALDOSA Y PIEZAS COMPLEMENTARIAS
	PERMITIR LIMPIAR	SUPERFICIE VIDRIADA
	PERMITIR RECAMBIO	RECAMBIOS
Us RESISTIR AGRESIONES <ul style="list-style-type: none"> ■ agua, golpes... FÁCIL DE LIMPIAR PERMANECER INALTERABLE <ul style="list-style-type: none"> ■ duradero 	SUPERFICIE VIDRIADA ...que está en contacto con el usuario SUPERFICIE VIDRIADA ...ausencia de poros o irregularidades QUE RESISTA LAS AGRESIONES DEL USO Y DE LA LIMPIEZA	
E GUSTAR AL CLIENTE	EVOCAR MÁRMOL UNA IMAGEN DE DISEÑO MODERNO	
Sv	T1	T2

¿Cómo?



¿Por qué?

Las funciones de uso **U** describen la utilidad del objeto.

Las funciones de estima **E** añaden un atractivo y hacen que loelijamos.

Las funciones principales **P** responden a: ¿Qué debe hacer el objeto?

Las funciones secundarias **S** a: ¿Qué más puede hacer?

Las funciones técnicas **T1, T2...** describen cómo se han asegurado las verdaderas funciones de servicio Sv.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LAS FUNCIONES Y COSTES ASOCIADOS
EL ÁRBOL DE FUNCIONES SE ELABORA PROGRESIVAMENTE. EXISTEN TRES MÉTODOS:

1. MÉTODO RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS	2. MÉTODO RESULTADO DE LAS TÉCNICAS DE CREATIVIDAD	3. MÉTODO, INDIRECTO, AL REVÉS
El objeto es una caja negra en el entorno. Las funciones traducen cómo actúa y reacciona el objeto en el entorno: éste conecta los elementos exteriores de dos en dos, y se opone a otros elementos exteriores. Método racional, pero impracticable sobre objetos complejos.	El objeto es un ser vivo. Yo me identifico con el objeto. Yo soy este objeto. Observo cómo actúa el objeto y sobre qué actúa. Método directo, rápido, eficaz, que centra rápidamente las funciones en el buen nivel.	Los análisis sobre el objeto existente o en proyecto, su concepción, su fabricación, sus insatisfacciones, revelan las funciones que hay que asegurar, en detalle. Método complementario y obligatorio que enriquece al árbol de las funciones.

En Análisis del Valor, todo se hace por funciones:

- La función es el criterio de base.
- Las necesidades son descritas por funciones.
- Los elementos, piezas, operaciones y son clasificadas por funciones.
- Los costes y los valores son estimados por funciones
- La búsqueda de soluciones es dirigida por funciones.
- Cada función es razonada separadamente, como si fuera única.

Las funciones son descritas de manera detallada y profunda, con la preocupación de no ir más allá de lo que se pide.

Siempre se trata de ofrecer la función:

- Solo allí donde se necesita... y no en todas partes.
- Sólo cuando se necesita... y no siempre.
- Sólo para los que la quieren... y no para todos.
- Según las exigencias requeridas... y no más.

PLAN DE ACCIÓN

FUNCIÓN	CATEGORÍA		COSTE ACTUAL (1)			DIFICULTAD DE MEJORA			PLAN (2) Y (3)	RESP.	FECHA
Soporte cerámico	E			2			2		Informe alter.		
Superficie vidriada	Up	Us			3		2		coste Alternativas Porosidad Coste		
Colores	E	Us		2					Naturales Costes		
Tamaño	E								Combinaciones Falsos tamaños		
Espesor	Up							3	Reducir Coste		
Embalaje				2			2		Disminuir Otros materiales Coste		
Complementos		Us			3		2		Gestión de compras Coste		
Peso								3	Reducir Aligerar Coste		

Coste: 1 bajo, 2 medio, 3 alto.

Dificultad mejora: 1 baja, 2 media, 3 alta.

(1) Analítica de costes ABC; (2) Simulación de la alternativa; (3) Introducir AMFE de diseño y cumplimiento de normativa.

■ 1. ¿QUÉ ES?

El B.M. es un proceso estructurado y positivo de análisis de todo aquello que puede ser mejorado, tomando como patrón a nuestros competidores y en relación con la opinión de nuestros clientes.

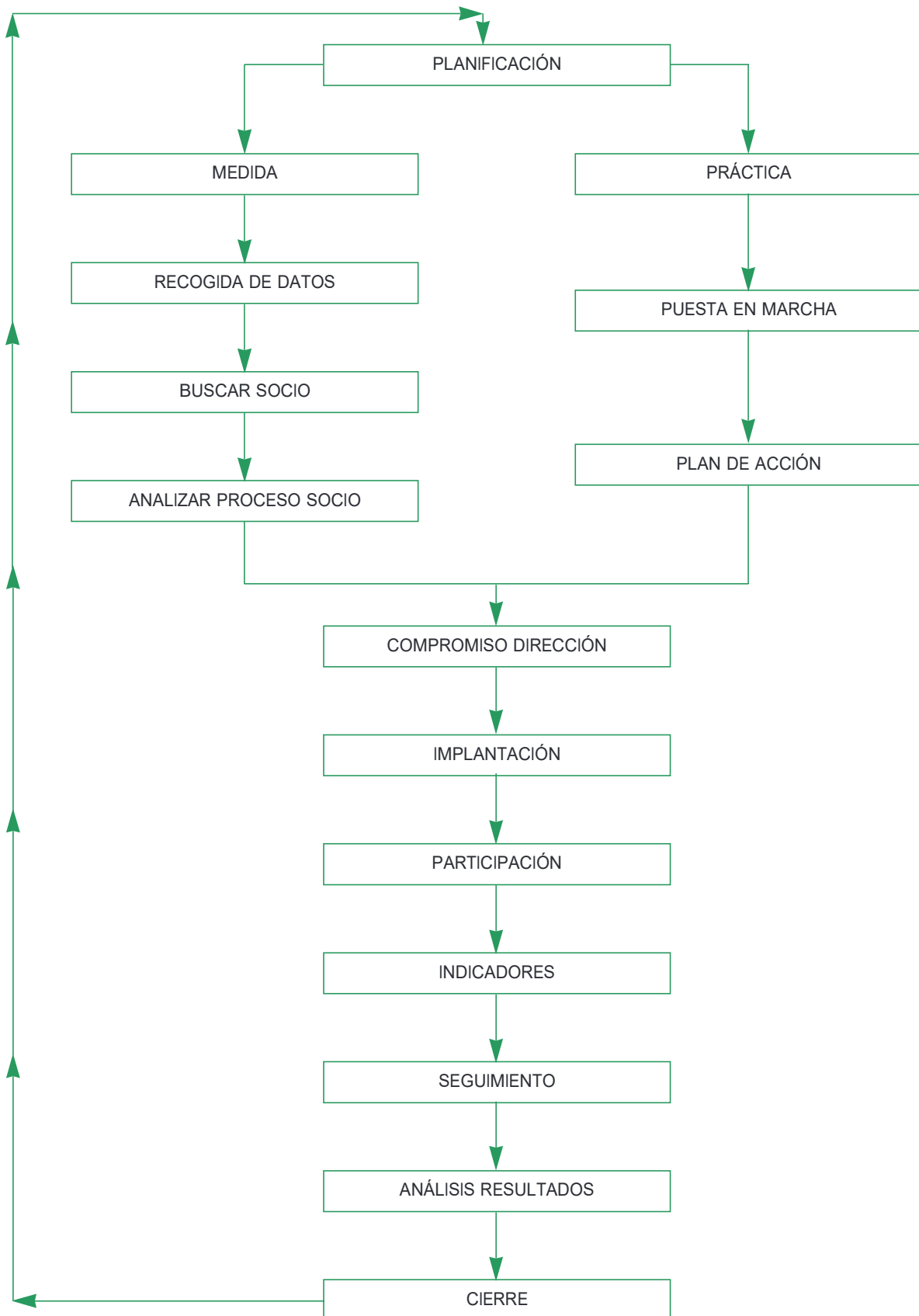
■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Herramienta de gran utilidad para la mejora continua dentro del T.Q.M.
- Innovación permanente que surge del análisis práctico de los procesos y productos de nuestros competidores.
- Posibilidad de reducción de costes en los procesos productivos.
- Cambios estratégicos en la política de las empresas para mejorar la competitividad.
- Utilización racional de los hombres expertos de las empresas aprovechando al máximo sus conocimientos.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Innovación*: Adopción de características competitivas en los procesos o productos.
- *D.P.C.*: Diagnóstico de la posición competitiva de los competidores.
- *G.a.p.*: Distancia competitiva de los procesos o productos a analizar en nuestros competidores.
- *F.c.*: Factores críticos del éxito.
- *I.p.*: Indicadores del proceso que nos permiten seguir el avance de los resultados.
- *P.a.*: Plan de acción. Actuaciones a realizar para la implantación de las mejoras analizadas.
- *Jefe Proyecto*: Lidera el grupo de trabajo como conocedor del proceso y de las personas.
- *Facilitador-Animador*: Especialista en B.M., interno o externo.
- *Expertos*: Técnicos de gran experiencia en los procesos o productos objeto del B.M.
- *Socio*: Organizaciones o empresas competidoras o no que son objeto del B.M.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Primera fase: Planificación

- La Dirección selecciona el proceso o producto para realizar el B.M. en función de las necesidades más perentorias. Los productos a los que se aplique deben ser seleccionados de antemano.
- Asimismo, la Dirección selecciona el equipo para el B.M. con el Jefe de Proyecto, Facilitador y los Hombres Expertos.
- Formación del equipo B.M.: Personas cualificadas, conocedoras del proceso, innovadoras y dinámicas con mentalidad abierta.
- Como última etapa de la planificación se deben asignar los recursos en función de las necesidades solicitadas por el Jefe de Proyectos.

■ 5.2. Segunda Fase: Toma de datos

- Análisis y documentación interna del proceso a realizar el B.M.: Utilizar herramientas de toma de datos, contactos, entrevistas, encuestas.
- Determinación de los F.c. del proceso a medir, teniendo en cuenta la eficacia y eficiencia del proceso.
- Búsqueda del Socio adecuado para el B.M.: Debe buscarse el mejor del Mercado tanto para procesos internos como externos.
- Observación del proceso del Socio: Es importante poder profundizar en los procesos o productos a comparar, para lo que se debe intercambiar la información.

■ 5.3. Tercera fase: Análisis de datos

- Ver las diferencias actuales una vez recogida la información.
- Identificar las causas de las diferencias que suelen ser varias para cada una de ellas.
- Posibles alternativas para reducir las diferencias.

■ 5.4. Cuarta fase: Planes de acción

- Descripción y justificación del proyecto de mejora cuantificando el beneficio esperado. A veces el beneficio puede ser a medio o largo plazo.
- Presupuesto de ejecución de las acciones a implementar tratando de cuantificar cada una de ellas.

■ 5.5. Quinta fase: Aprobación del presupuesto

■ 5.6. Sexta fase: Implantación y seguimiento

- Presentación del proyecto global del B.M. con plazos de ejecución y resultados previsibles en los mismos.
- Formación de las áreas que han de intervenir en el proyecto.
- Establecimiento de Indicadores adecuados para un control de la eficacia del proyecto.

5.7. Séptima fase: Análisis de resultados

- Información periódica.
- Presentación a la Dirección.
- Terminación oficial.
- Difusión de los Resultados.

6. CRITERIOS BÁSICOS PARA LA REALIZACIÓN DEL B.M.

- ¿Qué es y qué no es el B.M.? (Anexo 1).
- ¿Cómo hacer el B.M.? (Anexo 2).

ANEXO 1. PROCESO DE BENCHMARKING

<u>Es</u>	<u>No es</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Proceso continuo • Evaluación comparativa • Aprendizaje y adaptación • Reformular estrategias • Reinventar los negocios • Revitalizar (cambio y mejora continua) 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad eventual • Un mero ejercicio de números • Copiar o imitar • Visitas "turísticas" a empresas • Espionaje industrial • "No inventado aquí" • Decisión reactiva "apaga fuegos"

ANEXO 2. POR QUÉ HACER BENCHMARKING

<u>SIN</u>	<u>CON</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque interno • No inventado aquí • Decisiones intuitivas • Cambio evolutivo • El rezagado del sector • Objetivos a corto plazo • Se administra el negocio 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque competitivo • Gestión del conocimiento • Gestión del cambio • El mejor del sector • Visión a largo plazo • Se lidera el negocio • Ajuste estrategia entorno y cultura • Rentabilidad a largo

■ 7. EJEMPLO DE BENCHMARKING EN EL SECTOR VEHÍCULOS INDUSTRIALES

■ 7.1. Antecedentes

Un determinado constructor “A” recibe quejas de sus concesionarios en el sentido de que los vehículos usados presentan dificultades de reventa, por el deterioro visual de las piezas metálicas (óxido).

■ 7.2. Recogida de datos

El constructor realiza una encuesta entre sus concesionarios, llegando a la conclusión de que la pérdida de valor de los vehículos en el precio de reventa oscila entre 500.000 pts y 1.000.000 pts por vehículo.

■ 7.3. Planificación

El Comité del Producto decide realizar un B.M. con dos competidores, para lo cual se crea un equipo de trabajo liderado por Ingeniería del Producto. En dicho equipo están igualmente representados los departamentos de Compras, Calidad, Producción y Análisis de Costes.

El equipo de trabajo decide la compra de dos vehículos usados (3 años) de dos competidores “B” y “C”.

■ 7.4. Análisis de la competencia

Se realiza un análisis comparativo, pieza por pieza, de los vehículos “B” y “C” en relación con el vehículo “A”, con un sistema de atributos (inspección ocular), el cual corrobora una menor calidad en la protección anticorrosiva (pintura) en el vehículo del constructor “A”.

El equipo de trabajo hace un análisis de los procedimientos de pintura y embalaje de las piezas en las Normas de los dos constructores “B” y “C”. De dicho estudio se obtienen dos propuestas de Normas 1 y 2 para su análisis y valoración por el Comité del producto.

■ Conclusiones:

- Revisión de los embalajes en todas y cada una de las piezas defectuosas.
- Revisión y valoración de los procesos de pintura en seis proveedores subcontractados.
- Modificación del proceso de pintura en la Norma y consecuentemente en los Proveedores que deben aplicarla.
- Coste estimado 20.000 pts/vehículo.
- El tiempo estimado de implantación será de 18 meses desde el inicio del proceso del B.M., hasta su introducción en serie.
- Recuperación de la inversión en el precio de venta del vehículo usado.

■ 8. BIBLIOGRAFÍA SOBRE “BENCHMARKING”

- ARBIDE, JUAN: “Benchmarking, planificación estratégica y gestión empresarial”. Revista *Excelencia*, mayo 1994, nº 8.
- : “Benchmarking, una estrategia vencedora”. ICE, 1993, nº 724.
- AUDITORÍA INTERNA: “Análisis comparativo (Benchmarking) de las funciones de Auditoría Interna”, 1994, nº 37, pp. 27-28.
- : “El poder del Benchmarking (Análisis comparativo)”, nº 37, pp. 25-26.
- BENDELL, T.; BOULTER, L.; KELLY, J.: *Ventajas competitivas a través del Benchmarking*. Ediciones Folio, S.A., 1994.
- BOXWELL, ROBERT C.: *Benchmarking para competir con ventaja*. McGraw Hill, 1994.
- CAMP, ROBERT C.: *Benchmarking: The search for industry best practices that led to superior performance*. American Society of Quality Control. Quality Press, 1989.
- GRANT, R.: *Contemporary Strategy Analysis, Concepts, Techniques, Applications*. Blackwell, Cambridge, Massachusetts, 1992.
- HARO, FERNANDO: “Benchmarking. Buscar, comparar e imitar”, *Nueva Empresa*, feb. 94, nº 384, pp. 24-33.
- MONCZKA, R.; MORGAN, J.: “Benchmarking: What you need to do to make it work”. *Purchasing*, vol. 114, January 14, 1993, pp. 63-69.
- OGILVIE, TIMOTY, J.: “Perdidos en el espacio: factores críticos del Benchmarking”. *Harvard-Deusto Business Review*, 1994, nº 65 pp. 64-66.
- SPENDOLINI, MICHAEL: *The Benchmarking book*. New York, AMACON, 1992.
- VV.AA.: “El Benchmarking en la estrategia de innovación de productos”. *Alta Dirección*, 1994, nº 30 (178) pp. 17-29.
- VALLS, ANTONIO: *Guía práctica del Benchmarking*. Ediciones Gestión 2000. 1995.
- WATSON, GREGORY H.: *The Benchmarking Workbook: Adapting Best Practices for Performance Improvement*. Cambridge, MA: Productivity Press, 1992.

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es una herramienta utilizada para conseguir disminuir el tiempo de cambio de referencia hasta el mínimo valor posible. SMED es el acrónimo de “Single Minute Exchange of Die” (Cambio de útil en un solo minuto).

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

En el mercado actual el cliente demanda, cada vez más, productos en el momento solicitado y en las cantidades pactadas, así como particularizados en función de sus gustos y de sus necesidades. Esto implica para las empresas la necesidad de aplicar la producción en “just in time”.

Para producir así es necesario realizarlo en pequeños lotes, con el objetivo ideal de trabajar en flujo monopieza, es decir en lotes de una sola pieza cada vez.

Esto a su vez implica un gran número de cambio de referencias. Pero si el tiempo de cambio de referencia no se reduce, la mayor parte de la jornada productiva se dedicaría a realizar cambios de utillaje pero no de producción. De ahí la necesidad del SMED con el objetivo de reducir al mínimo el tiempo de cambio de referencia y facilitar el proceso de “just in time”.

El SMED tiene como objetivo, en última instancia, reducir el tiempo de cambio de referencia hasta acercarlo a cero segundos. Para ello sistematiza el estudio y análisis del proceso del cambio de referencia en la unidad o máquina seleccionada para:

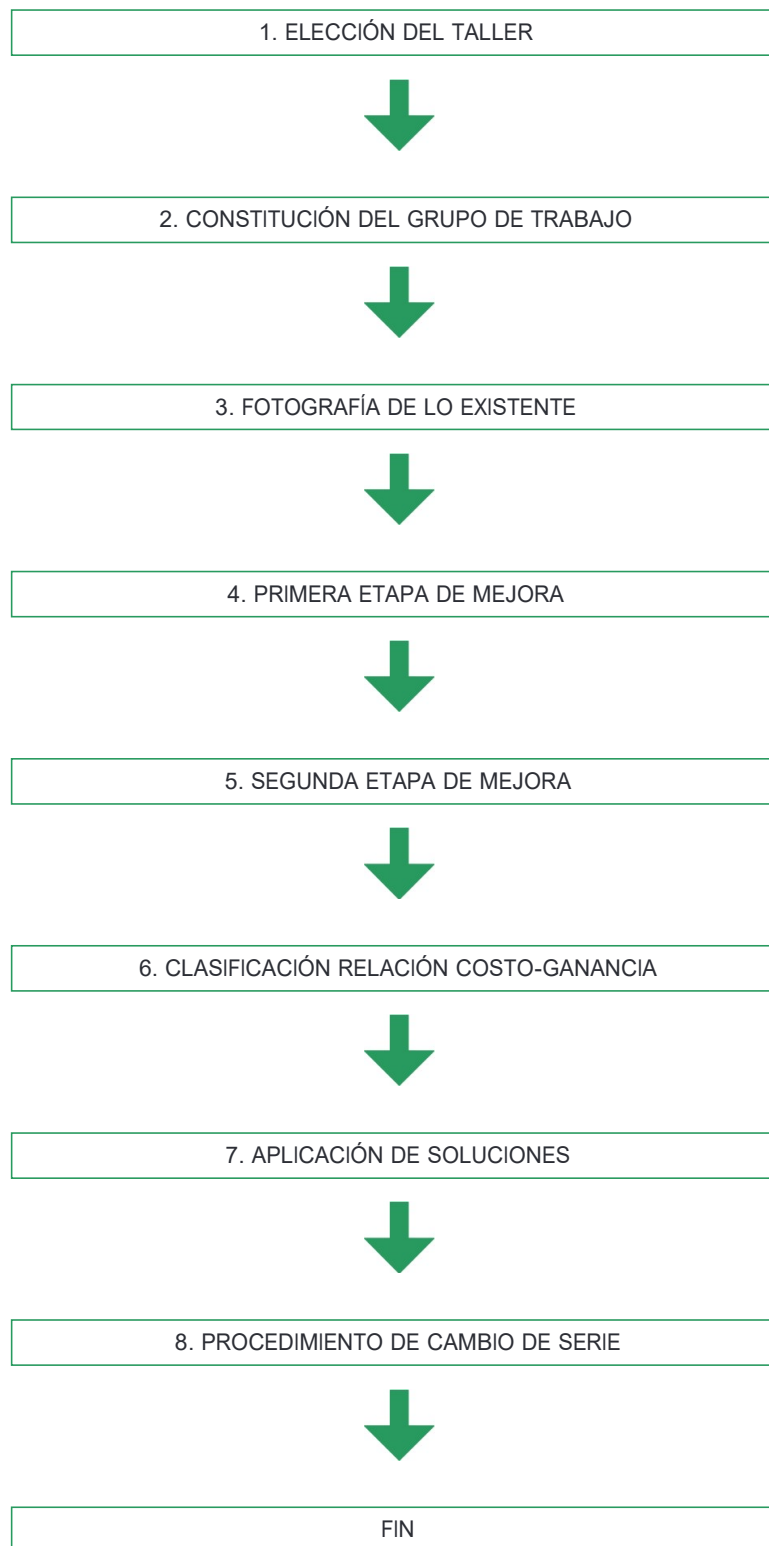
- Eliminar todas las operaciones no necesarias.
- Determinar qué operaciones pueden efectuarse sin parar la máquina.
- Estandarizar el proceso del cambio de referencia.
- Facilitar el mismo mediante la secuencia adecuada.

El SMED es un trabajo de equipo y se debe aplicar progresivamente a todas las unidades o máquinas de la empresa.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *SMED*: Single Minute Exchange of Die, Cambio de utillaje en un solo minuto.
- *Tiempo de cambio de referencia*: Tiempo utilizado en el cambio de referencia entendiéndose como tal el tiempo desde la última pieza de la referencia precedente hasta la primera pieza buena de la nueva referencia.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



MARZO 2002	CAMBIO RÁPIDO DE HERRAMIENTA (SMED)	FICHA 38
1ª EDICIÓN		PÁG. 3 DE 6

■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Elección del Taller

Se selecciona, dentro de la empresa, un Taller, unidad o máquina para realizar el trabajo del SMED, así como un conjunto de referencias asociadas a dicha máquina.

Si es la primera vez que se va a utilizar este tipo de herramienta conviene que, en esta elección, se tengan presentes varios condicionantes para conseguir el éxito de la misma.

Dentro de estos condicionantes se pueden enumerar por ejemplo:

- Que la zona seleccionada permita *a priori* un buen potencial de mejora.
- Que sea una zona que represente al resto de las unidades de la fábrica desde el punto de vista de tiempo de cambio de referencia.
- Que las inversiones requeridas para la implantación de las acciones no sean elevadas y sean relativamente rápidas de poner en marcha.
- El tamaño del lote en días de consumo y el stock generado por culpa del tiempo actual de cambio de referencia.

La constatación sobre esta primera zona de la bondad del método y de los resultados obtenidos permitirá afianzar la utilización de la herramienta y motivará al resto de los equipos para implantarla y utilizarla.

■ 5.2. Constitución del grupo de trabajo

El grupo de trabajo estará compuesto por las personas implicadas de forma directa para tener en cuenta todos los elementos del problema y favorecer su creatividad, por lo tanto contará con:

- Operarios del Taller, unidad o máquina seleccionada.
- Supervisor.
- Personal de: métodos, calidad, mantenimiento, utillaje.
- Coordinador.

El coordinador, además de encargarse de la organización de las reuniones, deberá dominar la técnica del SMED, ser capaz de comunicar adecuadamente y formar al equipo, y, por tanto, guiar al mismo en su realización.

Como primera medida conviene establecer un tiempo para la realización del SMED y un objetivo en cuanto a reducción del tiempo de cambio de referencia.

■ 5.3. Fotografía de lo existente

Se realiza mediante la visualización de un cambio de referencia para establecer lo que se está haciendo actualmente.

Para ello se estudia con detenimiento y en detalle el cambio de referencia mediante:

- Cronometraje del tiempo entre la última pieza de la referencia precedente y la primera pieza buena de la nueva referencia.
- Análisis de las operaciones realizadas indicando su duración, medios utilizados y anomalías observadas.

Para esta actividad, conviene utilizar un vídeo para filmar todas las operaciones y revisarlas las veces que sean necesarias.

Es imprescindible la participación de todos los componentes del grupo de trabajo, con el objetivo de que todos conozcan la situación de partida y los problemas actuales.

■ 5.4. Primera etapa de mejora

La primera etapa de mejora consiste en la clasificación de las operaciones. Éstas se clasifican en dos categorías: internas y externas

- *Operaciones internas*: son aquellas que sólo pueden realizarse con la máquina parada.
- *Operaciones externas*: son aquellas que su ejecución no implica la parada de máquina.

Es necesario realizar un listado separando claramente ambos tipos de operaciones de las analizadas durante el transcurso del punto 5.3.

Como se puede comprender, todas las operaciones externas han de ejecutarse mientras la máquina está funcionando. Esta operación es una de las claves del SMED porque permite realizar reducciones del tiempo de cambio de referencia de entre un 30 a 50% sobre el tiempo inicial.

Dentro de estas operaciones externas se encuentran muchas actividades relacionadas con disposición de útiles, limpieza de los mismos, ajustes iniciales, acercamiento a la máquina, reglajes preliminares...

Esta fase termina con la confección de un "Check list" para preparar el material y asegurar la realización de las operaciones externas con la máquina en marcha.

■ 5.5. Segunda etapa de mejora

La segunda etapa de mejora se centra sobre las operaciones internas. Para cada una de ellas debemos hacernos tres preguntas:

- ¿Podemos suprimirla?
- ¿Podemos transformarla en operación externa?
- ¿Cómo podemos reducir su duración?

Las preguntas anteriores nos van a llevar a la búsqueda de soluciones de organización y técnicas que se van a centrar en cinco ejes:

MARZO 2002	CAMBIO RÁPIDO DE HERRAMIENTA (SMED)	FICHA 38
1ª EDICIÓN		PÁG. 5 DE 6

- 1. *Preparación*
 - Reagrupar cerca de la máquina todos los elementos necesarios.
 - Disponer en el momento requerido los materiales para producir.
 - Ordenar en forma preferencial el encadenamiento de las actividades.
 - Limitar los tiempos de intervención exteriores.
 - Utilizar identificación por colores.
- 2. *Sincronización de tareas*
 - Efectuar el cambio de serie con varias personas.
 - Suprimir desplazamientos alrededor de la máquina.
 - Intervenir sobre medios independientes (herramienta y material).
- 3. *Estandarización*
 - De materia prima u otra característica del producto, para reducir el número de variables entre referencias.
 - Eliminar los tanteos en el posicionado y colocar centrados fijos.
 - De las cotas funcionales del utillaje para facilitar fijaciones y montajes.
 - De las características de utilización (por ej.: altura y carrera).
- 4. *Supresión de reglajes*
 - Pasar a operaciones externas.
 - Supresión de repeticiones sucesivas.
 - Marcas o escalas numéricas.
 - Topes específicos para cada referencia.
- 5. *Racionalización de medios*
 - Medios de fijación:
 - Tornillos cuarto de vuelta.
 - Arandelas en U.
 - Levas.
 - Elementos magnéticos
 - Medios de transporte:
 - Mesas con rodillos.
 - Carretillas elevadoras.
 - Doble plato.

■ 5.6. Clasificación relación costo-ganancia

Las diferentes soluciones se clasificarán en función de la relación:

$$\frac{\text{Costo de la modificación}}{\text{Ganancia de tiempo}}$$

■ 5.7. Aplicación de soluciones

Según la prioridad establecida por la anterior relación se desarrollaran dos etapas:

- Soluciones aplicables en forma inmediata, es decir con baja o nula inversión.
- Soluciones aplicables según plan de mejora, es decir que necesitan inversión.

5.8. Procedimiento de cambio de serie

Una vez formalizado el modo operativo del cambio de referencia es necesario redactar el procedimiento con:

- Un check list de preparación del cambio de referencia.
- La gama del cambio de referencia con la lista de operaciones, material necesario para cada una de ellas y duración.

1. ¿QUÉ ES?

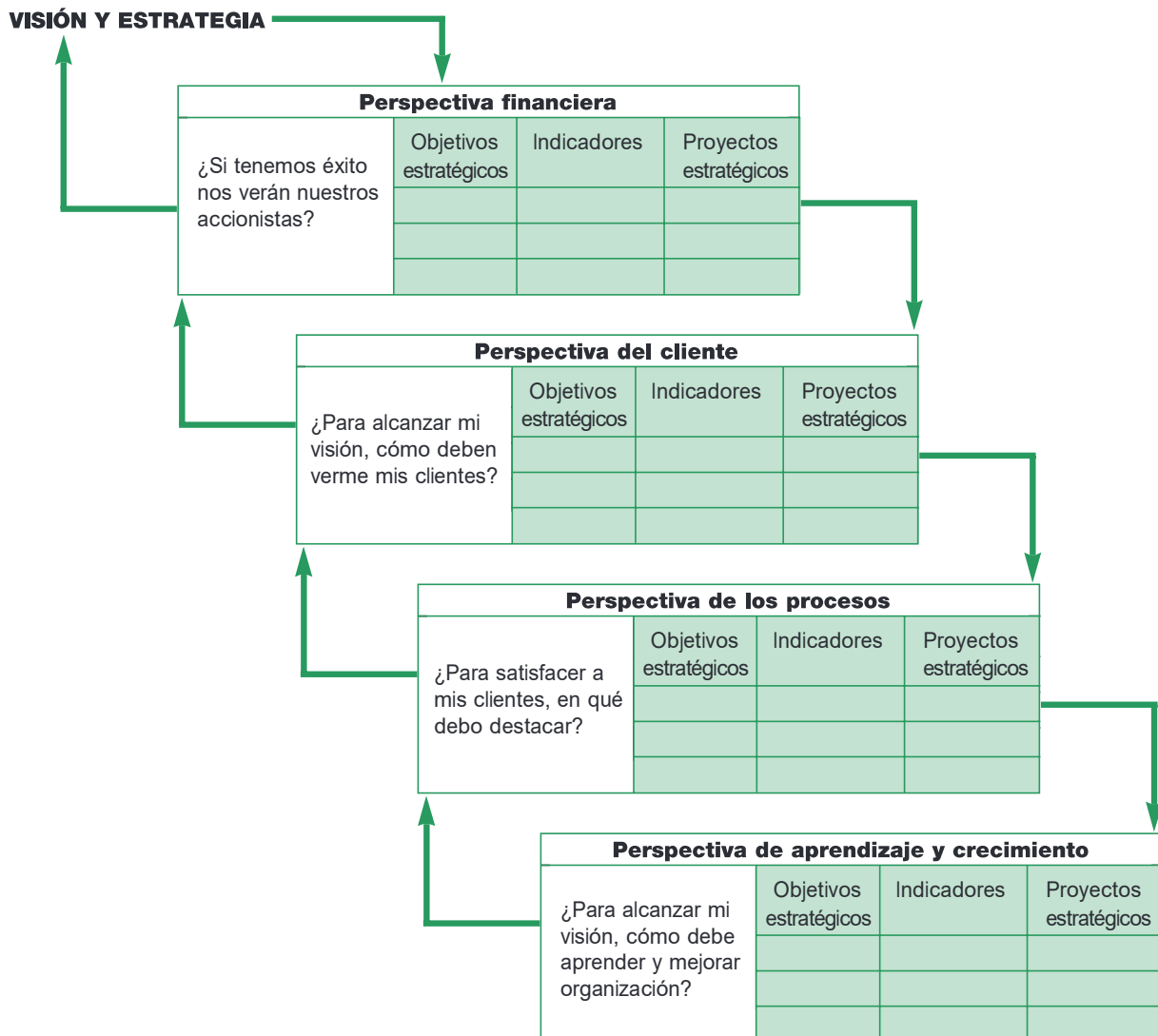
El Balanced Scorecard es una herramienta que traduce la visión y la estrategia y de una organización en un amplio conjunto de medidas de actuación coordinadas entre si, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica.

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La esencia de la estrategia es realizar las actividades de forma diferente a la de los competidores para proporcionar una posición de valor única.

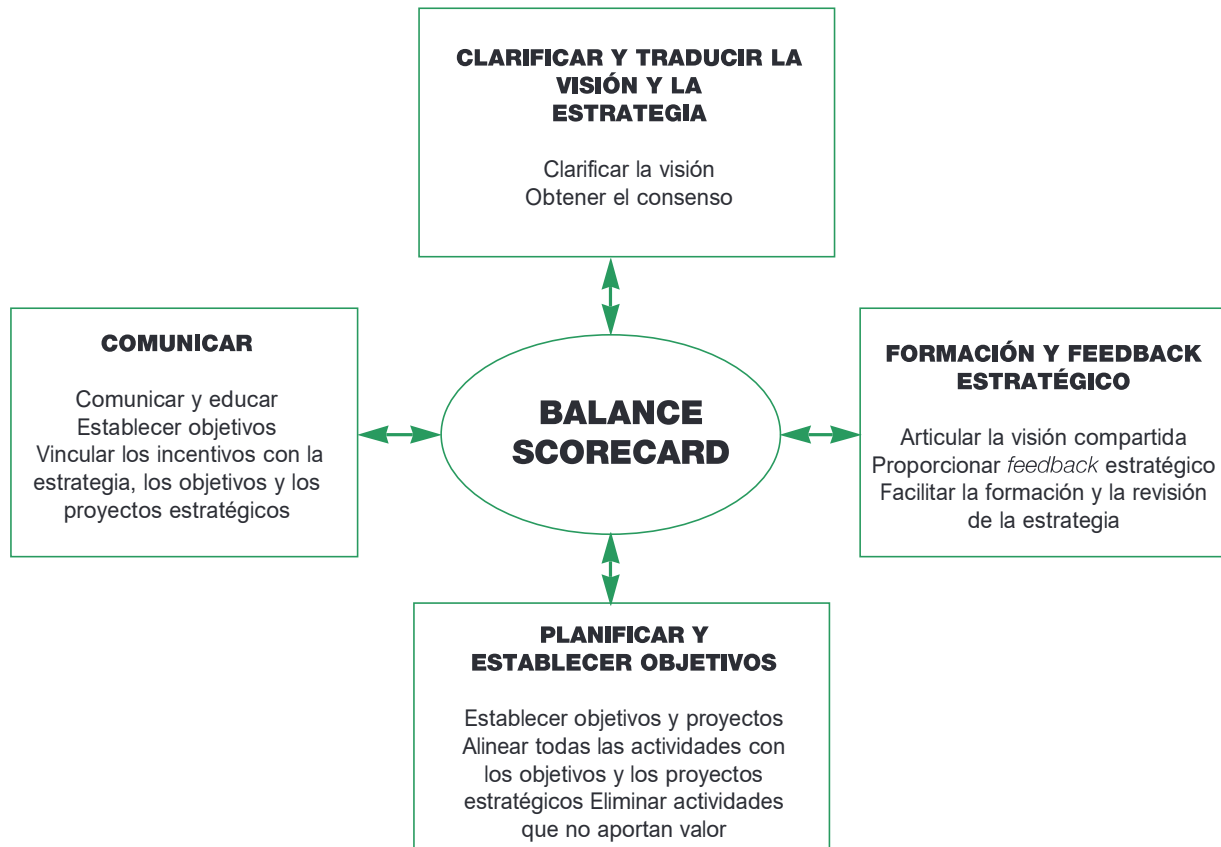
El Balanced Scorecard define los objetivos y actividades a corto plazo que diferenciarán a una empresa de su competencia y crearán valor a largo plazo para clientes y accionistas.

El Balanced Scorecard contempla cuatro perspectivas: Perspectiva financiera, perspectiva del cliente, perspectiva de los procesos, perspectiva del aprendizaje y crecimiento



El Balanced Scorecard permite a las empresas:

- Hacer comprensible y desplegar la visión y la estrategia empresarial.
- Comunicar la estrategia a toda la organización.
- Alinear los objetivos personales y departamentales con la estrategia global de la empresa.
- Vincular los objetivos estratégicos con los objetivos a largo plazo.

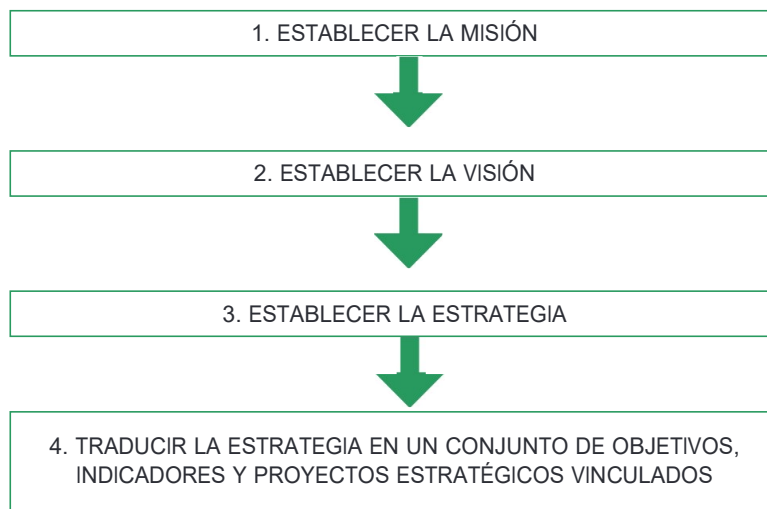


■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Perspectiva financiera*: Describe el resultado financiero; algunos ejemplos son:
 - Rentabilidad.
 - EVA (economic value-added).
 - Crecimiento y diversificación de los ingresos.
 - Mix de ventas.
 - Rentabilidad sobre activos.
- *Perspectiva del cliente*: Describe cómo nuestros clientes perciben nuestros productos y servicios; algunos ejemplos son:
 - Cuota de mercado.
 - Calidad percibida.
 - Satisfacción del cliente.

- Fidelización.
- Reconocimiento de marca.
- *Perspectiva de los procesos:* Describe cómo se llevan a cabo los procesos; algunos ejemplos son:
 - Rapidez de respuesta.
 - Productividad.
 - Tiempo de ciclo.
 - Satisfacción del cliente interno.
 - Innovación.
- *Perspectiva del aprendizaje y crecimiento:* Describe el desarrollo y aprendizaje de las personas que trabajan en la organización; algunos ejemplos son:
 - Selección.
 - Desarrollo profesional y personal.
 - Formación y aprendizaje.
 - Retención de las personas de alto potencial de desarrollo en la empresa.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA IMPLANTAR EL BALANCED SCORECARD



■ 5. REALIZACIÓN

A continuación se presenta un esquema de cómo se puede implantar en la práctica el Balanced Scorecard en una empresa.

■ 5.1. Fase 1: Establecer la misión

Tiene que establecerse la misión empresarial.

■ 5.2. Fase 2: Establecer la visión

Tiene que establecerse dónde quiere estar la empresa en un plazo de 4 ó 5 años.

5.3. Fase 3: Establecer la estrategia

Tiene que establecerse la estrategia o reglas de juego para alcanzar la visión.

5.4. Fase 4: Traducir la estrategia en un conjunto de objetivos, indicadores y proyectos estratégicos vinculados

Tiene que desplegarse la estrategia en objetivos, indicadores y proyectos estratégicos.

IDENTIFICAR OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Un objetivo estratégico es una definición del estado futuro deseado del negocio. Recomendaciones para establecer objetivos estratégicos:

- Identificar de 6 a 15 objetivos estratégicos en total.
- Contemplar las cuatro perspectivas del Balanced Scorecard.
- Asegurarse de que los objetivos estratégicos reflejan el futuro deseado y no son extrapolaciones del pasado.
- Asegurarse que cada objetivo estratégico es conciso y tiene una sola perspectiva.

IDENTIFICAR INDICADORES

Un indicador es un procedimiento que permite medir en cualquier momento el progreso de los objetivos estratégicos. Recomendaciones para establecer los indicadores:

- Crear indicadores para cada objetivo estratégico.
- Elegir indicadores que sean medibles.
- Definir la frecuencia para la medición de los objetivos.
- Los indicadores deben ser acordes con los sistemas de medición existentes.

IDENTIFICAR PROYECTOS ESTRATÉGICOS

Un proyecto estratégico es una acción específica de negocio que tiene que acometerse para alcanzar los objetivos estratégicos. Recomendaciones para establecer los proyectos estratégicos:

- Asegurarse de que se han establecido suficientes proyectos estratégicos para contemplar todos los objetivos estratégicos.
- Asegurarse de que los proyectos son suficientes para alcanzar todos los objetivos.
- Cada proyecto estratégico debe tener un vínculo visible con el/los objetivos que soporta.
- Cualquier proyecto que no sostenga al Balanced Scorecard debe ser considerado como no-alineado con la estrategia y por lo tanto debe ser abandonado.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

A continuación se expone un ejemplo de objetivos estratégicos, indicadores y proyectos estratégicos.

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	INDICADORES
------------------------	-------------

FINANZAS

F1	Reducir los gastos de explotación	Gastos totales de explotación
F2	Mejorar la productividad	Ratio facturación/persona

CLIENTES

C1	Retener a los clientes de alto potencial	Ratio facturación/cliente
C2	Incrementar nuestra cuota de mercado en el segmento grandes clientes	Número de clientes nuevos en el segmento
C3	Incrementar el nivel de satisfacción de nuestros clientes	Clasificación satisfacción de clientes
C4	Incrementar ingresos por cliente	Ratio facturación/cliente

APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO

A1	Retener a empleados de alto potencial	% rotación empleados alto potencial
A2	Desarrollar las competencias y habilidades estratégicas de nuestros empleados	% de empleados con plan de formación y desarrollo

PROCESOS

P1	Ser líderes en productos innovadores	Ratio productos nuevos lanzados/año
P2	Reducir el tiempo de ciclo solicitud de cliente/ presupuesto/aceptación presupuesto	Número de días ciclo
P3	Reducir el tiempo de ciclo aceptación presupuesto/suministro producto	Número de días ciclo
P4	Reducir el tiempo de ciclo suministro producto/ emisión factura	Número de días ciclo

PROYECTOS ESTRATÉGICOS	Links con los objetivos estratégicos
------------------------	--------------------------------------

1	Seleccionar e implantar una herramienta de gestión integrada de la compañía	P2, P3, P4, C3
2	Llevar a cabo la Reingeniería de Procesos en las áreas comercial, producción y facturación	F1, F2, P2, P3, P4, C3
3	Crear una unidad organizativa de I+D	P1, C1, C2, C4
4.	Formar a nuestros comerciales en los nuevos productos	C1, P1, A2
5.	Implantar un sistema de retribución variable en base a objetivos cuantitativos y cualitativos	A1
6.	Llevar a cabo un estudio de clima laboral	A1
7.	Establecer planes de desarrollo y formación individualizados	A1, A2, C2, C3
8.	Llevar a cabo planes de fidelización de clientes	C1, C4
9.	Llevar a cabo una campaña de mentalización para todos nuestros empleados en satisfacción de nuestros clientes	C1, C3, C4

A continuación y como fin de la descripción de esta herramienta se exponen algunas de las causas que han producido el fracaso en la implantación del Balanced Scorecard en empresas, y que deben evitarse para asegurar el éxito:

- Falta de compromiso por parte de la alta dirección.
- Pocos empleados implicados.
- Proceso de desarrollo demasiado largo.
- Contratar consultores sin experiencia.
- Introducir el Balanced Scorecard sólo para los incentivos económicos.

■ 1. ¿QUÉ ES?

El despliegue por objetivos es:

- Un modelo de gestión del negocio, i.e. un método para la planificación.
- El cual nos proporciona una alineación de las estrategias y políticas de una compañía, plasmadas en objetivos desde la Dirección de la empresa, pasando por cada departamento y sección de la misma.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

■ 2.1. Tipos de despliegues

Antes de entrar en detalles sobre esta metodología, he de dejar clara la existencia de dos tipos distintos pero compatibles de despliegue de objetivos, los cuales son tipificados en función de la estabilidad de nuestro negocio, o de los objetivos que queramos alcanzar. Las dos planificaciones son:

- *Planificación por ruptura (Hoshin)*: proceso de implementación anual que se focaliza en las áreas que requieren una mejora significativa.
- *Business Fundamentals*: proceso de planificación anual centrada en los procesos importantes del negocio de la organización.

En el cuadro anexo se observan las características principales de ambas planificaciones anuales (Hoshin Kanri o Planificación por ruptura y Nichijo Kanri o Business Fundamentals):

PLANIFICACIÓN ANUAL

PLANIFICACIÓN POR RUPTURA

- Emisiones clave / *estrategias* para la compañía
- Objetivos *agresivos* / *ambiciosos*
- Focalizado en *pocos procesos*
- Requiere un *cambio significativo*
- Fluye de *arriba-abajo* desde el más alto nivel

BUSINESS FUNDAMENTALS

- Seguimiento constante sobre procesos bajo control
- Mejoras *incrementales*
- Centrado en procesos *identificativos* y controlados
- Manejo de herramientas de control diarias
- Mantiene la "*organización en orden*"

Tabla 1: comparación de Planificación por ruptura y planificación diaria

Una explicación gráfica de la diferencia entre Planificación por ruptura y Gestión diaria se podría dar en un crucero, la planificación por ruptura plantearía el como llegar desde Southamptown hasta New York, trazando la ruta óptima, cuidando el no chocar con icebergs y aprovechar las corrientes marinas, la planificación diaria sería la responsable de cuidar los detalles de la alimentación y del entretenimiento de los pasajeros, evidentemente se necesitan ambos tipos de planificación.

En este apartado nos centraremos en la metodología de planificación por ruptura, aunque dentro de una organización (a todos los niveles) se deberían poseer ambos.

En la figura siguiente observamos que la utilización de la metodología de planificación por ruptura nos asegura una mejor unión y alineación de los objetos en los diferentes niveles de la organización.

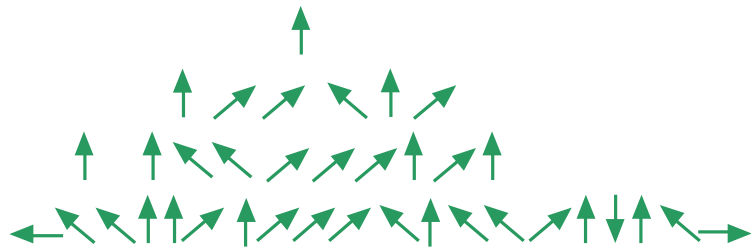
ALINEACIÓN DE OBJETIVOS EN UNA PLANIFICACIÓN SIN METODOLOGÍA HOSHIN

PRESIDENTE Y COMITÉ DIRECTIVO

DIRECTIVOS

MANDOS INTERMEDIOS

RESPONSABLES ÁREAS



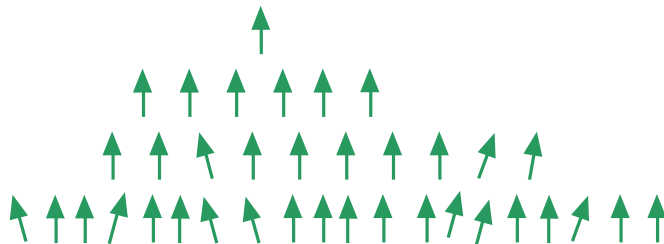
ALINEACIÓN DE OBJETIVOS EN UNA PLANIFICACIÓN CON METODOLOGÍA HOSHIN

PRESIDENTE Y COMITÉ DIRECTIVO

DIRECTIVOS

MANDOS INTERMEDIOS

RESPONSABLES ÁREAS



3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

Existen dos caracteres chinos dentro de la palabra HOSHIN,

- “Ho” significa *método* y
- “Shin” significa *brújula*;

con lo cual Hoshin significa “Forma (o método) para definir la dirección y/u objetivos” y KANRI significa control o gestión.

De esta forma el proceso Hoshin Kanri significaría “La gestión de las políticas o la gestión de los objetivos”.

4. GENERALIDADES

El OBJETIVO principal de la metodología de planificación por ruptura es:

- Planificar
 - Con la definición de objetivos y estrategias.
 - Estratificándolas e impulsándolas a través de la organización.
 - Desarrollar y gestionar planes de implementación ligados a los objetivos iniciales.

- Implementar

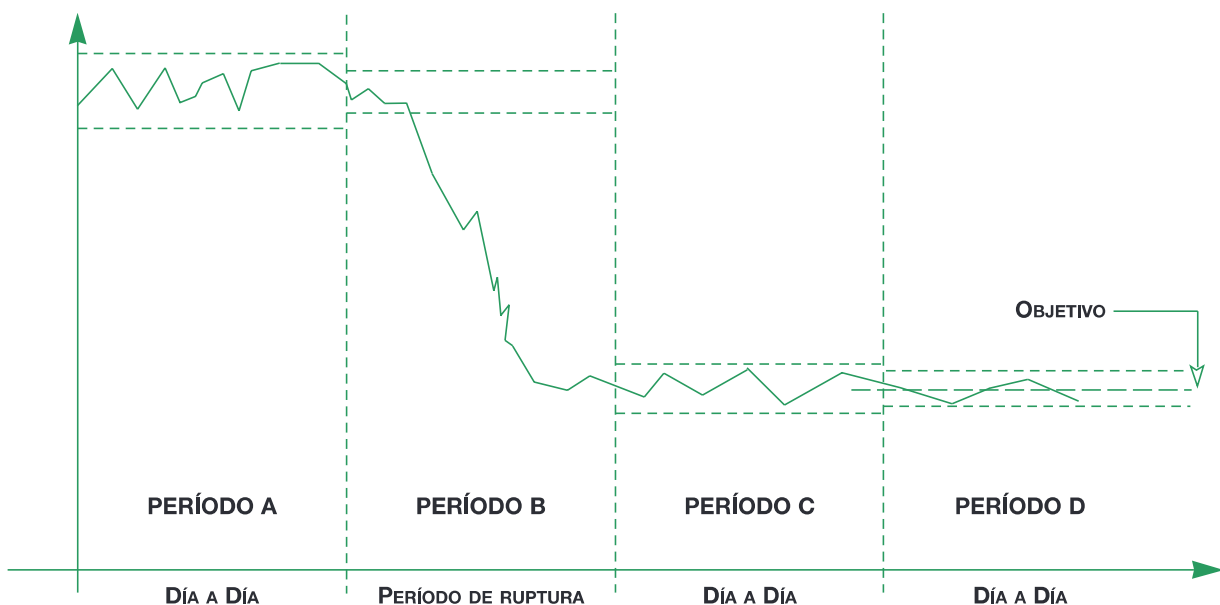
- Revisar la evolución y el rendimiento de los objetivos fijados.
- Asegurar la corrección de desviaciones con respecto a los objetivos.

Todo ello basado en datos y soportado con documentación, para alcanzar con éxito cambios importantes de rendimiento dentro de una organización.

El propósito de la planificación del despliegue de objetivos por ruptura (Hoshin-Kanri) es el de posibilitar la identificación y responder a las situaciones, en las cuales, la manera de hacer de la planificación diaria (Business Fundamental) aparece aparentemente improbable el conseguir lo que uno cree que hay que conseguir.

La intención del proceso de planificación por ruptura es mantener a la organización centrada en objetivos desafiantes y de esta forma establecer la necesidad y las estrategias necesarias que nos hagan tener unos determinados y claros propietarios responsabilizados en la definición y ejecución de apropiados planes de acción.

ILUSTRACIÓN 2: EVOLUCIÓN TEMPORAL DE UN INDICADOR X CON LA APLICACIÓN DE UN OBJETIVO DE RUPTURA



■ 4.1. Ventajas del proceso de planificación por ruptura:

- Funciona – Los objetivos rompedores se resuelven.
- Los logros son seguidos mediante métricas.
- Responsabilidades claras.
- Esfuerzos a todos los niveles, alineados en la misma dirección.
- Relaciones y comunicaciones claras, vertical y horizontalmente.
- Fortalece la relación de grupo.
- Clarifica la función de gestión.

4.2. Dificultades del proceso de planificación por ruptura

- *Desarrollo y despliegue requieren grandes cantidades de esfuerzo y tiempo:* Empezar a planear mucho antes.
- *Trabajo real en equipo resulta esencial:* El gestor ha de aprender a trabajar en equipo.
- *No se puede hacer todo a la vez:* Ninguna organización puede abordar más de 2 ó 3 objetivos rompedores a la vez.
- *No olvidar el trabajo día a día:* Un plan de gestión diario es necesario para mantener el trabajo básico en funcionamiento.

5. PROCESO

A continuación explicamos los cuatro pasos del proceso de planificación por ruptura, en concordancia con los cuatro pasos de la rueda de Deming (P/D/C/A)

5.1. Definición del plan (p)

El proceso comienza con la revisión de los items marcados al principio del diagrama de flujo de la ilustración 3:

- Visión y misión de la empresa.
- Revisión del Bussiness Plan de la compañía, en donde aparecen las necesidades de personal, cliente, económicos, etc.
- Revisión de los objetivos planteados en el año anterior. Los resultados obtenidos deben ser analizados en toda la extensión de la organización.
- Como elemento de mejora se tendría en cuenta la autoevaluación de la empresa (revisión del sistema, autoevaluación EFQM...).

Con todos estos items se prepara la planificación de la organización, diseñado por el “General Manager” de la compañía, y que incluye:

- Objetivos globales.
- Estrategias.
- Elementos de medida.

El siguiente nivel de la empresa, Comité Directivo, prepara un plan más detallado, para cada Dirección, siguiendo así por cada departamento y sección de la empresa, siendo cada vez más detallado y con respecto a los objetivos marcados desde el vértice de la organización.

En este proceso se rellenaría el documento presentado en el anexo1.

5.2. Lanzamiento del plan (d)

Una vez dispuestos todos los planes para cada sección, se hace público y es asumido por cada parte afectada.

5.3. Revisiones periódicas del plan (c)

Las revisiones de la planificación deben ser mantenidas periódicamente (en el formato del anexo 1 pueden existir desde las mensuales/trimestrales/semestrales, dependiendo de la periodicidad marcada). Si todo está según lo planificado se convierte en un Business diario, si no es así, hay que pasar al apartado 5.4.

5.4. Acciones correctoras (a)

Planes de acción que deben ser llevados a la práctica para corregir la posible desviación detectada.

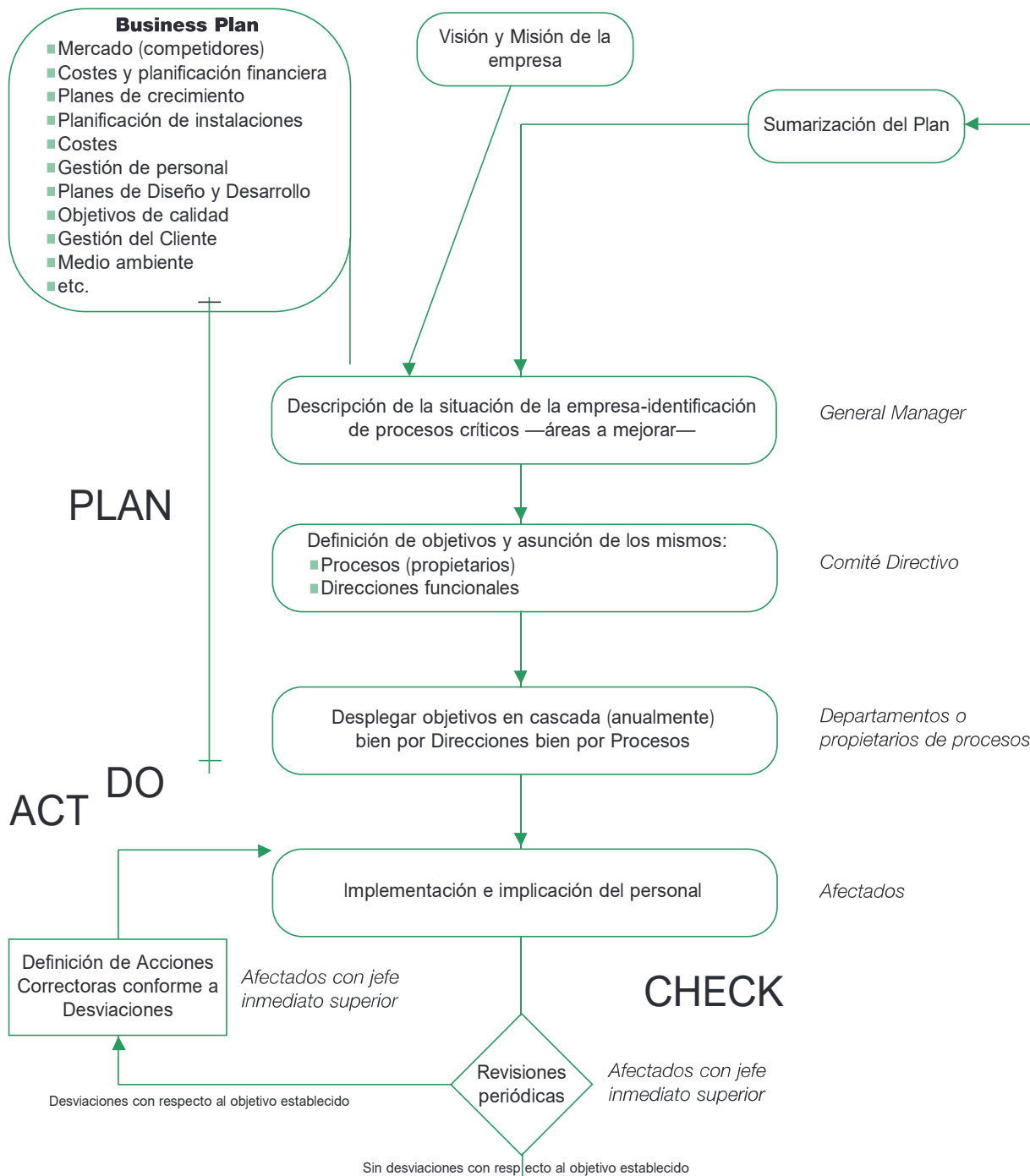
5.5. Sumarización del plan

Por último, los resultados y las experiencias del año en curso son englobadas en una revisión anual, con el objetivo de alimentar a la siguiente planificación.

6. DIAGRAMA DE FLUJO

ILUSTRACIÓN 3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO HOSHIM

El Plan de Negocios (o Business Plan) consolidaría a corto (1 año) y medio plazo (3 años) todos los inputs necesarios para plantear con eficacia las líneas básicas estratégicas de la organización (como ejemplo los listados)



En resumen: Esta planificación provee un proceso sistemático de identificar y alcanzar los objetivos “desafiantes” que son críticos para el éxito del negocio.

8. EJEMPLO

OBJETIVOS ASIGNADOS A:		AÑO: 2000																			
ACTIVIDADES A DESARROLLAR		INFLUENCIA EN OBJETIVOS NIVEL SUPERIOR																			
1.- Incrementar beneficios de la planta productiva X	A) Reducir los costes de la no calidad internos y externos	1 Dirección General [incrementar beneficios]	<ul style="list-style-type: none"> Inversiones en procesos - mejora de equipos de regulación y control sobre parámetros y características del producto 																		
INDICADORES																					
DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	FREC. REPORT	ULT. VAL. CONOC.	PLAZO	EN	FE	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	ST	OC	NV	DC	1T	2T	3T	4T	
Incidencias en clientes	Reclamaciones	Mensual	25	10	Año 2000	2/1	1/3	0/3	0/3	2/5	2/7	0/7	--					PA	NC		

OBJETIVOS ASIGNADOS A:		AÑO: 2000																				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR		INFLUENCIA EN OBJETIVOS NIVEL SUPERIOR																				
1.- Reducción del número de rechazo interno y externo	A) Análisis y mejora los procesos	1 Dirección Industrial [incrementar beneficios]	<ul style="list-style-type: none"> Persona específica asociada al departamento de Ingeniería de Procesos 																			
INDICADORES																						
DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	FREC. REPORT	ULT. VAL. CONOC.	OBJET.	PLAZO	EN	FE	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	ST	OC	NV	DC	1T	2T	3T	4T	
Rechazo interno	PPM's	Mensual	1000	750	Año 2000	900	890	920	860	850	810	790	--						NC	PA		

OBJETIVOS ASIGNADOS A:		AÑO: 2000																				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR		INFLUENCIA EN OBJETIVOS NIVEL SUPERIOR																				
1.- Robustecer los procesos	A) Estandarización de parámetros de máquina	1 Dirección Producción [reducción número de rechazo]	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento en Herramientas estadísticas + aplicaciones informáticas Posibilidad de pruebas en máquinas 																			
INDICADORES																						
DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	FREC. REPORT	ULT. VAL. CONOC.	OBJET.	PLAZO	EN	FE	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	ST	OC	NV	DC	1T	2T	3T	4T	
Número de procesos estandarizados	Procesos	Bimestral		15	Año 2000	1/1	1/2	2/4	1/5	1/6	1/7	2/9	--						PA	NC		

El anterior ejemplo (básico y sin que sirva de segundas lecturas) pretende ilustrar cómo se llevaría a cabo una planificación de objetivos por ruptura.

Un primer objetivo para el *Director Industrial* de una planta productiva X sería el *reducir el número de litigios* que la empresa tiene en clientes (reduciendo de esta forma los costes de no calidad externos, implicaría selecciones por personal de la empresa y/o subcontratados, recuperaciones, selecciones posibles producciones extraordinarias, envíos urgentes, etc.).

- El *indicador* asociado al objetivo ROMPEDOR iría de 25 (el último valor conocido) a 10 para el año 2000 (mejora considerable).

Este objetivo sería traspasado hacia el *Director de Producción*, implicándole una *reducción de los rechazos internos y externos*. Uno de los posibles *indicadores* que tendría sería de los rechazos internos (de 1000 PPM's en el año '99 a 750 en el año '00), que lo alcanzaría con la optimización y robusteciendo sus procesos que sería el objetivo que enlazado a Dirección de Producción se trasladaría hacia el *Ingeniero de Procesos*.

- Debería de *estandarizar los parámetros de máquina* para obtener una producción estable.
- El *indicador* que llevaría asociado sería el número de proceso que ha estandarizado.

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es el útil básico de los siete nuevos útiles de Calidad, pues su dominio, es igualmente útil durante la aplicación de los otros útiles de Calidad.

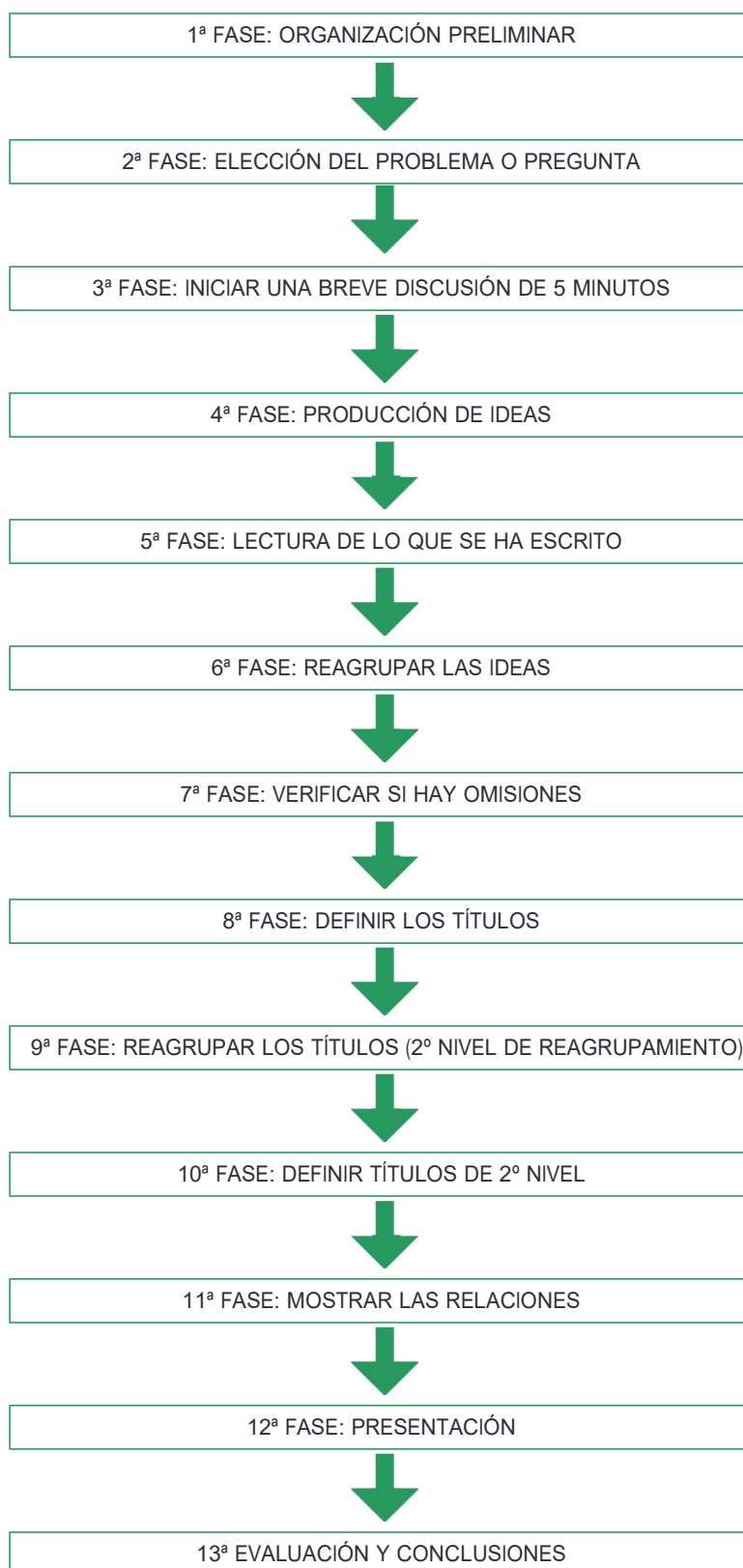
Permite representar, de forma estructurada y común, un problema; a partir de realidades individuales diferentes.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- *Carácter tanto preventivo como correctivo*: Puede utilizarse esta herramienta, tanto para representar problemas ya existentes, como para problemas potenciales.
- *Sistematización*: Su eficacia reside en un desarrollo paso a paso de esta herramienta.
- *Participación*: Se necesita para su desarrollo, un Grupo multifuncional que aporte su punto de vista del problema. La creatividad e intuición son características de esta herramienta.

■ 3. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 4. REALIZACIÓN

■ 4.1. 1ª Fase: Organización preliminar

El funcionamiento del Grupo será más ágil si se compone de 5 a 8 personas.

Cuando las culturas de los componentes del Grupo son diferentes debe dedicarse un tiempo para la comprensión de los diferentes lenguajes (ej. técnico y comercial).

El “piloto” del Grupo y de la herramienta debe hacer lo posible para que los participantes se encuentren en las condiciones favorables para la creación de ideas. Debe provocar al Grupo para que éste exprese todas las ideas latentes en los participantes.

En la sala utilizada debe haber una pared frente al grupo que permita colgar un papel fuerte (tipo Kraft) de 2 metros de largo por 1 metro de ancho; es útil tener otros papeles similares de reserva. La pared debe ofrecer un soporte adecuado para la correcta escritura sobre el papel.

Disponer de rotuladores de escritura gruesa de diferentes colores (2 colores por participante) y etiquetas autoadhesivas (tipo post-it). Esto permitirá la lectura de lo que se escriba desde cierta distancia.

Nota: Ver anexo 1.

■ 4.2. 2ª Fase: Elección del Problema o Pregunta

La pregunta que se proponga debe involucrar al conjunto del Grupo y motivarle para aportar respuestas.

Es necesario que la pregunta abra un campo de reflexión a los participantes y evitar preguntas dirigidas en exclusividad al saber de expertos o encaminadas a una sola respuesta “sí” o “no”.

La pregunta propuesta debe evitar el poner en causa a una persona o revelar informaciones indiscretas.

La pregunta correcta generará la interactividad, los intercambios del Grupo y la producción de ideas.

Debe ser concebida para hacer progresar al Grupo hacia el objetivo.

Es muy importante que la pregunta sea entendida por todo el Grupo.

■ 4.3. 3ª Fase: Iniciar una breve discusión

Un primer intercambio de 5 minutos es útil para crear una atmósfera favorable para la producción de ideas.

Es necesario controlar y evitar, durante esta fase, la imposición de ideas de unos participantes sobre otros; por contra, la diversidad de puntos de vista es un elemento favorable.

Es imperativo que esta fase se adapte al tiempo previsto; aunque las intervenciones de los participantes sean inferiores a 1 minuto.

4.4. 4ª Fase: Producción de ideas

En esta fase se pide a cada participante dar respuestas bajo la forma de frases concisas y legibles escritas en fichas, una idea por ficha (escribir en letras mayúsculas y un máximo de tres líneas). Debe ser la expresión específica de su autor y no situarse en lo abstracto o en lo general.

El “piloto” tiene la posibilidad de indicar un máximo o mínimo de fichas por participante. No debe perder de vista el tiempo necesario para tratar todas las fichas y colocarlas sobre el papel preparado en la pared. Se recomienda un número de fichas próximo a 20.

Debe fijarse un tiempo para la realización de esta fase y respetarse.

En una primera etapa de esta fase, el trabajo de expresión y escritura de ideas en las fichas es individual y en silencio para permitir que cada uno se exprese como quiera y evitar la influencia del resto de participantes.

En una segunda fase, los participantes van pegando sus fichas sobre el panel preparado.

Anunciar el final de la fase.

4.5. 5ª Fase: Lectura de lo que se ha escrito

Se realiza un círculo en el centro del panel y el “piloto” va colocando una a una cada ficha dentro del círculo, para su lectura, asegurándose de que el Grupo ha entendido lo escrito en cada ficha.

Las fichas inicialmente se encontrarán a la izquierda del panel y una vez leídas y modificadas, si procede, pasarán a la derecha del círculo.

Esta fase de trabajo conduce a los participantes a pedir explicaciones sobre el sentido de las frases escritas; esto conduce a la interacción y a la clarificación de expresiones o da lugar a nuevas ideas.

También esta fase conduce a descubrir a los participantes puntos de vista nuevos y la existencia del grupo.

El “piloto” debe vigilar el que cada uno pueda expresar sus propias ideas reales y no favorecer un *consensus* prematuro o artificial.

El “piloto” no debe influir en el Grupo, pero su función es hacer proposiciones para una mejor gestión del tiempo del que se dispone.

Cuando todas las fichas han sido entendidas, corregidas por el emisor, si fuera necesario y han pasado por el círculo central del panel, esta fase se da por finalizada.

Nota: Ver anexo 2.

I 4.6. 6ª Fase: Reagrupar las ideas

Esta fase consiste en reagrupar las fichas, por conjuntos de 2 ó 3 fichas por significaciones próximas. Ciertas fichas pueden no prestarse a ser reagrupadas; se tratarán como ideas “solitarias”.

Los grupos de fichas realizadas deben situarse unas con relación a las otras en función de la proximidad de las ideas que representan.

Cada participante del Grupo debe mostrarse activo a lo largo del reagrupamiento.

Es el conjunto del Grupo quien debe proceder al reagrupamiento, aproximándose al panel donde se encuentran todas las fichas pegadas.

Esta fase es delicada y es en este momento donde se manifiesta claramente la voluntad de cada uno en colaborar en la puesta en común.

El “piloto” no debe intervenir salvo si se producen situaciones bloqueantes y realizar propuestas, en este caso, para profundizar los criterios de reagrupamiento.

La combinación de fichas sobre el panel se hace por aproximaciones sucesivas; se trata de un proceso de creación colectivo.

Es, principalmente, en este momento cuando aparece necesaria la limitación (entre 5 y 8) del número de participantes en el Grupo.

Durante el trabajo del Grupo en el panel, cada participante puede desplazar las fichas para reagruparlas según su opinión. Constituye un momento muy enriquecedor para los participantes pues las discusiones y los intercambios se hacen de forma espontánea para justificar las proposiciones de reagrupamiento.

Todas las explicaciones permiten a los participantes profundizar en los puntos de vista respectivos y comenzar a elaborar una concepción común del problema tratado.

I 4.7. 7ª Fase: Verificar si hay omisiones

Durante el reagrupamiento, las discusiones entre los participantes hacen, generalmente, aparecer la omisión de ciertas ideas que son necesarias añadir.

La tentación de realizar reagrupamientos siguiendo tendencias o hábitos predeterminados es fuerte; se debe realizar y tener una atención particular y hacer una reflexión continua para que esto no ocurra. La función del “piloto” es vigilar esto y ayudar al Grupo.

4.8. 8ª Fase: Definir los títulos

A cada grupo de fichas realizado se le debe dar un título. El título está constituido por una frase breve, conteniendo el sentido de cada una de las fichas que constituyen ese grupo.

Esta operación necesita de un trabajo intelectual intenso; la función del “piloto” es facilitar y ayudar a los participantes a identificar los títulos incorrectos.

Los principales errores a evitar en la creación de títulos son:

- El título no es una frase, sino una palabra o embrión de frase.
- El título no es fiel a las ideas que debe representar.
- El nivel de abstracción no es el apropiado.
- El título comporta un juicio.
- El título es artificial.
- El título es una proposición de solución al problema propuesto.

Nota: Ver anexo 4.

4.9. 9ª Fase: 2º Nivel de reagrupamiento

A partir de los títulos obtenidos en la fase 8ª; se intenta y se busca reagrupar en un nivel de abstracción superior las ideas próximas en este nivel.

Sólo se deben tener en cuenta los títulos.

Es por esto, por lo que en la fase anterior, se ha pedido disponer los diferentes grupos en función de la proximidad de las ideas que representan.

Las ideas solitarias que se encuentran aisladas, pueden ser aproximadas a ciertos títulos.

4.10. 10ª Fase: Títulos de segundo nivel

Los reagrupamientos realizados en la fase anterior deben ser objeto de nuevos títulos.

El objetivo del ejercicio, habiendo sido hacer construir por el Grupo una representación colectiva del problema, con niveles progresivos de abstracción, se considerará útil, si el número de elementos del problema (títulos) se mantiene entorno a los 5.

4.11. 11ª Fase: Mostrar las relaciones

Para poder hacer aparecer las relaciones entre los grupos de ideas, los participantes deberán en principio haber finalizado a su gusto el reagrupamiento.

Esta disposición es la que da mejor imagen de la estructura del problema para el conjunto de participantes.

La relación lógica entre los grupos obtenidos es representada por flechas; las cuales serán dibujadas en un primer momento sobre una ficha autoadhesiva.

4.12. 12ª Fase: Presentación

Cuando el trabajo de colocación de elementos y relaciones es considerado correcto por el Grupo, se inicia la fijación de estos resultados para hacer surgir correctamente la estructura obtenida a ojos de una persona ajena al Grupo.

Se debe asegurar la forma del conjunto de elementos (fichas, títulos y flechas); no debe impedirse el modificar la disposición para obtener una representación global que sea significativa y representativa de la opinión del Grupo sobre el problema tratado.

Pegar definitivamente las fichas sobre el panel de papel y recuadrar con rotulador “grosso” los grupos de fichas; este recuadro conllevará su título correspondiente.

Los diferentes niveles de reagrupamiento deben distinguirse por la utilización de colores diferentes.

Las flechas se dibujarán con rotulador “grosso”. Bien entendido que los títulos situados en el interior de un reagrupamiento de nivel más elevado no dan lugar a la indicación de relación por flechas.

Esta fase es un trabajo colectivo; el aspecto de la presentación es la imagen de la nobleza de los participantes y de haber colaborado.

4.13. 13ª Fase: Evaluación y conclusiones

Lo que se ha realizado hasta ahora debe inscribirse, lógicamente, en un proceso de decisión. Esto supondrá una ponderación de los elementos del problema propuesto.

Un método simple, consiste en distribuir a cada participante tres pequeños (tipo pastilla) autoadhesivos de tres colores diferentes cada uno. Por ejemplo: el rojo representará tres puntos; el azul, dos puntos, y el verde, un punto.

Todos los participantes votan en conjunto.

Los votos se realizan sobre los grupos de primer nivel o las ideas solitarias.

El total obtenido por cada grupo, permite reconocer que elementos son preponderantes a juicio del Grupo.

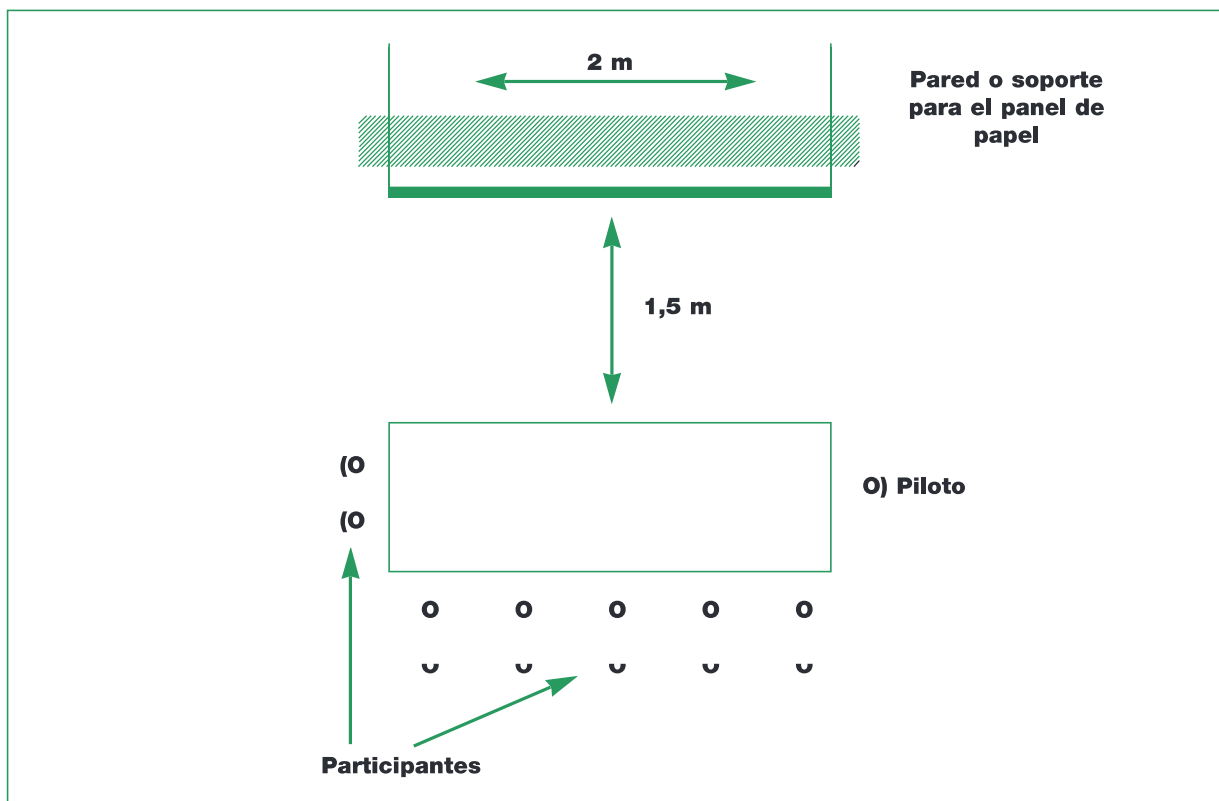
La representación del problema al cual el Grupo a desembocado puede expresarse en una frase corta.

Esta frase será inscrita en lo alto y a la derecha del panel.

Los participantes del Grupo escribirán su nombre en la parte inferior derecha del panel; es la firma colectiva del resultado obtenido.

Nota: Ver anexo 5.

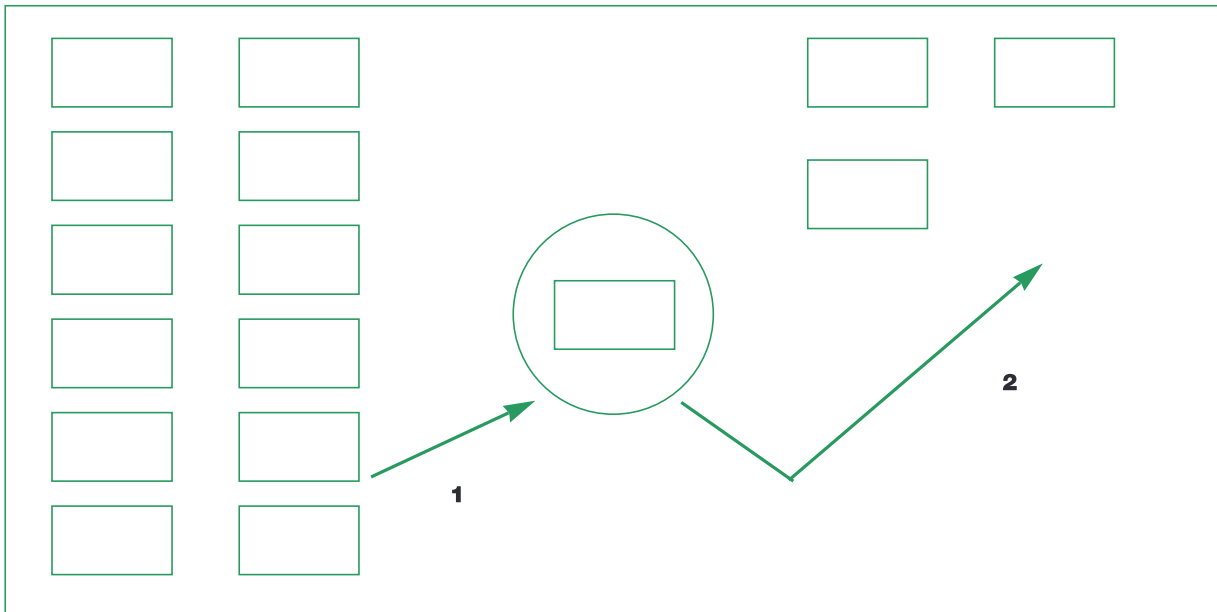
ANEXO 1. ORGANIZACIÓN MATERIAL DEL GRUPO PARA EL DIAGRAMA DE AFINIDADES



MATERIALES:

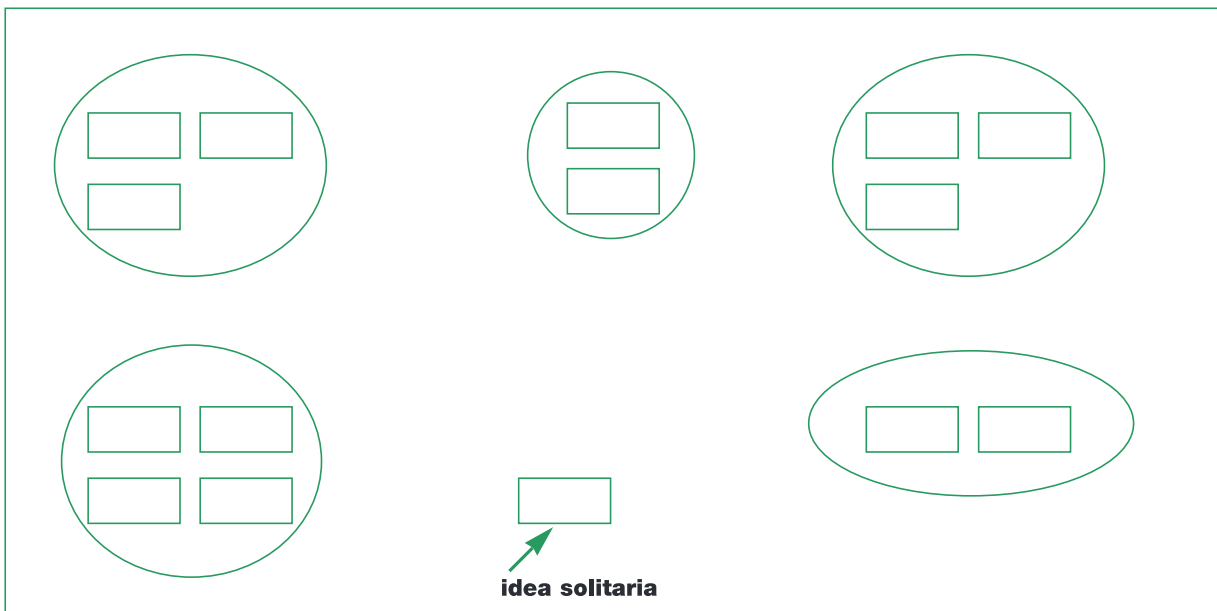
- Paneles de papel en reserva.
- Rotuladores gruesos negros y de colores, un par por participante.
- 200 post-it (120 x 80 mm).

ANEXO 2. ANÁLISIS DEL SIGNIFICADO DE LAS FICHAS

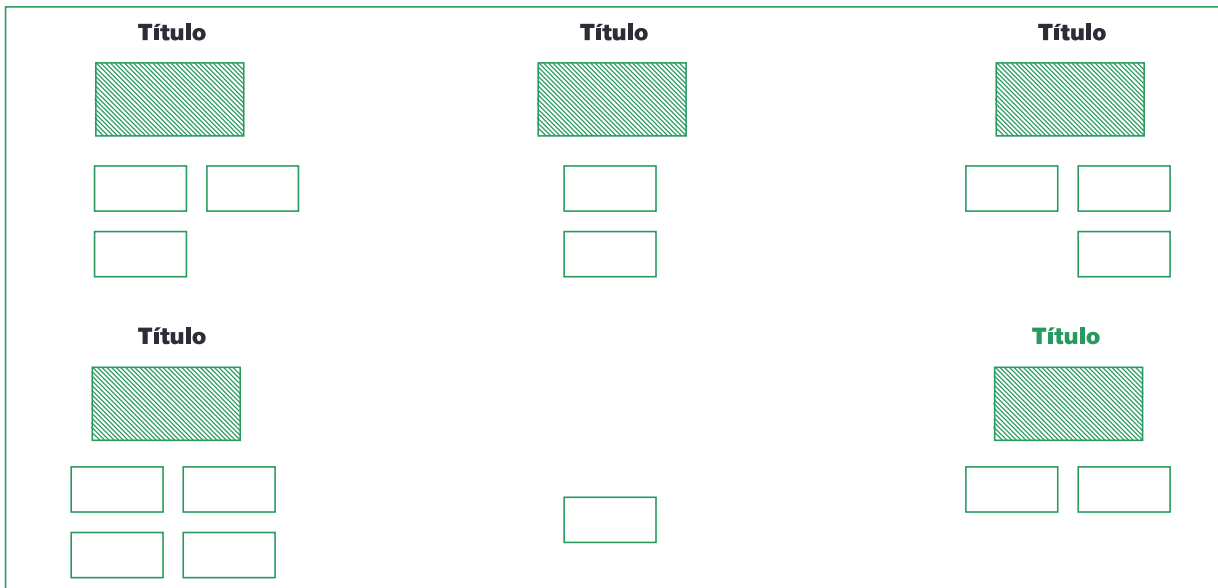


1. Cada ficha es leída y explicada por el Grupo
2. La ficha, después es corregida si es necesario, es colocada en la zona derecha del panel

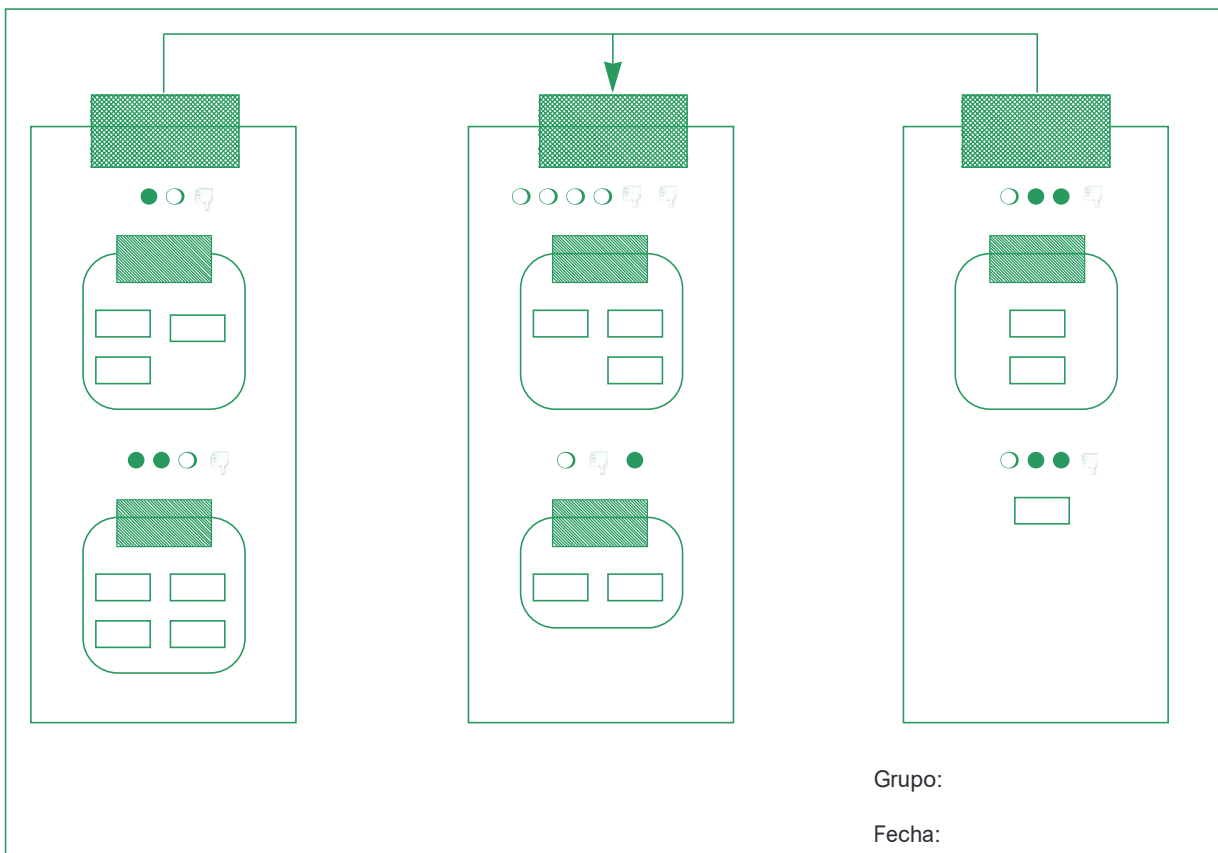
ANEXO 3. REAGRUPAMIENTO DE FICHAS POR IDEAS SIMILARES



ANEXO 4. REALIZACIÓN DE TÍTULOS



ANEXO 5. REAGRUPAMIENTO DE SEGUNDO NIVEL: TÍTULOS, INDICACIÓN DE LAS RELACIONES, VOTOS Y PRESENTACIÓN DEL CONJUNTO



Grupo:

Fecha:

● ○ ☞ Símbolos para la votación

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es una representación gráfica en forma de árbol que se utiliza para mostrar la resolución de un problema de decisión.

La utilidad del árbol de decisión es variada y puede aplicarse a problemas de Marketing, Ingeniería, Economía, etc. El método de resolución del mismo dependerá del área concreta en la que se esté aplicando el árbol de decisión.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- *Definición:* Permite la definición exacta de las alternativas de solución de un problema, así como los grados de certidumbre en los que se enmarca cada una de las citadas alternativas.
- *Valoración:* Posibilita la valoración numérica en términos de probabilidad en cada una de las opciones, ofreciendo criterios objetivos para poder valorar los diferentes costes de oportunidad.
- *Sintetiza:* El hecho de utilizar una simbología gráfica sencilla facilita la capacidad de síntesis de problemas *a priori* complicados.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Símbolo:* Representación gráfica un estado de situación entre variables.
- *Variable o situación:* Concepto a relacionar dentro del análisis mediante árboles de decisión.
- *Coste de oportunidad:* Coste que representa los beneficios a los que hay que renunciar como consecuencia de adoptar una determinada decisión.
- *Decisor:* Sujeto encargado de tomar la decisión.
- *Nudo decisional:* El decisor controla las diferentes alternativas o estrategias. El nudo decisional se representa con un cuadrado.
- *Nudo aleatorio o de azar:* El decisor no controla las diferentes situaciones existentes. Se representa con un círculo.
- *Probabilidad:* Verosimilitud o apariencia fundada de la verdad. En términos matemáticos, la probabilidad de un acontecimiento cierto es igual a 1; la de un acontecimiento imposible es 0. Es la relación entre casos posibles y casos favorables. Su determinación se puede fundamentar en cálculos de ingeniería, estudios de mercado, juegos de azar, etc.
- *Flujo de caja (Q_t):* Para un período t es la diferencia entre los cobros generados por el producto en ese año C_t y los pagos que en ese período requiere P_t .

$$Q_t = C_t - P_t$$

- *Tipo de descuento (i):* Es el tanto por uno (0,10 en el caso que se aporta como ejemplo) el valor actual del flujo generado por el producto en el año t será:

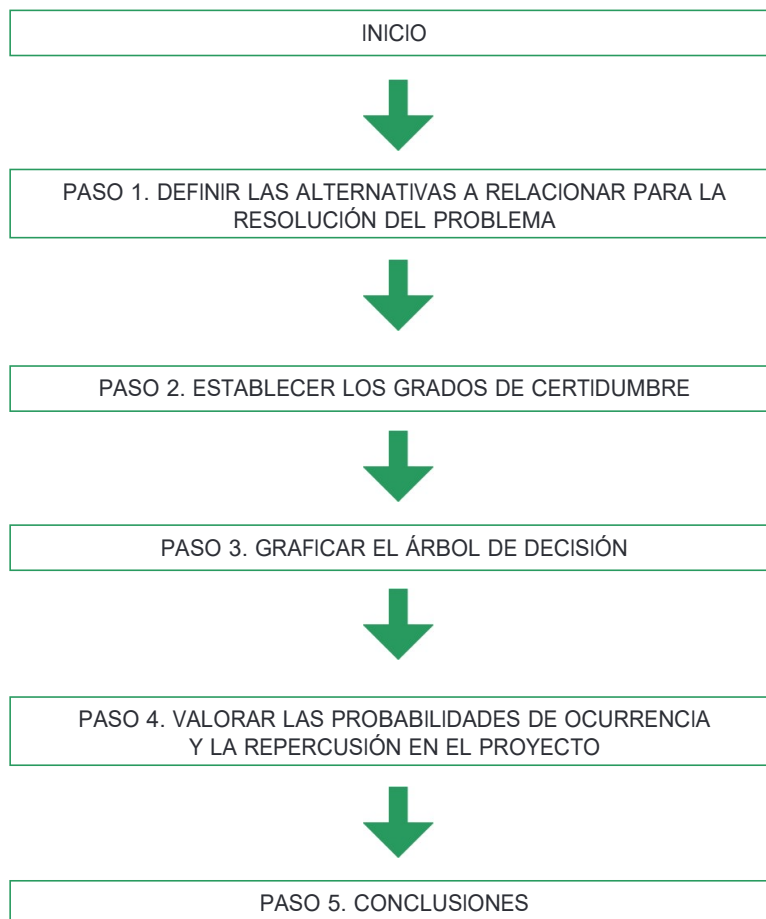
$$Q_t / (1 + i)^t$$

- *Valor actual neto (VAN)*: Es el resultado de la actualización de todos los flujos de caja generados por una actividad donde Q_0 es el flujo de caja inicial para el desarrollo de una actividad, estando afectado por el signo negativo, y n es la duración estimada del proyecto, quedando la fórmula de la siguiente forma:

$$VAN:- Q_0 + Q_1/(1+i) + Q_2/(1+i)^2 + \dots + Q_n/(1+i)^n$$

Para que un proyecto sea viable el VAN deberá tener valores positivos y la rentabilidad del proyecto se estimará en función del número de años en los que se alcancen los citados valores positivos.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Paso 1: Definir las alternativas a relacionar para la resolución del problema

Listar todas las alternativas de solución y las situaciones posibles de cada una de las alternativas en el tiempo.

5.2. Paso 2: Establecer los grados de certidumbre

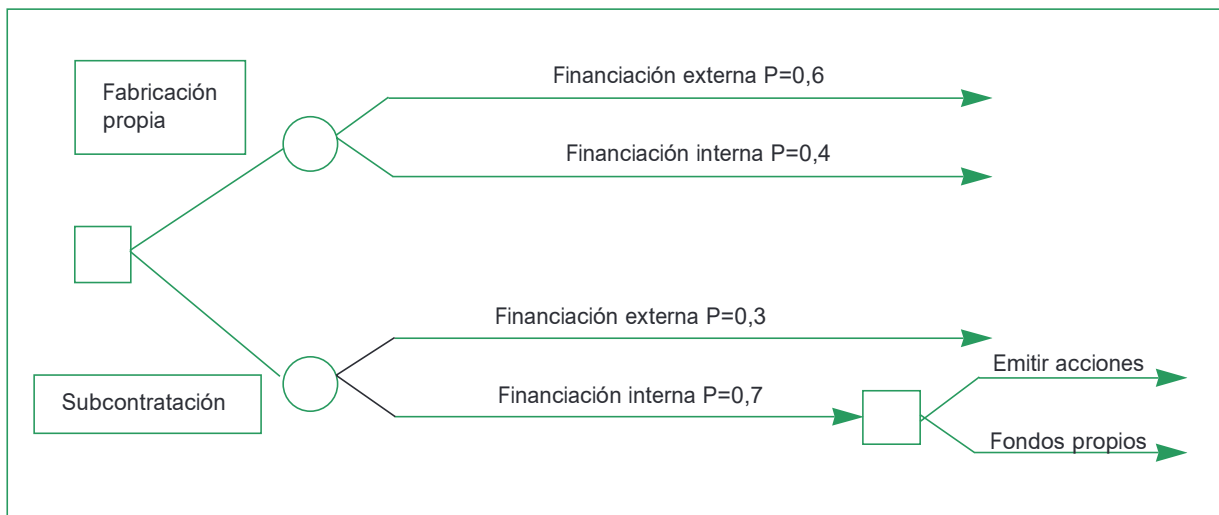
Definir cada una de las alternativas y situaciones con relación al grado de certidumbre, de manera que se puedan asignar los nudos decisionales y los nudos aleatorios o de azar.

Cada una de las decisiones deberá tener la probabilidad de ocurrencia valorada.

5.3. Paso 3: Graficar el árbol de decisión

A continuación se ilustra en la Figura 1 un ejemplo de árbol de decisión:

FIGURA 1



5.4. Paso 4: Valorar las probabilidades de ocurrencia y la repercusión en el proyecto

Se deberán revisar todas y cada una de las intersecciones para salvaguardar la coherencia de las mismas sin que entre en contradicción con el objetivo del propio estudio y se procederá a la valoración de la repercusión sobre el proyecto.

5.5. Paso 5: Conclusiones

El último punto serán las conclusiones, contemplando los costes de oportunidad de cada una de las situaciones.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Una empresa de ingeniería que se dedica a la fabricación de procesos industriales está desarrollando un estudio para un constructor de vehículos en el que se barajan dos alternativas de proceso industrial, que son las siguientes:

- Lanzar un proceso del tipo A, poco automatizado, intensivo en mano de obra, el cual requiere una inversión de 1.000 unidades monetarias (u.m.), con una capacidad productiva de 50.000 unidades al año, con un flujo neto de caja por unidad vendida de 15.000 u.m.
- Lanzar un proceso del tipo B, intensivo en tecnología, que requiere una inversión de 1.500 millones de u.m., con una capacidad productiva de 100.000 unidades al año siendo el flujo neto de caja por unidad vendida, de 20.000 u.m.

Tras los diferentes estudios realizados por el constructor de vehículos la proyección de ventas para el primer año puede ser alta (100.000 unidades cada año) con una probabilidad del 70%, y baja (40.000 unidades cada año) con una probabilidad del 30%. El segundo año se considera que la demanda se mantendrá al mismo nivel que el año anterior con una probabilidad del 80%. Se estima un coste variable adicional de 5.000 u.m. por cada unidad en que la capacidad de producción excede a las ventas anuales.

Al final del año si la empresa lanza el proceso tipo A puede modificar las instalaciones y pasar a producir el modelo tipo B pero con una inversión adicional de 750 millones de u.m.

Se desea aplicar la decisión óptima utilizando el criterio de valor actual neto (V.A.N) para un tipo de descuento del 10%, suponiendo que coinciden ingresos y cobros, así como costes y pagos.

Resolución

PASO 1: DEFINIR LAS ALTERNATIVAS A RELACIONAR PARA LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Tal y como se indica en el enunciado, las alternativas de solución son el proceso de tipo A y el proceso de tipo B, aunque hay que considerar estas alternativas en la perspectiva temporal, es decir, en un plazo de un año y en un plazo de dos años, además de la alternativa de evolucionar el proceso A al proceso B en el primer año, si las perspectivas de demanda de vehículos lo permiten.

PASO 2: ESTABLECER LOS GRADOS DE CERTIDUMBRE

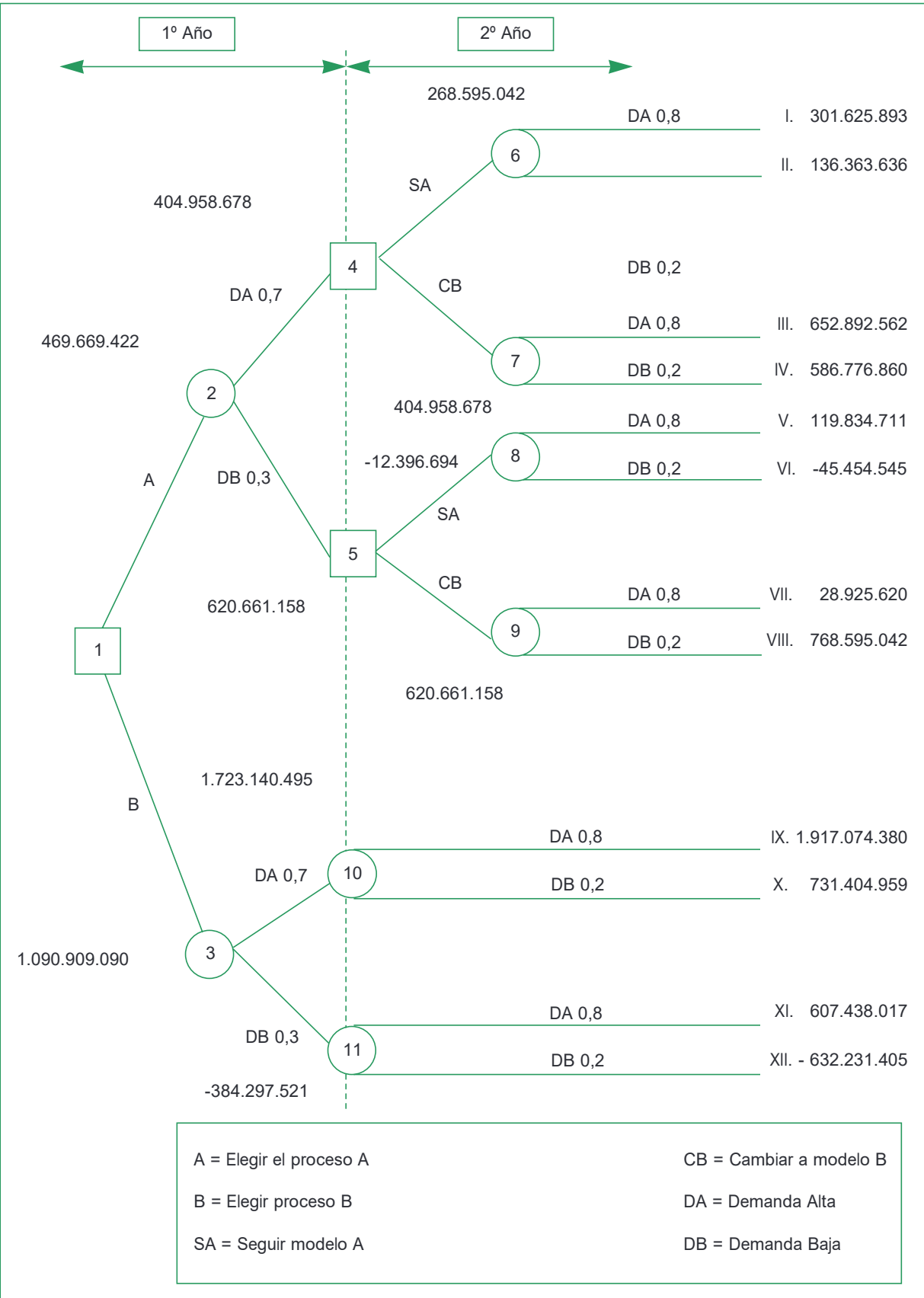
Existe un grado de certidumbre en los estudios sobre las ventas de coches para el primer año del 70% en el escenario de ventas optimista, 100.000 unidades al año, y un grado de certidumbre del 30% en el sentido pesimista, es decir, 40.000 unidades.

En el segundo año se prevén unas cifras de ventas similares a las del primer año, pero el grado de certidumbre varía al 80% para el escenario optimista, y al 20% para el escenario pesimista.

PASO 3: GRAFICAR EL ÁRBOL DE DECISIÓN

El gráfico de las condiciones de vistas en los pasos 1 y 2 se pueden ver en la figura 2.

FIGURA 2



PASO 4: VALORAR LAS PROBABILIDADES DE OCURRENCIA Y LA REPERCUSIÓN EN EL PROYECTO

Los valores actuales netos de los distintos caminos en las distintas intersecciones se calculan del siguiente modo:

$$VAN_i = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 + (15.000 \times 50.000) / 1,1^2 = 301.652.893 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{ii} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1^2 = 136.363.636 \text{ u.m.}$$

En este segundo camino, el segundo año la demanda es baja, por lo que sólo se venden 40.000 vehículos y existe un coste adicional de 5.000 u.m. por cada unidad en que la capacidad de producción (50.000 unidades) excede a esas ventas.

$$VAN_{iii} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 652.829.562 \text{ u.m.}$$

En el camino III, al final del primer año la empresa modifica sus instalaciones abonando 750 millones de u.m., con lo que pasa a poder producir 100.000 unidades a 20.000 u.m. de flujo, cada una; unidades que se producen y venden al ser alta la demanda del segundo año.

$$VAN_{iv} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 50.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 586.776.860 \text{ u.m.}$$

$$VAN_v = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 + (15.000 \times 50.000) / 1,1^2 = 119.834.711 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{vi} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1^2 = -45.454.545 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{vii} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 28.925.620 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{viii} = -1.000.000.000 + (15.000 \times 40.000 - 5.000 \times 10.000) / 1,1 - 750.000.000 / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 768.595.042 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{ix} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 100.000) / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 1.971.074.380 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{x} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 100.000) / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = 731.404.959 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{xi} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1 + (20.000 \times 100.000) / 1,1^2 = 607.438.017 \text{ u.m.}$$

$$VAN_{xii} = -1.500.000.000 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1 + (20.000 \times 40.000 - 5.000 \times 60.000) / 1,1^2 = -632.231.405 \text{ u.m.}$$

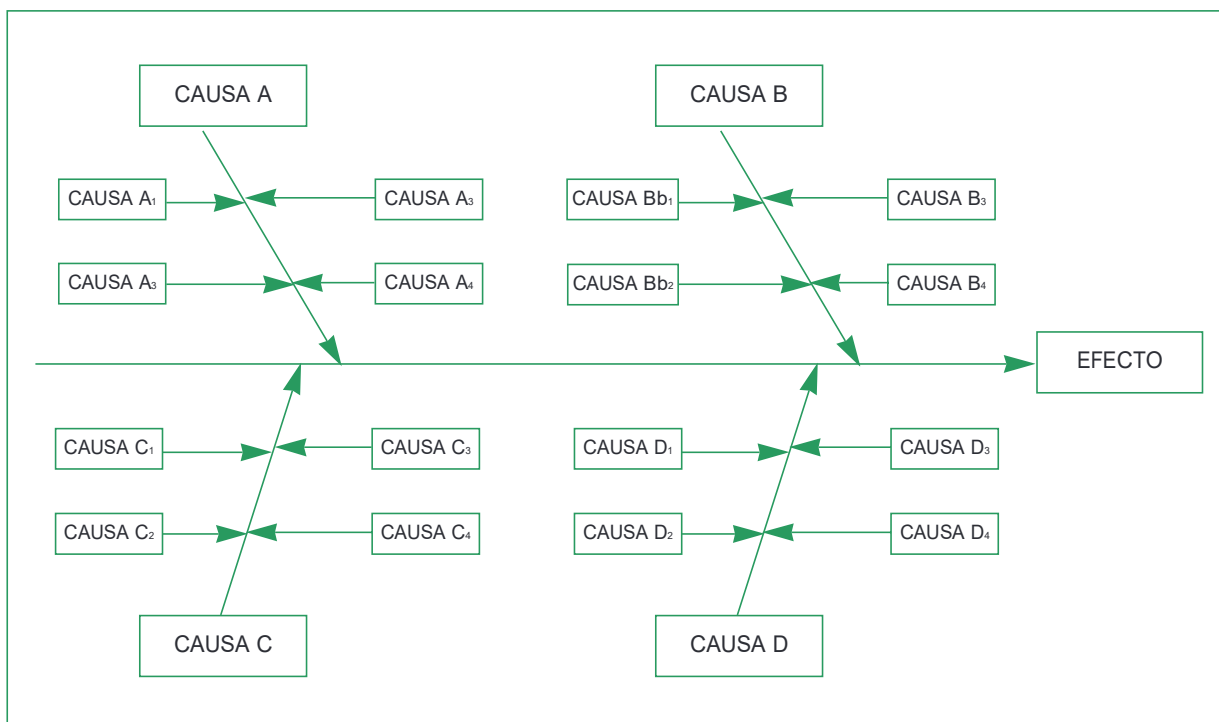
PASO 5: CONCLUSIONES

Los valores actuales esperados de los nudos aleatorios y decisionales se calculan multiplicando los valores calculados anteriormente por las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los acontecimientos. Siguiendo este criterio la decisión óptima es lanzar el modelo de proceso tipo B, con lo que se consigue un valor actual neto esperado de 1.090.909.090 u.m., superior que si se lanza el proceso tipo A con un valor actual neto de 469.669.422 u.m.

1. ¿QUÉ ES?

El Diagrama Causa-Efecto, también llamado “Diagrama de Ishikawa” o “Diagrama de Espina de Pescado”, es una de las herramientas más útiles para la ordenación de ideas mediante el criterio de sus relaciones de causalidad.

Es un método gráfico de análisis que consiste en la subdivisión de los problemas complejos, en subproblemas más sencillos, permitiendo obtener mediante un cuadro detallado, sencillo y de fácil visión, las posibles causas iniciales origen del problema final (efecto).



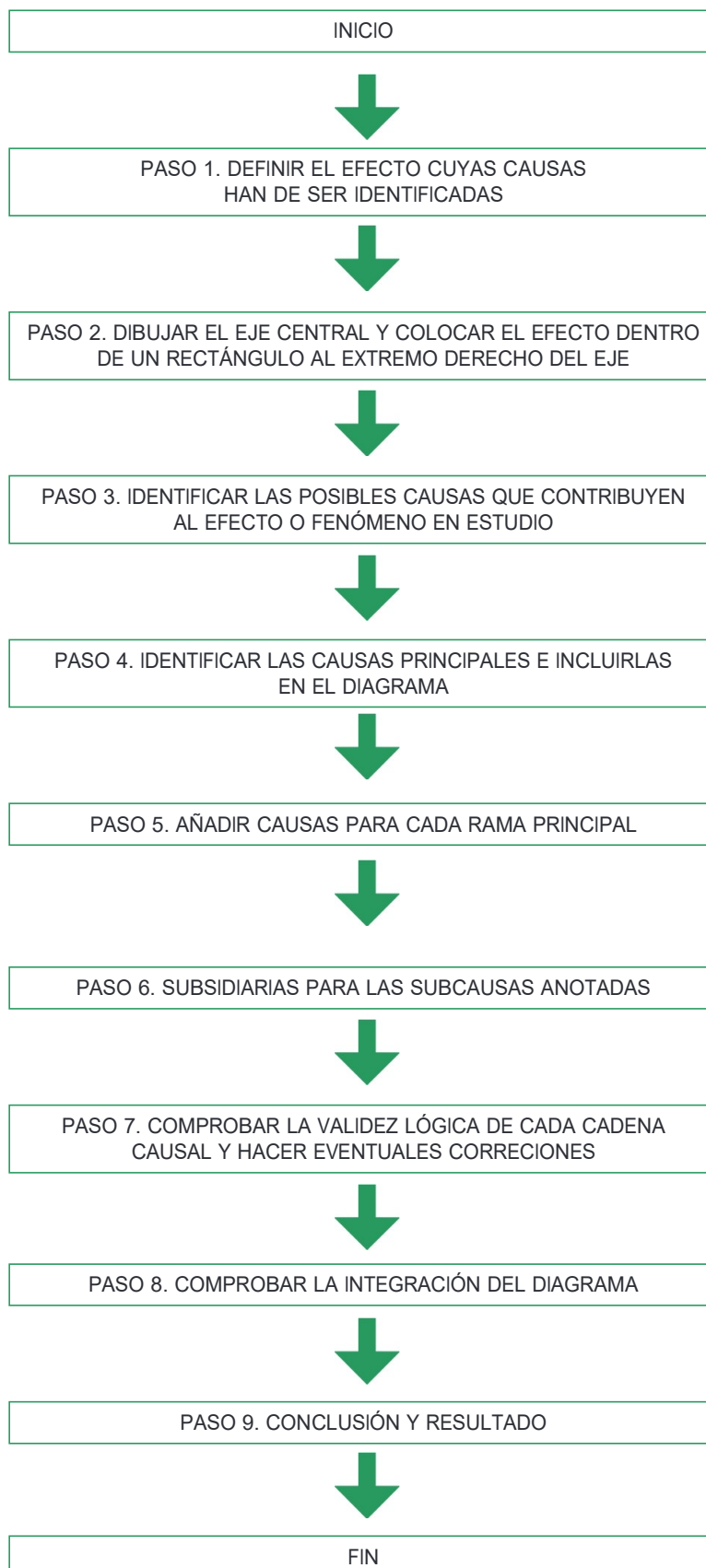
2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- *Impacto visual:* Muestra la interrelaciones entre un efecto y sus posibles causas de forma ordenada, clara, precisa y de un solo golpe de vista.
- *Capacidad de comunicación:* Muestra las posibles interrelaciones causa-efecto permitiendo una mejor comprensión del fenómeno en estudio, incluso en situaciones muy complejas. Centra la atención de todos los componentes del grupo en un problema específico de forma estructurada y sistemática.

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Kauro Ishikawa:* Profesor de la Universidad de Tokio que ideó en 1943 un diagrama para explicar a un grupo de ingenieros de la acería de Kawasaki la clasificación y relación entre sí de diversos factores.
- *Causa:* Fundamento u origen de un efecto.
- *Efecto:* Característica o problema a resolver.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

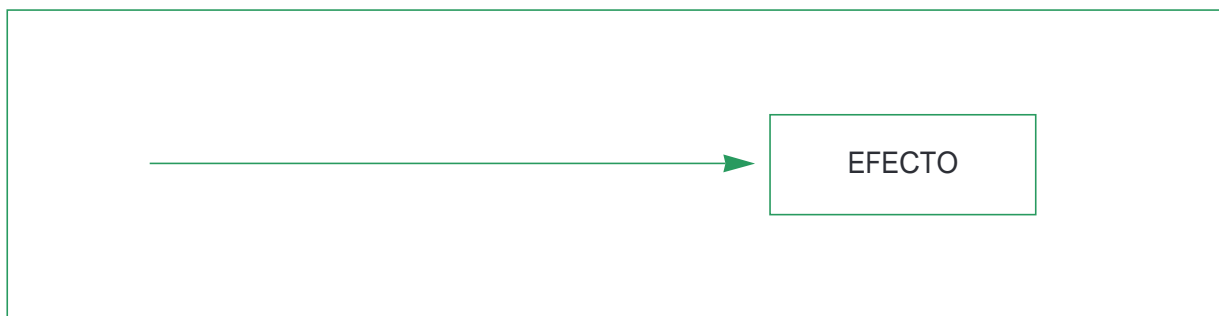
■ 5.1. Paso 1: Definir, sencilla y brevemente, el efecto o fenómeno cuyas causas han de ser definidas

El efecto debe ser:

- *Específico*: Para que no sea interpretado de diferente forma por los miembros del grupo de trabajo y para que las aportaciones se concentren sobre el auténtico efecto a estudiar.
- *No sesgado*: Para no excluir posibles líneas de estudio sobre el efecto objeto de análisis.

Es conveniente definirlo por escrito especificando que es lo que incluye y lo que excluye.

■ 5.2. Paso 2: Colocar el efecto dentro de un rectángulo a la derecha de la superficie de escritura y dibujar una flecha, que corresponderá al eje central del diagrama, de izquierda a derecha, apuntando hacia el efecto



■ 5.3. Paso 3: Identificar las posibles causas que contribuyen al efecto o fenómeno de estudio

Atendiendo a las características y particularidades del grupo de trabajo y a las del problema analizado, se decidirá cuál de los dos enfoques existentes para desarrollar este paso es el más adecuado:

- *Tormenta de Ideas*: En el caso de utilizar este enfoque, la lista resultado de la sesión será la fuente primaria a utilizar en los siguientes pasos de construcción del diagrama.
- *Proceso lógico paso a paso*: En este caso, la fuente primaria son los propios componentes del grupo, aportando sus ideas según se va construyendo el diagrama.

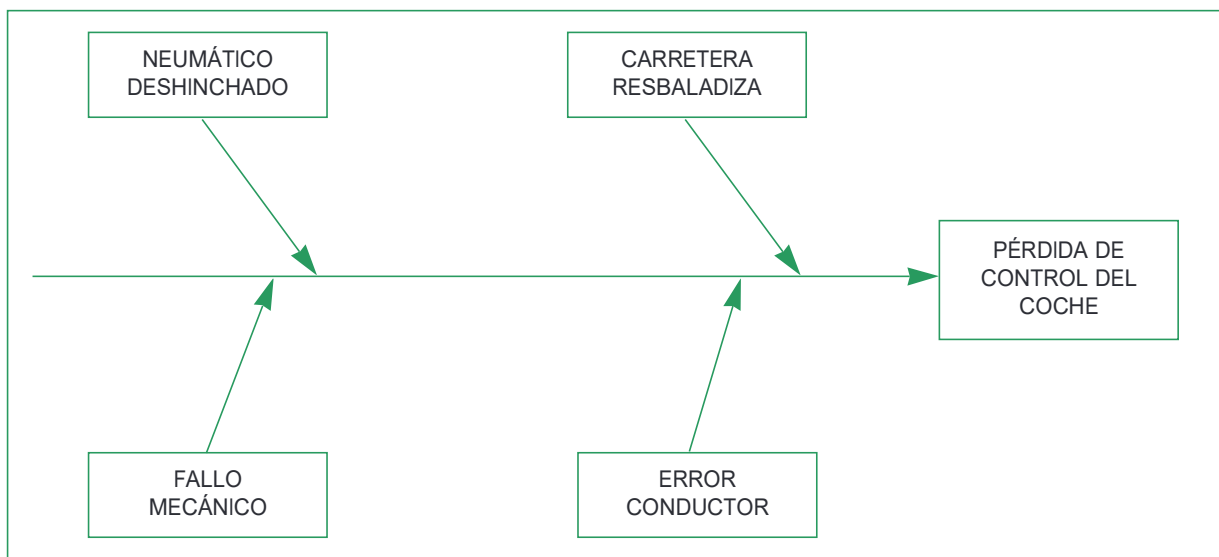
■ 5.4. Paso 4: Identificar las causas principales e incluirlas en el diagrama (no menos de 2 y normalmente no más de 6)

- En primer lugar, se identificarán las causas o clases de causas más generales en la contribución al efecto.
Esta clasificación será tal que cualquier idea de los miembros del grupo podrá ser asociada a alguna de dichas causas.

Muchos grupos comienzan utilizando las “5M” o las “5P” y después de analizar más en detalle el resultado, agrupan las causas de forma más adecuada a su propio problema.

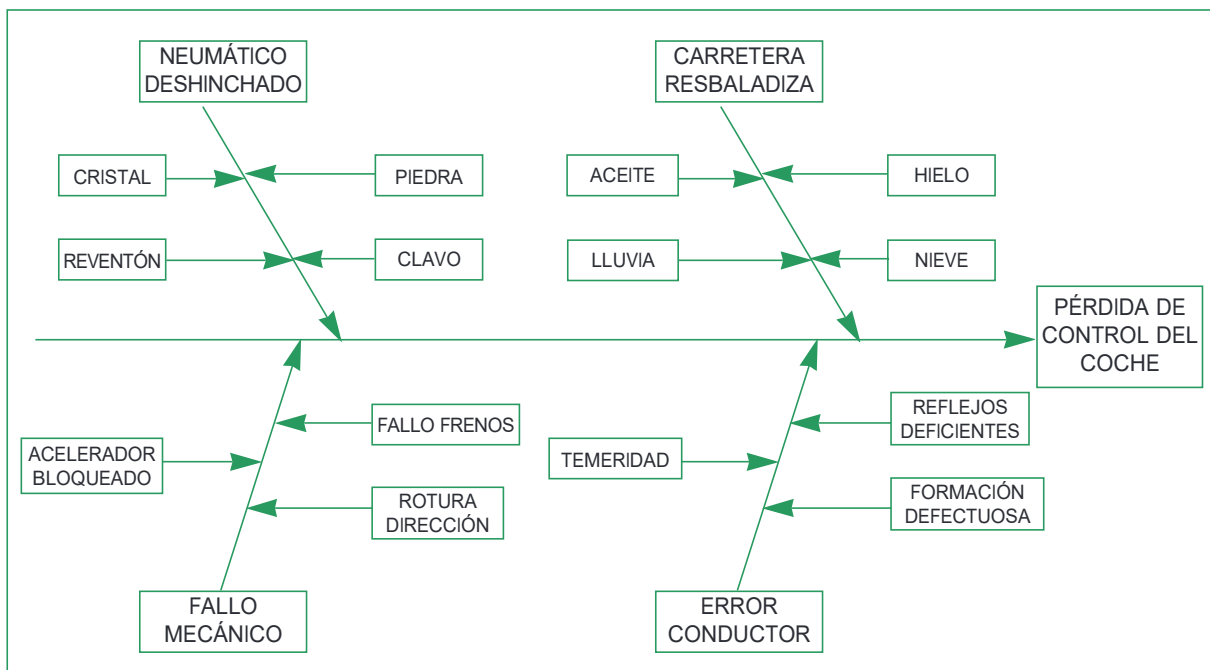


■ En segundo lugar, se escriben en un recuadro y se conectan con la línea central según la figura siguiente:



5.5. Paso 5: Añadir causas para cada rama principal

En este paso se rellenan cada una de las ramas principales con sus causas del efecto enunciado, es decir, con las causas principales. Para incluir éstas en el diagrama se escriben al final de unas líneas, paralelas a la de la flecha central, conectadas con la línea principal correspondiente.



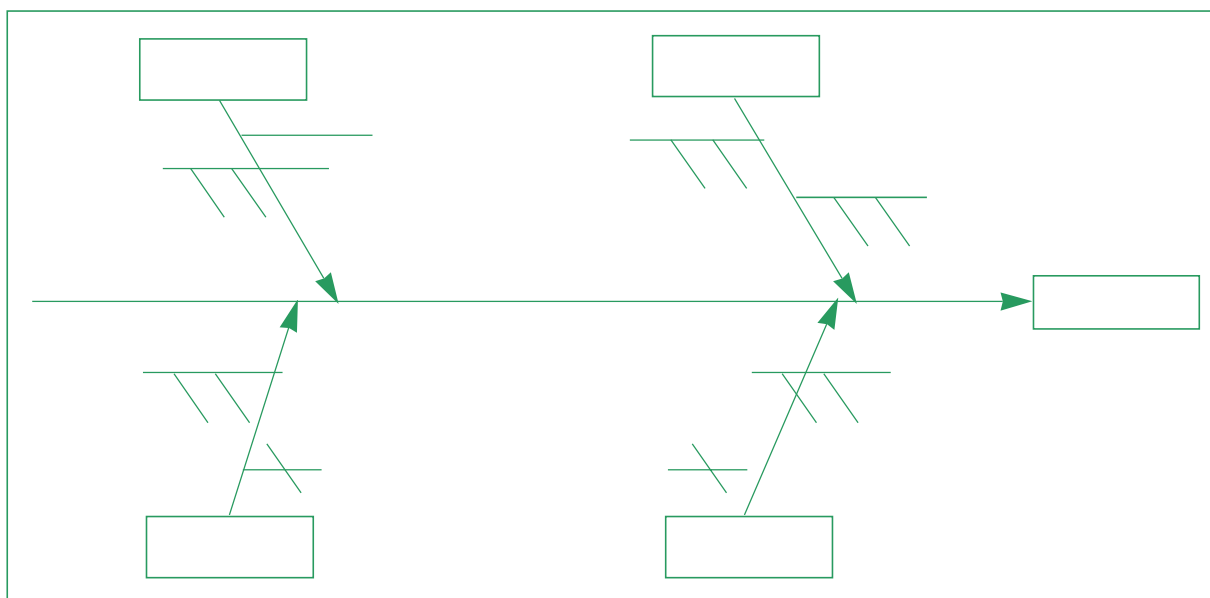
5.6. Paso 6: Añadir causas subsidiarias para las subcausas anotadas

Cada una de estas causas se coloca al final de una línea que se traza para conectar con la línea asociada al elemento al que afecta y paralela a la línea principal o flecha central.

Este proceso continúa hasta que cada rama alcanza una causa raíz. Causa raíz es aquella que:

- Es causa del efecto que estamos analizando.
- Es controlable directamente.

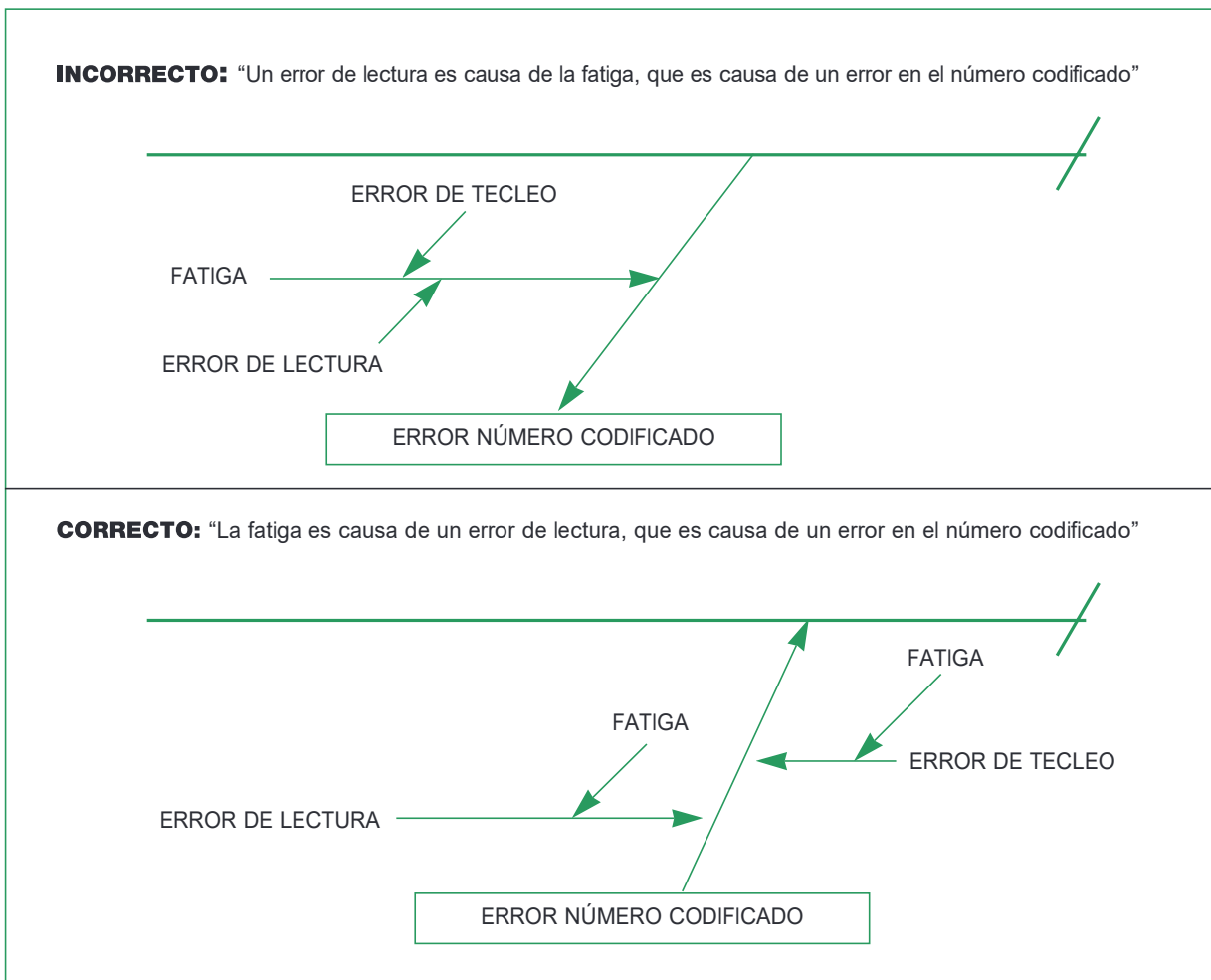
El observar las reglas geométricas anteriormente señaladas facilita la interpretación del diagrama.



5.7. Paso 7: Comprobar la validez lógica de cada cadena causal

Para cada causa raíz, “leer” el diagrama en dirección al efecto analizado, asegurándose de que cada cadena causal tiene sentido lógico y operativo.

Este análisis asegura que la ordenación es correcta y también puede ayudar a identificar factores causales intermedios u omitidos.



5.8. Paso 8: Comprobar la integración del diagrama

Finalmente debemos comprobar, en una visión de conjunto del Diagrama, la existencia de ramas principales que:

- Tienen menos de 3 causas.
- Tienen, apreciablemente, más o menos causas que las demás.
- Tienen menos niveles de causas subsidiarias que las demás.

La existencia de alguna de estas circunstancias no significa un defecto en el diagrama pero sugiere una comprobación a fondo del proceso.

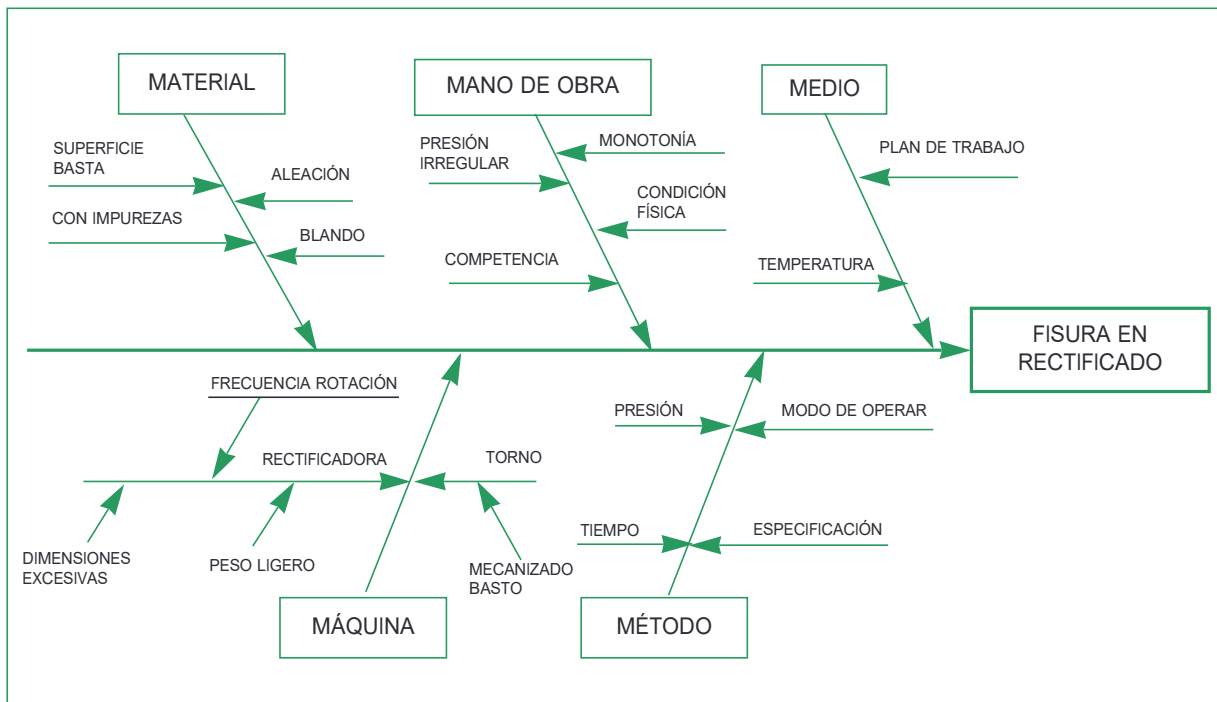
5.9. Paso 9: Conclusión y resultado

El resultado de la utilización de esta herramienta es un diagrama ordenado de *posibles causas* (teorías) que contribuyen a un efecto.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Al 1% de los vehículos de una marca comercial, se les rompe una pieza determinada como consecuencia de fisuras en su rectificado ocurrido en un lote de fabricación.

El efecto, por tanto, será *fisuras en rectificado*.



■ 1. ¿QUÉ ES?

Es una herramienta que tiene por objeto la ayuda en el proceso de toma de decisiones al relacionar diversas variables o parámetros, de una forma sintética y ordenada.

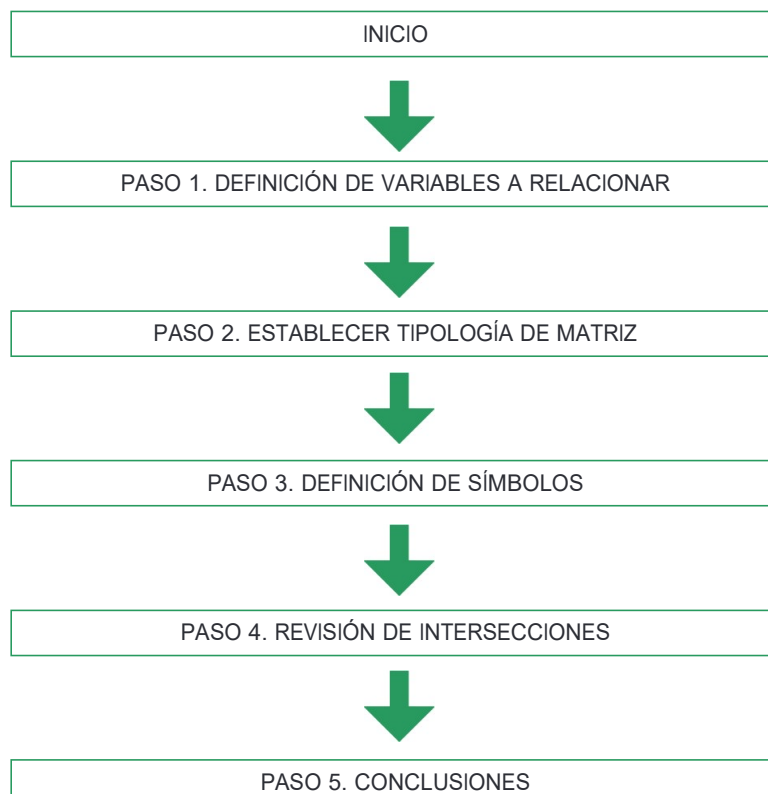
■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- *Síntesis*: Posibilita una relación sencilla, a través de símbolos, entre conceptos en ocasiones complejos.
- *Perspectiva*: Muchas de las variables utilizadas en empresas cobran el verdadero valor analizadas con relación a otras, el diagnóstico matricial facilita esta perspectiva empresarial de conjunto y no de compartimentos estancos.
- *Comparación*: Es una herramienta recomendable en grupos con diversas divisiones bien sean nacionales o multinacionales para realizar *benchmarking*.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Matriz*: Sistema de coordenadas sobre la que se incluyen diversos símbolos que relacionan las diferentes variables a estudiar.
- *Símbolo*: Representación gráfica de un estado de situación entre variables.
- *Variable*: Concepto a relacionar dentro del análisis mediante diagnóstico matricial.

■ 4. DIAGRAMA



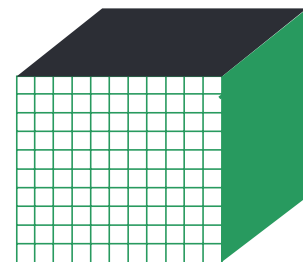
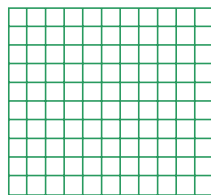
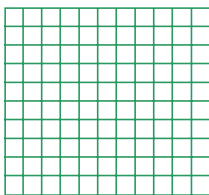
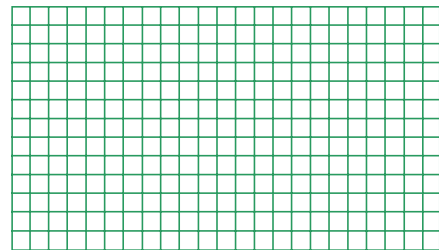
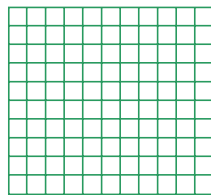
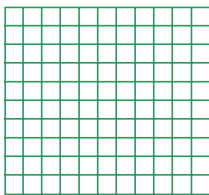
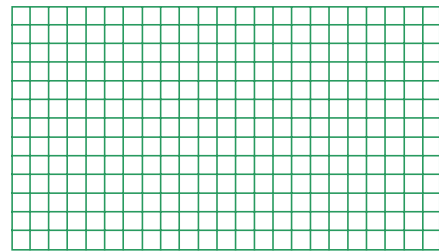
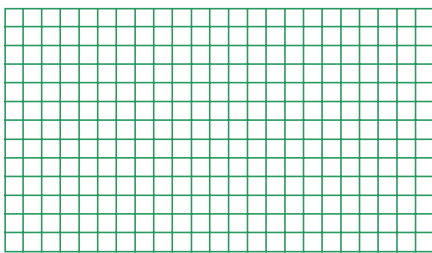
■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Paso 1: Definición de variables a relacionar

Definir y listar las variables que puedan ayudar de una manera más clara a la toma de decisiones.

■ 5.2. Paso 2: Establecer tipología de matriz

Existen diversos tipos de matriz, éstas pueden ser de dos dimensiones o de tres dimensiones, a continuación se presentan algunas de ellas.



En función de la tipología de datos y de la cantidad de ellos utilizaremos algunas de las matrices descritas anteriormente.

■ 5.3. Paso 3: Definición de símbolos

Los símbolos serán los que representen las relaciones:

Ejemplo: Relación fuerte ■
 Relación normal ●
 Relación débil △

5.4. Paso 4: Revisión de intersecciones

Se deberán revisar todas y cada una de las intersecciones para salvaguardar la coherencia de las mismas sin que entre en contradicción con el objetivo del propio estudio.

5.5. Paso 5: Conclusiones

El último punto serán las conclusiones, en las mismas debe prevalecer la visión generalista que puede ofrecer este tipo de estudios, y basarse en otro tipo de herramientas para justificar la toma de decisiones.

ANEXO 1

A continuación presentamos una matriz basada en la simbología expuesta en el paso 3 del punto anterior, con el objeto de ver una representación gráfica de una matriz cualquiera.

	Gerencia	Compras	Comercial	Almacén	Logística	Financiero
Plan estratégico	■	△	●			■
Necesidades de clientes	●	△				
Preparar stock	●	■	△			■
Promoción de clientes	●		■			△
Plan de Calidad	■	●	●	●	●	●

■ 1. ¿QUÉ ES?

El objetivo del diagrama de redes es determinar la duración de una acción compleja a partir de:

- Las duraciones de las tareas elementales.
- Las dependencias entre ellas.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Es una herramienta de planificación de proyecto o estudio que tiene por característica principal la de evidenciar las fases de un proyecto así como las relaciones entre ellas en función del tiempo, permitiendo evidenciar rápidamente las fases críticas de la planificación.

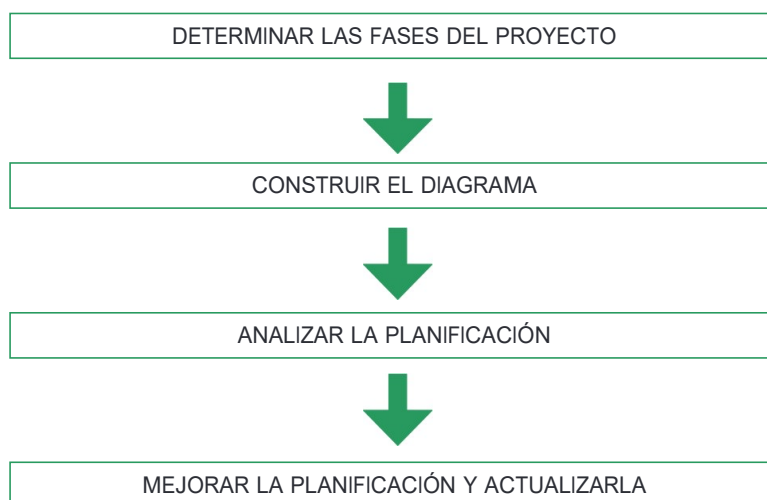
■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

Fase de proyecto. Descomposición de un conjunto de tareas seguidas en elementos que utilizan una misma tecnología o bien las mismas competencias.

Ejemplos:

- Desarrollo de la fase de estampación de la puerta de un vehículo.
- Estudio de los datos de partida de un diseño.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Paso 1

Descomponer en tareas elementales la resolución de un problema o del desarrollo de un proyecto.

5.2. Paso 2

Determinar las dependencias entre ellas.

5.3. Paso 3

Determinar la duración de cada tarea elemental.

5.4. Paso 4

Representar el flujo del proceso, utilizando el concepto de nodo (comienzo o fin de una tarea).

5.5. Paso 5

Construir una matriz gráfica tareas/ duración (diagrama de Gantt), en la que se identifiquen:

- Fechas “lo más pronto” y “lo más tarde” de cada tarea.
- Holgura de cada tarea.

5.6. Paso 6

Determinar el camino crítico.

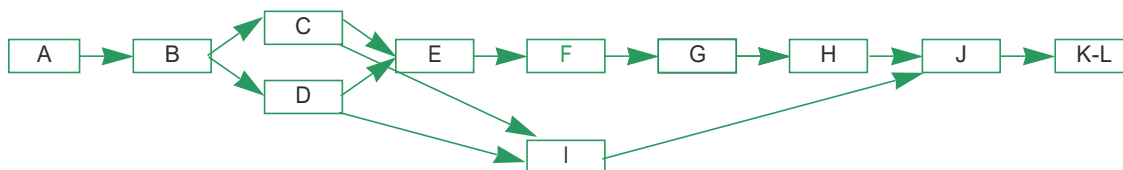
6. EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN DE DIAGRAMA DE REDES

TAREA	DEPENDENCIAS	DURACIÓN
Datos iniciales (A)	—	2
Datos finales (B)	A	2
Diseño mecánico (C)	A	1
Diseño eléctrico (D)	A	4
Programas prototipo (E)	B	4
Verificaciones (F)	C, E	2
Validación (G)	D, F	3
Mecanizados internos (H)	D, F	4
Aprovisionamiento (I)	D, F	2
Ensamblajes (J)	G	4
Puesta a punto (K)	I	3
Instalación (L)	H, J, K	3

La primera etapa de construcción del diagrama se hace en forma de diagrama de flujo respetando las relaciones de dependencias determinadas en la primera tabla.

Por ejemplo, la fase “J” de ensamblaje no se puede empezar antes de disponer de los componentes de realización interna y de los provisionados, en consecuencia la fase “J” depende de las fases “H” y “I”.

Durante esta fase de construcción, no se tiene en cuenta la duración de cada tarea.



Elaboración del diagrama

TAREAS \ SEMANAS	SEMANAS																					
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	█	█																				
B			█	█	█																	
C					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█							
D				█	█	█	█	█														
E										█	█	█										
F												█	█									
G													█	█	█							
H															█	█	█					
I											█	█	█	█	█	█	█					
J																	█	█	█			
K																			█	█	█	█
L																						█

Siguiendo las secuencias representadas en el diagrama de flujo, representar para cada fase la duración mínima y máxima de la misma.

Observaciones

Las fases de diseño mecánico (C) y la puesta a punto (K) son críticas por el hecho de que en caso de no poder cumplir los tiempos mínimos previstos, el proyecto se demorará en la misma proporción.

En conclusión, sería conveniente valorar la oportunidad de potenciar el equipo de diseño mecánico para reducir el periodo total.

La fase de puesta a punto es otro punto crítico que deberá ser objeto de un seguimiento específico.

ENERO 2002	DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DOE)	FICHA 46
1ª EDICIÓN		PÁG. 1 DE 8

■ 1. ¿QUÉ ES?

Diseño de experimentos (DOE) es la técnica, basada en la estadística, que aglutina todo lo referente a organizar y diseñar los experimentos de manera que se optimice la obtención de conclusiones.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La experimentación es fundamental para el aprendizaje y, por lo tanto, para el dominio de productos y procesos.

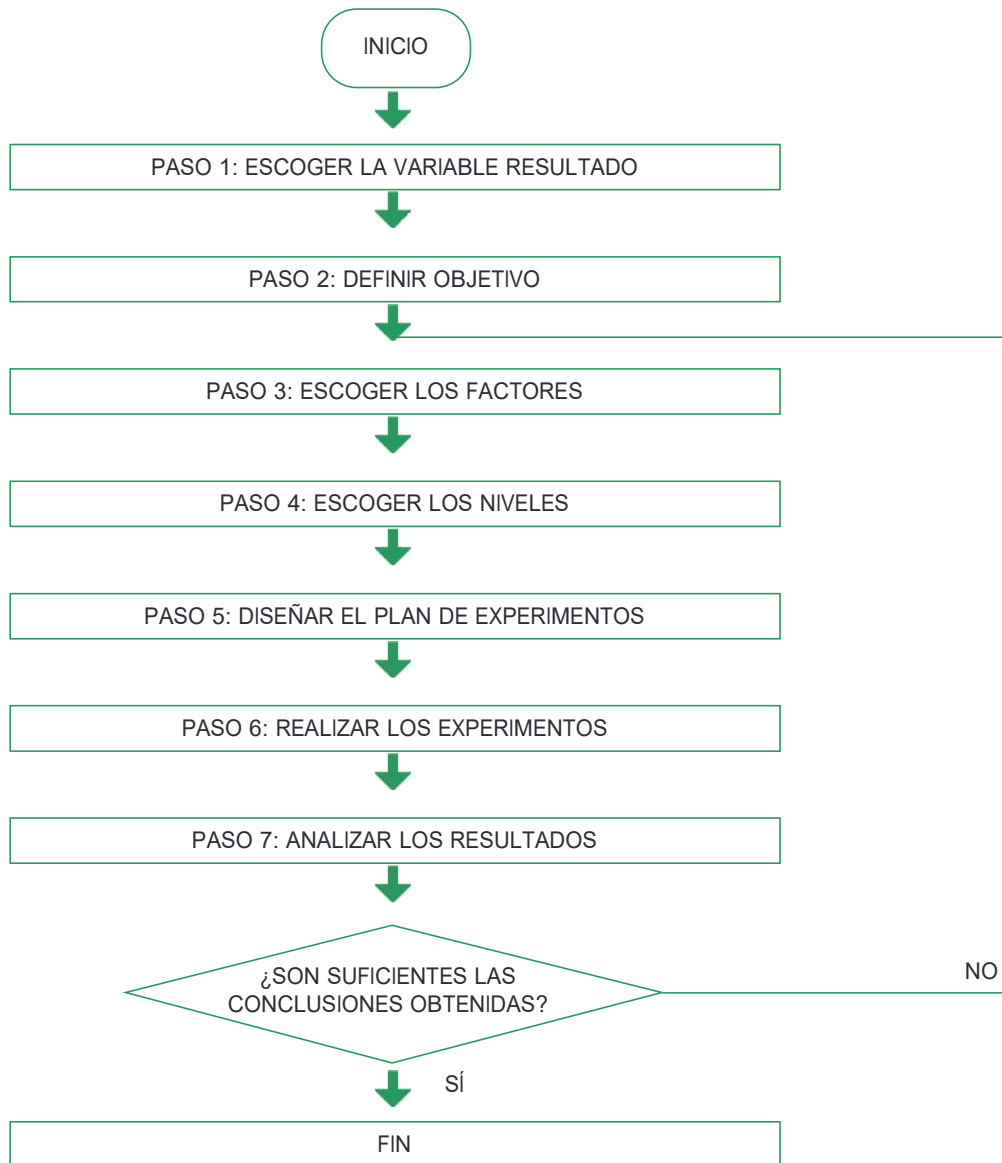
Por otra parte, los procesos cada día son más complejos y son más las variables que influyen en el resultado final.

Pues bien, el diseño de experimentos es una herramienta adecuada para el aprendizaje en la situación —de complejidad creciente— actual. El diseño de experimentos no sólo permite obtener la combinación de valores de cada variable que optimiza el resultado, sino que informa de la influencia de cada factor y las interacciones entre ellos.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Factores*: Variables controlables por el experimentador.
- *Niveles*: Cada uno de los valores (cualitativos o cuantitativos) que toma un factor.
- *Interacción*: Se dice que existe interacción entre dos factores, cuando la influencia de un factor sobre la respuesta depende del valor del otro factor.
- *Experimento*: Cada combinación de valores (niveles) de los parámetros (factores).
- *Plan de experimentos*: Lista de experimentos que define el nivel de cada factor de cada experimento.
- *Plan factorial completo*: Plan de experimentos que contempla todas las posibles combinaciones de niveles y factores.
- *Ortogonalidad*: Propiedad que permite sacar conclusiones de la influencia de cada factor en el resultado como si fuese independiente de los demás factores.
- *Ruido*: conjunto de parámetros no controlados por el experimentador.
- *Grados de libertad*: Concepto matemático que determina el número mínimo de experimentos de un plan.

4. DIAGRAMA DE FLUJO



5. REALIZACIÓN

5.1. Paso 1: Escoger la variable resultado

No hay ninguna restricción sobre la variable resultado que puede tomar valores continuos o discretos, ser un porcentaje o una valoración subjetiva.

En este paso se define el método de medida de la variable.

5.2. Paso 2: Definir objetivo

El objetivo perseguido para una variable respuesta puede ser maximizarla, hacerla lo menor posible o centrarla a un valor nominal.

MARZO 2002	DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DOE)	FICHA 46
1ª EDICIÓN		PÁG. 3 DE 8

G. Taguchi aporta en este paso que, para robustecer los productos y procesos, el objetivo debe ser minimizar la variabilidad de la respuesta.

5.3. Paso 3: Escoger factores e interacciones

En este paso se determinan los parámetros que influyen en la variable respuesta.

Teniendo en cuenta que al analizar los resultados de los experimentos se podrá obtener información de cómo influye cada factor en el resultado, en este paso se determinan, también, las interacciones entre factores que se prevén significativas. De esta manera, durante el análisis se puede ver la influencia de varios factores combinados.

5.4. Paso 4: Escoger niveles de cada factor

Este paso consiste en determinar los distintos valores que toma cada factor en los experimentos.

5.5. Paso 5: Diseñar el plan de experimentos

El plan de experimentos que contempla todas las combinaciones posibles de factores y niveles de cada factor se llama factorial completo.

No obstante, a poco que crezcan los niveles y los factores, las combinaciones posibles son muchas. Si se tienen 6 factores y 2 niveles de cada factor, las combinaciones posibles son $2^6 = 64$ experimentos, si son 10 factores y 3 niveles de cada uno, el factorial completo suponen $3^{10} = 59.049$ experimentos.

Lo verdaderamente interesante del diseño de experimentos es poder sacar prácticamente las mismas conclusiones que si se realizasen todas las combinaciones posibles, haciendo muchos menos experimentos.

Existen tablas con planes de experimentos que permiten que este paso consista, únicamente, en escoger un plan que se adapte al número de factores, niveles e interacciones entre factores.

No debe caerse en la tentación de eliminar experimentos del plan ni diseñar un plan que no sea de una tabla estándar, porque, de esta manera, se pierde la ortogonalidad que es la propiedad que permite sacar conclusiones.

5.6. Paso 6: Realizar los experimentos

Este paso consiste en llevar a cabo los experimentos marcados en el plan.

Además de los factores, existen otros parámetros que influyen en el resultado, pero no son controlados por el experimentador. G. Taguchi se marcaba como objetivo de diseño, insensibilizar el resultado al “ruido” (conjunto de parámetros no controlados). Esto, generalmente, es más rentable que eliminar o controlar los parámetros “ruido”.

En cualquier caso, es recomendable repetir varias veces cada experimento. De esta manera, se puede trabajar con la media de los resultados y con alguna medida de la variabilidad de cada experimento.

■ 5.7. Paso 7: Analizar los resultados

El análisis de resultados nos permite determinar:

- La combinación de niveles de cada factor que optimiza el resultado.
- La influencia de cada factor en el resultado.
- La magnitud de las interacciones.

■ 6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para ilustrar lo anteriormente expuesto se repasa cada paso con un ejemplo del proceso de soldadura de placas de PVC por alta frecuencia.

■ 6.1. Paso 1: Escoger la variable resultado

La variable resultado es la resistencia al cizallamiento de las piezas soldadas, el método de medida es conocido y el resultado se expresa en N.

■ 6.2. Paso 2: Definir objetivo

Cuanto mayor sea la resistencia al cizallamiento es mejor. El objetivo es maximizar la variable resultado.

■ 6.3. Paso 3: Escoger factores e interacciones

Se escogen como factores el proveedor del PVC y 5 variables de ajuste de la máquina de soldar:

- Proveedor de PVC
- P (presión)
- t_s (tiempo de soldadura)
- di/dt (rampa de subida de la intensidad)
- I_a (intensidad del ánodo)
- t_e (tiempo de enfriamiento)

Como interacciones dignas, *a priori*, de estudio:

- $I_a \times t_s$
- $t_s \times di/dt$
- $I_a \times di/dt$
- $I_a \times P$

MARZO 2002	DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DOE)	FICHA 46
1ª EDICIÓN		PÁG. 5 DE 8

6.4. Paso 4: Escoger niveles de cada factor

La tabla 6.1 recoge los valores escogidos para cada nivel de cada parámetro.

TABLA 6.1. VALORES DE LOS NIVELES DE CADA FACTOR

	NIVEL 1	NIVEL 2
PVC	A	B
P	80	100
ts	16	18
di/dt	3,5	4,0
Ia	5	6
te	14	18

6.5. Paso 5: Diseñar el plan de experimentos

El plan factorial completo supondría hacer 64 experimentos. En este caso (6 factores de 2 niveles y 4 interacciones) suponen 10 grados de libertad, que es el número mínimo de experimentos del plan. En el ejemplo se utiliza un plan de 16 experimentos $L_{16}(2^{15})$.

En la tabla 6.2 está definido el plan de experimentos (para cada experimento se define el nivel de cada factor).

TABLA 6.2. PLAN DE EXPERIMENTOS Y SUS RESULTADOS

Exp.	PVC	P	ts	di/dt	Ia	te	Resistencia
1	A	80	16	3.5	5	14	93,04
2	A	80	16	4.0	6	18	158.46
3	A	100	18	3.5	5	14	113,13
4	A	100	18	4,0	6	18	140,71
5	B	80	18	3,5	5	18	161,67
6	B	80	18	4,0	6	14	227.79
7	B	100	16	3,5	5	18	141,42
8	B	100	16	4,0	6	14	213,58
9	A	80	18	3,5	6	14	141,71
10	A	80	18	4,0	5	18	87,29
11	A	100	16	3,5	6	14	143,79
12	A	100	16	4,0	5	18	84,13
13	B	80	16	3,5	6	18	213,38
14	B	80	16	4.0	5	14	140.54
15	B	100	18	3.5	6	18	196.96
16	B	100	18	4.0	5	14	136.25

5.6. Paso 6: Realizar los experimentos

En la tabla 6.2 se representa la media de los resultados de las repeticiones de cada experimento. Se podría trabajar, también, con cualquier indicador de la variabilidad, como la desviación típica.

5.7. Paso 7: Analizar los resultados

En la tabla 6.3 se ven los valores medios de los resultados para cada nivel de cada parámetro. Así 120,28, por ejemplo, es la media de los resultados de todos los experimentos en que el PVC es del proveedor A (experimentos de 1 a 4 y de 9 a 12).

TABLA 6.3. VALORES MEDIOS POR NIVEL DE CADA PARÁMETRO

	PVC	P	ts	di/dt	Ia	te
Nivel 1	120,28	152,98	148,54	150,64	119,68	151,23
Nivel 2	178,95	146,24	150,69	148,59	179,55	148,00
▲	58,67	6,74	2,15	2,04	59,86	3,23

De los valores de la tabla 6.3 se puede concluir que:

- El PVC que mejor suelda es el del proveedor B.
- Cuanto mayor es la (intensidad del ánodo) prefijada, mayor es la resistencia al cizallamiento.
- El resultado es prácticamente independiente de los valores que tomen ts, te y di/dt (al menos en el rango de trabajo que se ha escogido).
- El resultado es mejor con P=80 que con P=100 pero la influencia de la presión no es tan importante como el PVC o la intensidad del ánodo (Ia).

Las tablas 6.4 se construyen (de forma similar a la 6.3) para analizar las interacciones.

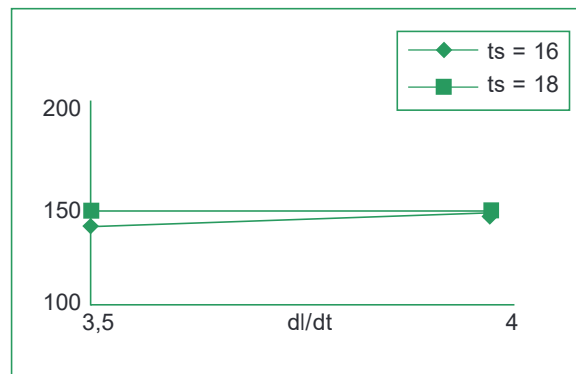
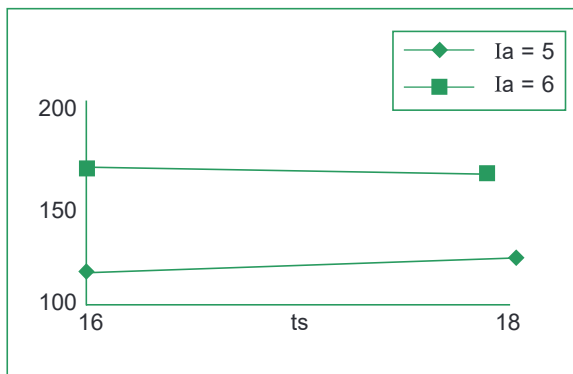
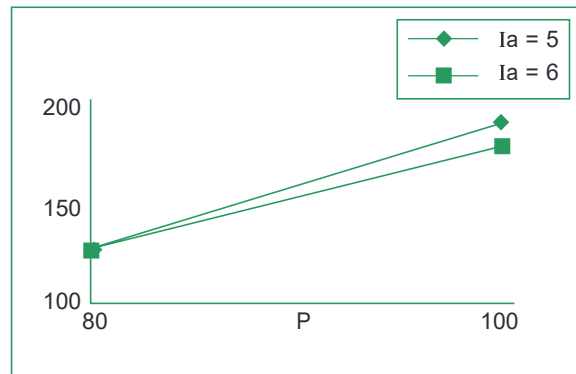
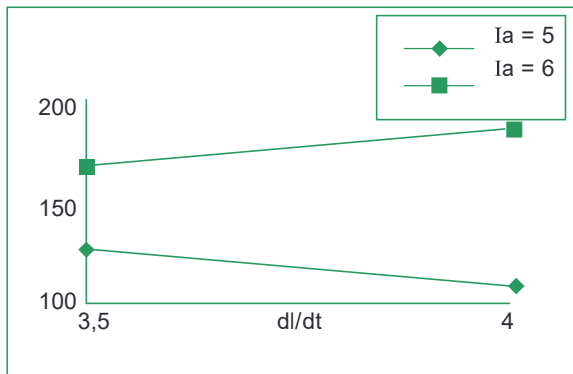
TABLAS 6.4. INTERACCIONES

	di/dt=3,5	di/dt=4,0
Ia=5	127,31	112,05
Ia=6	173,96	185,14

	P= 80	P=100
Ia=5	120,64	118,63
Ia=6	185,33	173,76

	ts=16	ts =18
Ia=5	114,78	124,58
Ia=6	182,30	176,79

	di/dt=3,5	di/dt=4,0
Ia=5	147,91	149,18
Ia=6	153,36	148,01



Viendo las gráficas se puede concluir:

- No existe interacción (Ia x P) y (di/dt x ts) ya que las líneas son prácticamente paralelas.
- Las interacciones (Ia x ts) y (Ia x di/dt), aunque no son muy fuertes (las líneas no se cruzan), no deben despreciarse. Los valores óptimos de ts y di/dt no son independientes del valor de Ia.

La mejor combinación de niveles es la de la tabla 6.5.

TABLA 6.5. MEJOR COMBINACIÓN DE VALORES DE CADA PARÁMETRO

PVC	P	ts	di/dt	la	te
B	80	16	4.0	6	14

Al ser el resultado de resistencia al cizallamiento, independiente de t_e , se escoge el t_e (tiempo de enfriamiento) que reduzca el tiempo de ciclo.

MARZO 2002	MEJORA CONTINUA (KAIZEN)	FICHA 47
1ª EDICIÓN		PÁG. 1 DE 5

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es un término de origen japonés que significa *kai* “cambio”, *zen* “mejora”, que aplicado a la filosofía de la Calidad en Occidente podemos definir como mejora continua y que implica a todas las estructuras de la empresa en las labores de mantenimiento e innovación, solapando éstas para obtener el progreso sin necesidad de realizar grandes inversiones.

El objetivo fundamental de esta herramienta es involucrar a toda la plantilla en esta cultura de mejora continua pero especialmente a los operarios por ser los verdaderos conocedores del puesto de trabajo.

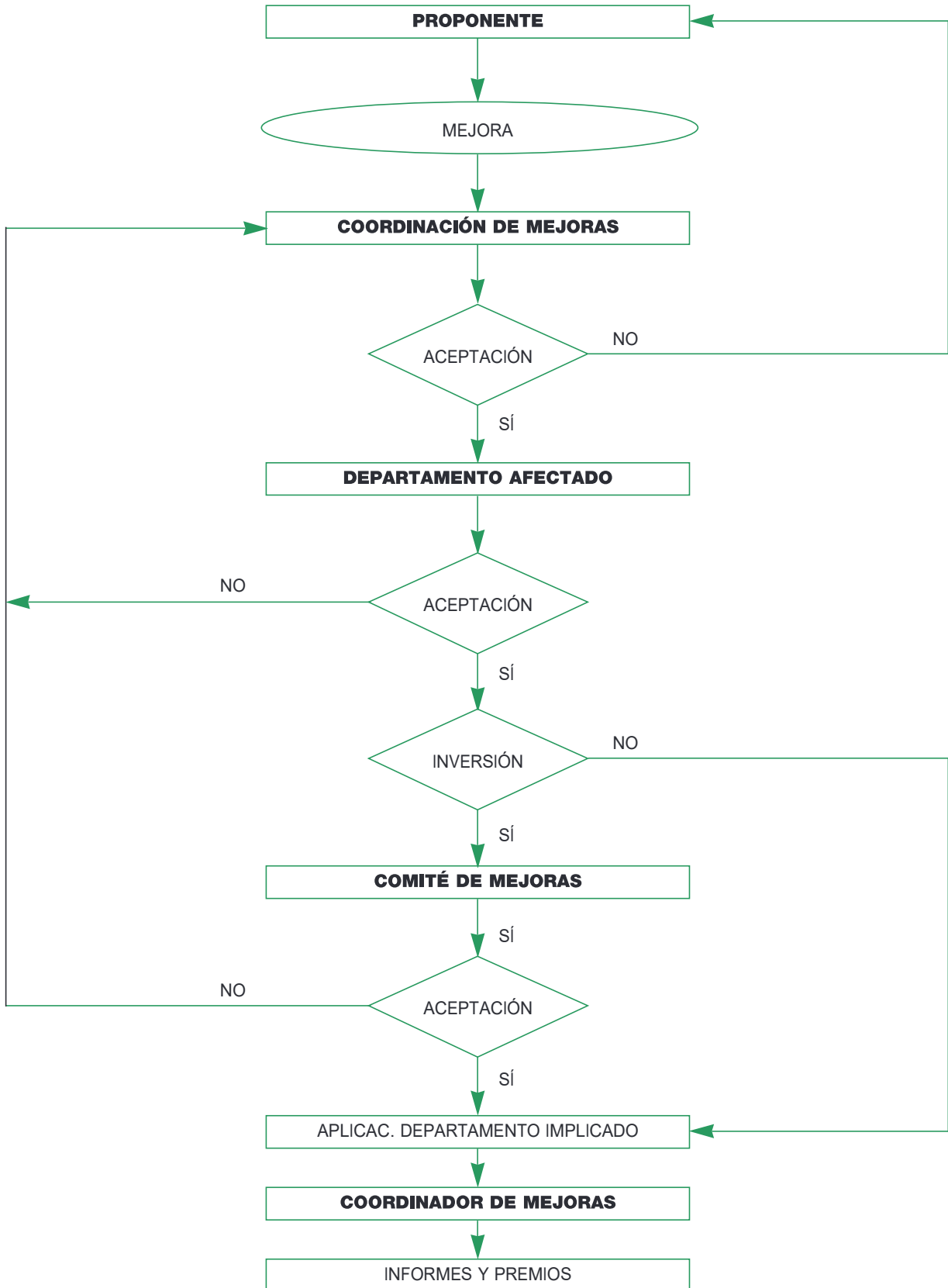
■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- El efecto del kaizen es a largo plazo y larga duración.
- El ritmo es a pasos pequeños.
- El itinerario es continuo e incremental.
- El cambio, gradual y constante.
- Afecta a todos.
- El enfoque es solidario con esfuerzo de grupo.
- Implica mantenimiento y mejora.
- Conocimiento convencional.
- Requisitos prácticos (poca inversión pero gran esfuerzo en mantenerlo).
- Orientación al esfuerzo personal.
- Sus criterios de evaluación son: Procesos y esfuerzos para mejorar resultados.
- La gran ventaja se basa en una útil economía de un crecimiento lento.
- Se consideran contenidos para Kaizen:
 - Mantenimiento o mejora de la Calidad y prevención de rechazos.
 - Reducción de costes.
 - Mejora en procesos de fabricación y reducción de mano de obra.
 - Mejora y mantenimiento de las instalaciones, máquinas y útiles.
 - Ahorro de materiales. Aprovechamiento y entrega de materiales.
 - Mejora del transporte, almacenamiento.
 - Seguridad, higiene y bienestar.
 - Mantenimiento del orden y limpieza en el trabajo (5S) y mejora de la productividad.
 - Racionalización del sistema administrativo.
- Se consideran contenidos no admisibles:
 - Sueldos y relaciones laborales.
 - Asuntos de personal como designación, sustitución, cambio de puesto.
 - Deseos o quejas que no planteen soluciones.
 - Propuestas cuyo valor no se aprecie.
 - Desarrollos de órdenes de la superioridad o lo relativo a las obligaciones de su puesto de trabajo.
 - Cuestiones reguladas por normativas legales vigentes.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Proponente*: Persona de la plantilla que plantea una mejora.
- *Mejora (KAIZEN)*: Es toda propuesta debidamente documentada, que haga evolucionar de forma positiva la eficacia, la calidad del producto, los costes y el ambiente de trabajo.
- *Coordinador de mejoras*: Es la persona elegida por la dirección, con la misión de coordinar y ayudar a todo el personal en la elaboración y puesta en práctica de sus propuestas.
- *Departamento afectado*: Departamento responsable de realizar la mejora y llevarla a su introducción.
- *Comité de mejoras*: Lo componen miembros de la Dirección, responsables de otros departamentos y el coordinador de mejoras que realizará funciones de secretario.

4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

- El proponente plantea la mejora por escrito.
- El coordinador recibe la mejora, la analiza y si es aceptada la envía al departamento afectado.
- La línea de mando del departamento afectado estudia la propuesta haciendo una valoración de la misma.
- Si se acepta la propuesta pasa al comité de mejoras. Si no, se devuelve al coordinador de mejoras para notificarlo al proponente.
 - *Propuesta rechazada:* Controla, archiva y comunica al proponente.
 - *Propuesta aceptada sin inversión:* Controla la propuesta y la manda al Departamento implicado para su introducción.
 - *Propuesta aceptada con inversión:* Se entrega al Comité de Mejoras quién valora y decide.
- Si el Comité de mejoras acepta la propuesta con inversión, ésta pasa al departamento implicado para su puesta en marcha.
- Una vez introducida la mejora, el Coordinador de Mejoras verifica y confirma la implantación de la misma. A continuación emite un informe para dar por finalizada la propuesta, que en determinados casos puede ser premiada por la Dirección.

6. EJEMPLO

TEMA:

Mejora en trabajo de recarga de contenedores

Antes del Kaizen

Después del Kaizen



Contenido del KAIZEN

Antes del KAIZEN

Colocar contenedores manualmente en el carril de rodillos para una lavadora

Después del KAIZEN

La mejora consiste en preparar el carro con rodillos para que con un leve empuje y sin esfuerzo pase el contenedor al carril de rodillos y a la lavadora. De esta forma se impiden los grandes esfuerzos y el trabajo de recarga es mucho más cómodo

Motivos del KAIZEN

¿No estás cargando piezas demasiado pequeñas?

MARZO 2002	MEJORA Y REINGENIERÍA DE LOS PROCESOS (BPR)	FICHA 48
1ª EDICIÓN		PÁG. 1 DE 10

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es un método por el cual se eliminan las limitaciones físicas o mentales de la empresa, introducidas por las recetas del pasado, para cumplir mejor los objetivos de la organización. Es un cambio en el modo de trabajar de una organización para lograr mejoras radicales en cuanto a velocidad, coste, calidad, cuota de mercado y rendimiento de la inversión.

La mejora continua es una tarea diaria, mientras que la reingeniería se acomete después de largos periodos de tiempo en los que la mejora continua resulta insuficiente.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

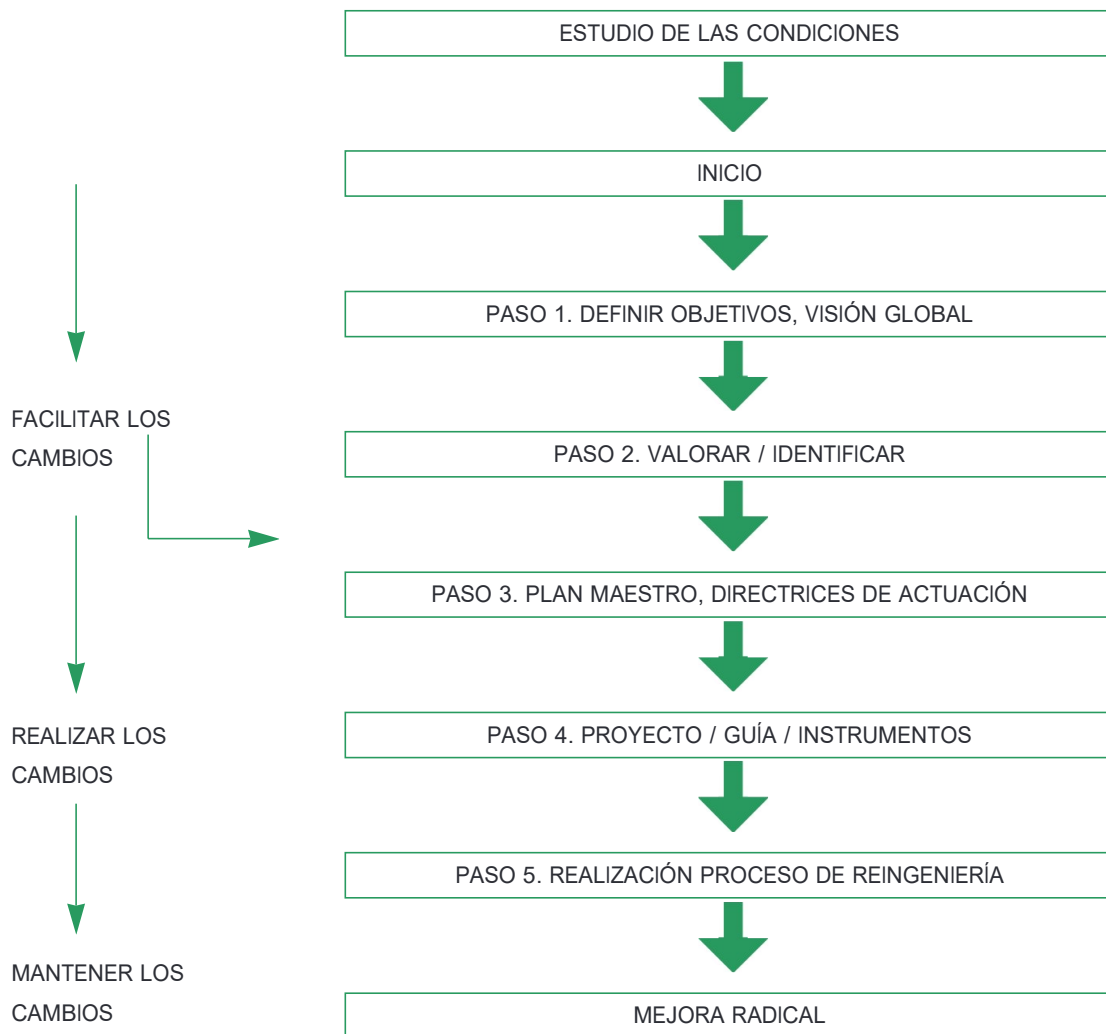
- Lleva a cabo cambios profundos que mejoran los resultados radicalmente.
- Obtener una visión general del proceso con idea de cambiar, suprimir... actividades, en vez de mejorarlas poco a poco.
- Cambios enérgicos, rotundos... para que los mismos tengan éxito. Es aconsejable pruebas piloto o duplicidad de los procesos.
- La dirección participa activamente y está comprometida hasta sus últimas consecuencias.
- Consigue una visión del proceso interfuncional, es decir, procesos horizontales para evitar duplicidades y desviaciones de los objetivos.
- La organización asume cambios en los procesos, organigramas, funciones y misiones, de manera que puedan llevarse a cabo los cambios requeridos.
- Los procesos se establecen con criterios de autonomía respecto a quien lleva a cabo el trabajo y respecto al propietario del proceso.
- La perspectiva del cliente como único enfoque, es decir, el cliente como eje básico del negocio.
- Atención a los cambios externos, tecnología, mercado, etcétera.
- La reingeniería no es un proceso específico, sino que son válidas las herramientas y procesos de calidad total y necesarias para el éxito de la reingeniería. Es decir para llevar a cabo una reingeniería de proceso, debemos emplear alguno de los procesos de calidad:
 - Proceso de solución de problemas.
 - Método para mejorar procesos de trabajo.
 - Benchmarking.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Proceso*: Secuencia de actividades o acciones que aportan un valor añadido, con el propósito de conseguir un resultado específico.
- *Obsoleto*: En referencia a los procesos, se entiende a aquellos que fueron concebidos con técnicas que hoy día han quedado desfasadas.
- *Cliente*: Se considera tanto al usuario final (cliente externo) como a la siguiente operación (cliente interno).
- *Rediseño de un proceso*: Eliminación de todos los condicionantes y hábitos en los que se basa, para cumplir mejor y alinearse con los objetivos de la empresa.

- *Reingeniería dinámica*: Considera la reingeniería como un proceso para alcanzar la mejora continua (principal atributo de la calidad total) desarrollado por D. Morris, que parte de la idea de que la estrategia empresarial debe adaptarse de forma permanente al entorno, plantea la reingeniería como una metodología analítica para su desarrollo.
- *Reingeniería puntual*: Metodología documentada por M. Hammer a la que se atribuye el término, tiene el mismo esquema básico y propone así mismo que lo más adecuado es no dotarse de reglas muy rígidas ya que éstas podrían coartar el proceso creativo.
- *Benchmarking*: Análisis comparativo con la competencia (interna y externa) para procurar alcanzar niveles de competitividad y calidad cada vez mayores.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



MARZO 2002	MEJORA Y REINGENIERÍA DE LOS PROCESOS (BPR)	FICHA 48
1ª EDICIÓN		PÁG. 3 DE 10

■ 5. REALIZACIÓN DEL PROCESO DE REINGENIERÍA

■ 5.1. Condiciones para acometer reingeniería

La reingeniería se acomete cuando en la empresa existe una cultura que incluye la calidad entre sus valores, con su premisa de mejora continua:

- Existe un sistema de calidad, la reingeniería necesita de una predisposición por parte del personal.
- Si se han dado pasos en la calidad total, de manera que sea asumida como un valor y no como una obligación.
- Si hay sensibilización, se ha creado un clima que propicie la reingeniería. Es necesario que la gente vea que los cambios son buenos para la empresa y para ellos.
- Si existe un compromiso serio previo y una formación, la dirección debe participar de forma activa ya que tiene una visión global de la empresa, y la reingeniería necesita de esa visión global para no caer en omisiones que perjudiquen los resultados. Además hay que preparar al personal en los cambios que se avecinan.

■ 5.2. Inicio

- Definir el alcance de la reingeniería. Seleccionar el proceso a rediseñar.
- Definir líderes y estructura de los equipos. El Equipo de reingeniería estará compuesto entre cinco o diez personas, por:
 - Un líder carismático.
 - Un responsable de cada proceso.
 - Un equipo de reingeniería cuyos miembros se dedicarán de forma intensiva al proyecto, éstos pueden ser: personas que trabajen en el proceso objeto del trabajo de reingeniería, personal externo al mismo (incluso a la empresa, expertos en reingeniería), personal experto en sistemas de información, personal de recursos humanos... el tiempo dedicado al proyecto dependerá de las necesidades de la empresa, se aconsejan reuniones semanales de una a una hora y media.
- Formar al personal del equipo en herramientas y técnicas de resolución de problemas:
 - Técnicas de reuniones.
 - Técnicas de presentación.
 - Herramientas clásicas de calidad.
 - Benchmarking.
 - Reingeniería.
- Establecer las directrices del método de trabajo, del proyecto de reingeniería.
- Establecer el planning del proyecto.
- Empezar.

■ 5.3. Paso 1. Definir objetivos, visión global

- Comprender el proceso actual en términos de misión, es decir qué valor aporta al cliente.

- Concebir el proceso ideal, tomando como base la cadena “cliente-suministrador” y la secuencial adición de valor en cada actividad. Identificarlo en el exterior utilizando la técnica del Benchmarking.
- Determinar cómo competir sobre la base del “valor añadido” que pueda generar la empresa:
 - Definir el valor del accionista.
 - Definir el valor del cliente.
 - Definir el valor del empleado.
 - Definir el valor del suministrador.
 - Definir las capacidades y habilidades internas.
 - Definir las capacidades y habilidades de la competencia.
- Con todo ello:
 - Desarrollar los objetivos.
 - Determinar las estrategias y prioridades.
 - Desarrollar la visión operativa.

■ 5.4. Paso 2. Valorar / identificar

- Entender el proceso actual, elaborar un diagrama de flujo, identificar paradigmas (por qué se realiza el trabajo), cuestionar su validez, medir el rendimiento, ratificar las necesidades de cambio e identificar las actividades de soporte que usa.
- Valorar las diferencias que existen entre la visión operativa y la corriente de un proceso, e identificar y evaluar las iniciativas que reduzcan las diferencias.
- Para acercarnos a nuestro proceso ideal, podríamos realizar las siguientes aproximaciones (una, todas o ninguna):
 - Crear el siguiente nivel en el modelo de proceso: paso intermedio inicial.
 - Benchmarking, Operatividad corriente vs visión.
 - Analizar las diferencias.
 - Valorar la resistencia al cambio.
 - Identificar las iniciativas.
 - Definir el programa de iniciativas.
 - Proyectar los beneficios y costos.
- En función del análisis costo/beneficio se determina la siguiente etapa más adecuada.

■ 5.5. Paso 3. Plan maestro

Consiste en analizar la naturaleza de las faltas (gaps) identificadas durante el Paso 2, y planificar las acciones a realizar, objetivos e indicadores de medición.

- Perfil de las operaciones normales.
- Crear soluciones definitivas.
- Construir soluciones reales: evaluar la factibilidad de las soluciones.
- Sintetizar las soluciones: conclusiones líneas de actuación.
- Crear el plan maestro.

MARZO 2002	MEJORA Y REINGENIERÍA DE LOS PROCESOS (BPR)	FICHA 48
1ª EDICIÓN		PÁG. 5 DE 10

5.6. Paso 4. Proyecto / guía / instrumentos

- Consiste en detallar los fundamentos del Plan Maestro, especificando tareas, medios y plazos, valorar esfuerzos necesarios y repercusiones:
 - Desarrollar las especificaciones y las iniciativas del programa/proyecto.
 - Evaluar los medios necesarios.
 - Probar las soluciones y demostrar los beneficios para dirigir un producto, servicio o área de trabajo.
- Rediseñar los procesos, partiendo de una hoja en blanco pero sin olvidar ni los ruidos ni las tensiones, que puedan ser beneficiosas. Partiendo del cliente, externo o interno, se rediseña el proceso de forma sistemática utilizando la operativa de los grupos de mejora de Calidad Total. Se generan varias alternativas que se evalúan con criterios restrictivos:
 - Probabilidad de conseguir el objetivo.
 - Coste.
 - Riesgo.
 - Impacto global en la organización.
 - Factibilidad.

5.7. Paso 5. Realizar reingeniería

- Implantar la solución, habrá que llevarla a la práctica con mucho rigor y sin dejar nada al azar.
- Medir las mejoras y continuar persiguiendo los objetivos para conseguir una mejora continua:
 - Balance.
 - Ganancias y pérdidas.
 - Satisfacción del cliente, empleados, suministradores y accionistas.

5.8. Mejora radical

- Seguir la implantación, hasta llegar al pleno convencimiento de haber logrado el objetivo.
- Produce grandes cambios en los procesos:
 - Polivalencia del trabajador, la variedad de tareas enriquece el puesto de trabajo y mejora la satisfacción del trabajador.
 - Toma de decisiones por el trabajador, elimina fases del proceso, se simplifica el flujo de producción y aumenta la responsabilidad e integración del trabajador en la empresa.
 - Orden natural del proceso, menos idas y venidas de papeles y material, reduciendo las fases de espera y por tanto el tiempo ciclo.
 - Versiones múltiples de los procesos, estandarizadas e informatizadas, de manera que reducimos los tiempos útiles de trabajo al tener las soluciones normalizadas.
 - Sitio adecuado, el trabajo se realiza en el sitio más razonable, simplificando la gestión.
 - Reducción de controles, al existir confianza en el personal se trabaja en autocontrol. Se reducen las fases del proceso y por tanto el tiempo ciclo.
 - Se minimiza la conciliación, como consecuencia directa de la integración de producción y eliminación de controles, sólo existe un camino para llegar a un resultado.

- Un sólo contacto, un único punto de contacto que está al corriente de todo el proceso produce mayor satisfacción en el cliente.
- Operaciones mixtas centralizadas y descentralizadas, al poder tomar decisiones el trabajador, se descentraliza la toma de decisiones reduciendo los tiempos. No hay que ser estricto en este punto y deben convivir operaciones centralizadas y descentralizadas.
- Produce también grandes cambios en la organización:
 - Las unidades de trabajo cambian de departamentos a equipos de proceso. El personal unido por el trabajo y no por el jefe.
 - Los oficios cambian de tareas simples a trabajos multidimensionales, se evita la rutina enemiga acérrima de la calidad.
 - La formación es más integral, y la calidad pasa a ser considerada como un valor humano lo cual requiere una mayor educación.
 - La valoración del desempeño y de la compensación se realiza por los resultados y no por la actividad. Es decir el salario depende de los logros y no de la posición en el organigrama. Los logros son razón directa del valor añadido al producto.
 - Los criterios de ascenso se basan en la habilidad, ya que de ésta depende de forma directa el rendimiento.
 - Los valores son productivos, el salario lo define el mercado, los clientes, que son los que determinan si una producción es buena o mala.
 - Los jefes ven reducida su misión de supervisores y permite que se dediquen a la formación de su gente.
 - Las estructuras de la organización cambian a procesales y planas favoreciendo la comunicación y mejorando la consecución de los logros.
 - Los ejecutivos pasan a ser líderes con mayor preocupación por los sistemas.
- Todos estos cambios producen una reducción o eliminación de operaciones y por lo tanto de los tiempos ciclo. Eliminamos tiempos de producción que no añaden valor al producto, es decir la reingeniería reduce los tiempos útiles y elimina los tiempos de espera.

■ 6. EJEMPLO

En una empresa que fabrica componentes para el automóvil por secciones, estampación, doblado y conformado de varillas, ensamblado, tratamiento superficial y montaje, tras un largo periodo de trabajo con técnicas de mejora continua sin lograr resultados acordes al esfuerzo que se realizaba, la dirección decidió acometer una mejora de proceso mediante reingeniería para especializar los procesos por producto-cliente.

La Dirección emitió una declaración sobre la intención de realizar el proyecto de mejora en la que se explicaron los motivos y los objetivos. Éstos eran:

- *Motivos:* Organización obsoleta para abordar los nuevos retos, los avances técnicos y la gran competencia.
- *Objetivos:* El cliente como eje del proceso, reducir los costes, posibilitar una mayor reactividad ante los cambios y posibilitar unos medios y tecnologías más avanzadas, y dar un protagonismo real al trabajador y posibilitar su formación.

Se nombró un propietario o dueño del proceso piloto, éste era del Grupo de Dirección, y se eligieron a los demás integrantes:

- Un técnico de Calidad, experto en reingeniería.
- Un técnico del proceso de recubrimientos.
- Un responsable de informática y gestión.
- Un representante de recursos humanos.

El equipo recibió formación específica para poder llevar a término la tarea, en técnicas de reuniones, Benchmarking, reingeniería, técnicas de motivación...

Una vez terminada la formación del equipo, éste procedió al estudio del proceso real para comprenderlo en términos del valor que aporta al cliente (siempre el eje).

- Elaboraron diagramas de flujo.
- Identificaron las actividades involucradas en el proceso piloto.
- Midieron el rendimiento, piezas/hora, % de chatarra, tiempo de fabricación, superficie en stocks intermedios, tiempo en cambios de utillaje...
- Establecieron objetivos para los indicadores.

Realizaron un estudio con detenimiento para conocer las cualidades y los defectos del mismo.

Como Plan Maestro propusieron:

- Identificar los proveedores y clientes del proceso.
- Rediseño del proceso basándose en el cliente.
- Modificación del flujo de proceso, facilitando el flujo producto-proceso.
- Mejorar la formación y posibilitar la polivalencia.

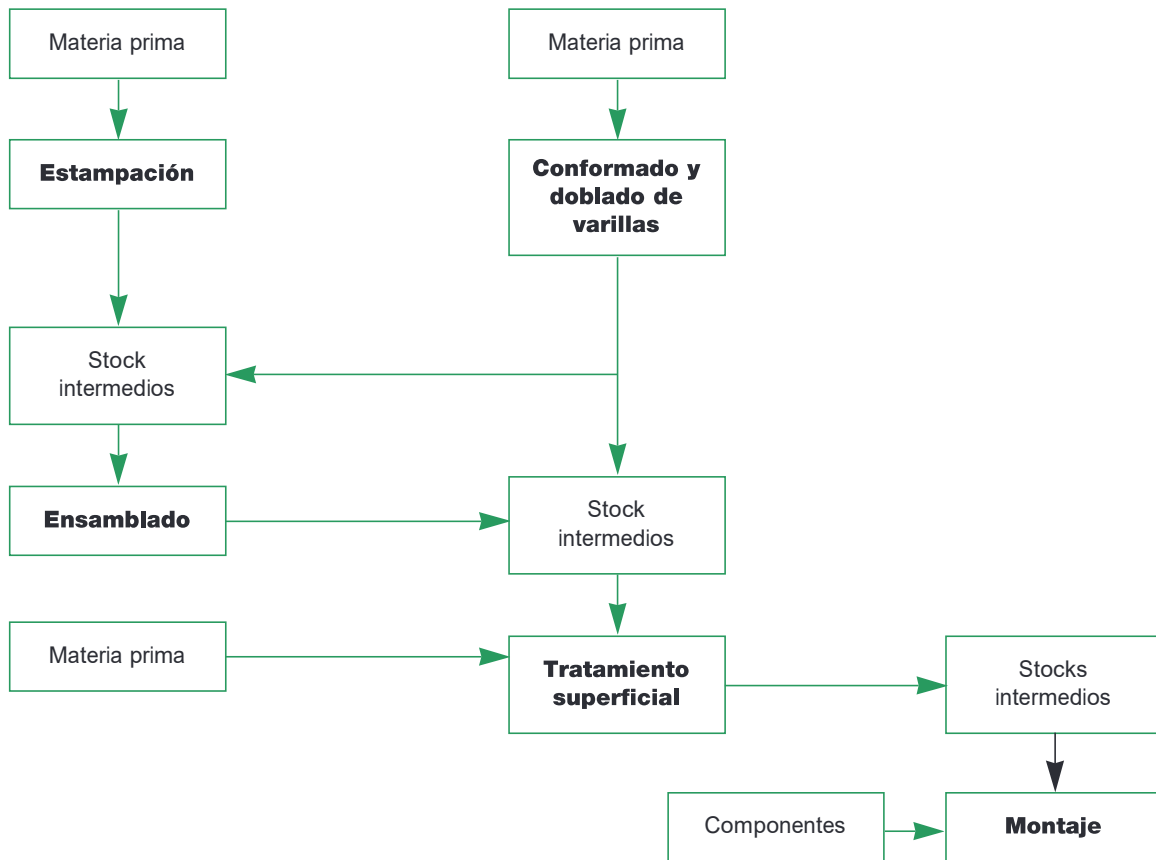
6.1. Identificación de proveedores y clientes

Se identificó a los proveedores de forma clara y precisa; de materia prima y de componentes.

Se identificaron los clientes y se facilitó la comunicación directa del responsable del producto con los mismos.

De esta forma el Grupo de Trabajo puede gestionar de forma autónoma y en connivencia con los proveedores y clientes la forma de trabajar y el flujo de trabajo, aportando una mayor satisfacción al cliente y a los mismos integrantes del Grupo.

6.2. Flujo del proceso antiguo



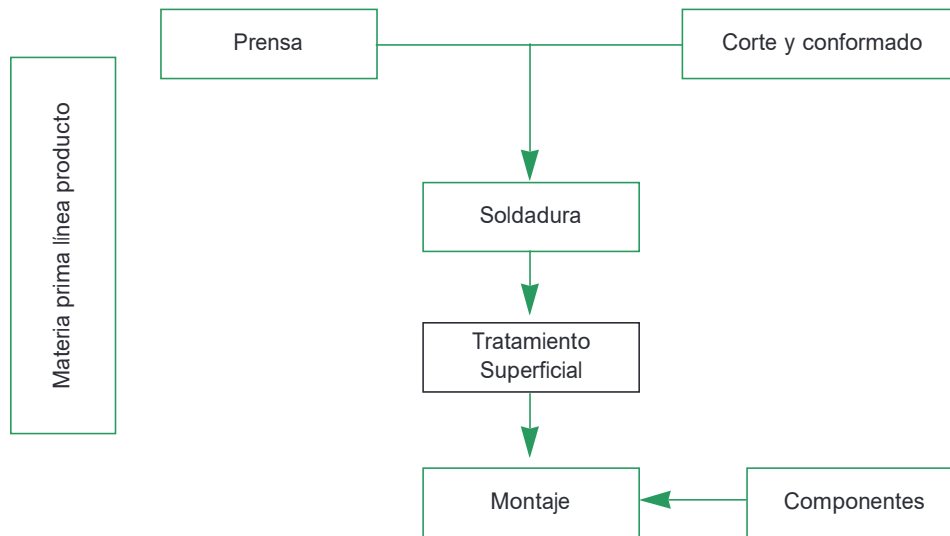
Una vez identificados los proveedores y clientes se rediseñó el proceso partiendo de una “hoja en blanco” y con el cliente como eje del mismo.

La forma de trabajar se modificó sustancialmente, se pasó de trabajar sobre la base de unas Órdenes de Trabajo a alimentar la línea de acuerdo a las necesidades del cliente, estando para ello en contacto permanente con él, de esta manera el cliente ve sus necesidades siempre cubiertas. Se ahorra los stocks intermedios ganando espacio para producción. Esto se vio posibilitado por el cambio radical en la concepción del proceso, al pasar de un proceso por departamentos y/o tecnologías a un proceso continuo por producto.

Al ser los integrantes del Grupo de Trabajo quienes deciden la cadencia y racionalizan el trabajo, éstos están actualmente más satisfechos con su trabajo.

6.3. Flujo del proceso nuevo

Se eliminaron los departamentos y se diseñó un proceso en línea con lo que únicamente se necesita para el producto-proceso piloto (pedal).



Se diseñó una línea de producto en la cual se estampa la pieza necesaria para el producto, se corta la varilla y se conforma, se sueldan ambas y se tratan en una pequeña instalación de fosfatado y pintura en polvo y, finalmente, se monta junto a la protección de caucho (comprada en el exterior). Todo ello en un proceso continuo, en el cual se consiguió eliminar los stocks intermedios (ahora existen pequeños pulmones), eliminar los tiempos de cambio de utillajes al estar la prensa y la conformadora de varilla especializada en el producto y se consiguió reducir el espacio de los almacenes de materia prima.

6.4. Flujo de información

El flujo de información se modificó pasando de la dirección ascendente que tenía a una dirección transversal, en la cual todos los integrantes del Grupo de Línea tienen la posibilidad de emitir boletines de información e incluso convocar reuniones. De forma periódica se reúnen por espacio de una hora para solucionar problemas, motivarles, proponer actuaciones...

6.5. Mejora de la formación y polivalencia

Fue necesario en un principio formar a los integrantes en diversas técnicas de trabajo. Los integrantes del Grupo de Trabajo pasaron de contemplar la formación como algo obligatorio, a considerarla una ventaja y proponer ellos mismos cursos de formación, charlas...

Hoy en día el Grupo de Trabajo se responsabiliza y controla:

- Su organización.
- Su calidad.
- Su producción.
- El mantenimiento de primer nivel.
- El flujo de materiales.
- Su formación.

6.6. Balance de la experiencia de acuerdo a los indicadores elegidos

INDICADOR	SITUACIÓN ANTERIOR	SITUACIÓN ACTUAL
Piezas/hora	240	310
Chatarra, %	0.64	0.36
Tiempo, H inicio fabricación-expedición	9.3	3.2
Nº horas paradas, %	11.6	7.6
Tiempo cambio utillajes minuto	125	0
Superficie stocks intermedios, m ²	140	9
Superficie almacén materia prima, m ²	100	72
Nº horas cursos / persona año	45.6	86.9
Nº sugerencias año / persona	2.1	11.3

MARZO 2002	PM ANÁLISIS (PMA)	FICHA 49
1ª EDICIÓN		PÁG. 1 DE 8

1. ¿QUÉ ES?

P	de Phenomena	FENÓMENO	Desviación de un estado
	de Physicae	FÍSICO	Principios físicos que lo rigen

Principios físicos que rigen un suceso anormal

M	de Mecanismo	MECANISMO	Comprender el mecanismo de funcionamiento
			Comprender el mecanismo de los equipos
	de 4 M de Proceso	MÁQUINAS	Establecer las relaciones entre los acontecimientos anormales y las 4 M del Proceso
		MATERIALES	
		MÉTODOS	
		MANO de OBRA	

A	de Análisis		Establecer las causas y los efectos
----------	-------------	--	-------------------------------------

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

DIFERENCIAS RESPECTO AL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

CAUSA-EFECTO

- La relación causa-efecto se establece debido a la experiencia.
- Considera sólo las causas conocidas e importantes.
- Se basa en pocos experimentos aplicados.
- Ayuda a eliminar las pérdidas esporádicas.
- Usado cuando el porcentaje de defectos es alto.
- Reducir defectos a la mitad o 1/3 parte.

PM ANÁLISIS

- Se efectúa el análisis físico completo y formalizado del fenómeno utilizando leyes físicas y diseños.
- Considera todos los factores que actúan, incluso los potenciales.
- Se basa en la planificación completa de la investigación y diseño de experimentos.
- Ayuda a eliminar las pérdidas crónicas.
- Usado cuando el porcentaje de defectuosos es bajo.
- Reducir defectos a cero.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

■ *Clarificar el fenómeno:*

- Comprender exactamente el problema.
- Exponer el fenómeno al máximo nivel de detalle.
- Observar cuidadosamente el problema en el lugar de trabajo.
- Comparar los síntomas, las condiciones, las partes de la máquina analizada con otros casos semejantes.
- No limitarse a expresiones convencionales: (mancha, roto, deficiente...); describir con precisión, reconstruir el fenómeno en sus mínimos detalles.
- No imaginar el fenómeno, intentar visualizarlo.

■ *Realizar un análisis físico del fenómeno (ver ejemplos):*

- Un análisis físico clarifica detalles oscuros y consecuencias.
- Cada pérdida es explicable mediante leyes físicas.
- Cuando es difícil describir un problema desde un punto de vista físico, significa que la manera de observar el fenómeno es errónea, o no hay suficiente comprensión de la máquina, de los materiales o de los métodos.
- La definición de las condiciones y de sus diversas causas dependerá de cómo se analice el fenómeno desde el punto de vista físico.
- Es necesario comprender el principio físico y su teoría.
- Es necesario comprender las funciones y los mecanismos de la maquinaria y de los manuales operativos.

■ *Aislar todas las condiciones que pueden causar el fenómeno:*

- Un análisis físico del fenómeno manifiesta los principios de los cuales depende y evidencia las condiciones que lo producen. Es necesario explorar todas las posibles causas.
- Buscar siempre desarrollar las actividades observando cada uno de los elementos que se ve están relacionados, de esta forma no se olvidarán algunas posibles causas.
- No es necesario precisar mucho en la valoración del peso atribuible a cada condición.
- Una definición poco precisa, doméstica, de las condiciones restará eficacia a los pasos que vendrán después.
- Hay que evitar dejarse llevar por la experiencia, la intuición, la percepción y los juicios.
- Si se olvidan las causas importantes los resultados del análisis no tendrán ningún valor.


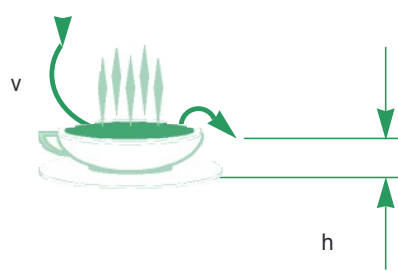
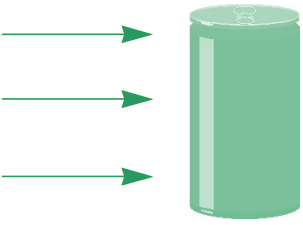
■ *Valorar máquina – materiales – mano de obra – métodos (4 M's):*

- Tomar en consideración cada condición individual, correlacionándola a la instalación, a los utillajes e instrumentos, a los materiales y a los métodos operativos que afecten al fenómeno examinado, haciendo salir una relación de factores que influyen en estas condiciones.
- Indicar la relación causa-efecto a la base del problema.
- Fundamentarse en lo que se puede descubrir con la investigación y la medición, con experimentos o análisis.
- ¡No hacer adivinanzas! Juzgar sobre la base de estudios no superficiales e investigaciones.
- Pensar en las cosas desde un punto de vista teórico y aislar todo lo que pueda tener una relación con el problema en cuestión.

MARZO 2002	PM ANÁLISIS (PMA)	FICHA 49
1ª EDICIÓN		PÁG. 3 DE 8

- *Establecer las condiciones óptimas (valores estándar):* Condiciones de base: máquina limpia, lubricada y ajustada; condiciones operativas: la máquina ha de trabajar a la velocidad, presiones, temperatura, etc., correctas; condiciones óptimas: las necesarias para alcanzar y mantener las funciones y los rendimientos de la máquina.
 - Estudiar cada factor e individualizar las condiciones óptimas, referidas al mecanismo, al estado actual de los aparatos, a los dibujos y a otros varios estándares.
 - Hallar cuál era el estándar que se aplicaba.
 - Los criterios o estándares que estén actualmente en vigor o a disposición, describirlos todos: ejemplo, estandartes operativos, dibujos, manuales de proceso, estándares cualitativos, métodos de prueba, etc.
 - En el supuesto que no existan estándares o criterios, o si alguno presenta dudas en su descripción, buscar confirmación realizando experimentos en la instalación (entre condiciones normales y anormales).
- *Inspeccionar factores causantes de anomalías:*
 - Usando métodos apropiados de medición, confirmar qué factores identificados en los pasos 3 y 4 presentan condiciones desviadas.
 - Planificar concienzudamente el objetivo y la dirección del estudio para cada factor.
 - Decidir qué y cómo medir y escoger un plan de referencia.
 - Estudiar cuáles son las mejores condiciones para efectuar las mediciones (máquina en marcha o en paro).
 - Estudiar el método de medición más sencillo.
- *Determinar las anomalías que serán atacadas:*
 - Revisar los resultados de la inspección y listar todas las anomalías (incluyendo pequeños defectos) para ser atacadas.
 - Examinar a fondo todos los elementos relacionados en el paso 6 que se han desviado de las condiciones óptimas.
 - Tener bien presente las condiciones óptimas que se han de cumplir y la influencia de los pequeños defectos.
 - Evitar los métodos tradicionales de análisis basados sobre únicos factores.
 - No infravalorar las anomalías, incluso aquellas que pudieran parecer inofensivas.
- *Definir y poner en práctica los planes de mejora:*
 - Implantar acciones correctivas o mejoras para cada una de las anomalías, después implantar estándares operativos y procedimientos de mantenimiento preventivo para mantener las condiciones óptimas.

EJEMPLOS COTIDIANOS DE ANÁLISIS PM: ANÁLISIS FÍSICO DE LOS FENÓMENOS

<p>1a: OBJETIVO: Llenar completamente una taza de café</p> 	<p>PROBLEMA: O se vierte café o queda algo vacía la taza</p> 
<p>1b: OBJETIVO: Permanecer inmóvil una lata pese a circular una corriente de aire</p> 	<p>PROBLEMA: O se arrastra o se cae debido al soplo de aire</p>

Si comprendemos exactamente el problema, si lo observamos cuidadosamente, si intentamos visualizarlo, habremos realizado de forma correcta el primer paso del PM ANÁLISIS.

En la taza se pueden dar tres situaciones problemáticas, o se desparrama el café quedando la taza llena, o no se desparrama y queda la taza algo vacía, o se desparrama quedando también la taza algo vacía (excesiva rapidez). De esta atenta observación se desprenden 2 magnitudes físicas *el tiempo* de llenado y la *velocidad* de caída del café.
En la lata se pueden dar dos situaciones problemáticas, la lata se desliza sobre la superficie sin caerse, o la lata cae empujada por la corriente de aire.

Análisis físico de estas situaciones problemáticas o anómalas

- *La taza de café:* La cantidad de café suministrada por unidad de tiempo, el caudal en litros por segundo Q , por el tiempo (t) de suministro, es superior al volumen (V) de la taza: $Qt > V$.

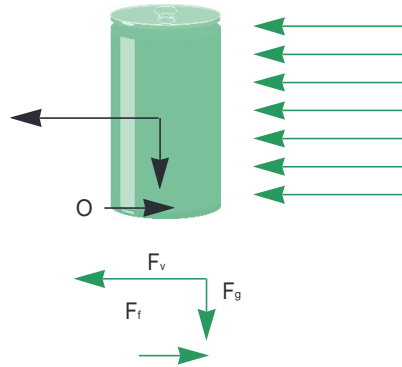
El vertido pese a quedar la taza algo vacía se debe a que la energía cinética del café (la debida a su velocidad de suministro) (v), supera a la potencial al borde de la taza ($P = mgh$), siendo h la altura de la taza y m la masa del café, por este motivo rebosa este borde desparramándose sin haberse llenado.

$$1/2 m v^2 > mgh$$

$$1/2 v^2 > gh$$

Hemos podido explicar el fenómeno mediante leyes físicas: hemos comprendido y observado correctamente el fenómeno.

■ *La lata:* Veamos las diversas fuerzas que influyen en el fenómeno de la lata.



Siendo:

F_v = Fuerza del viento

F_g = Peso de la lata

F_f = Fuerza de fricción

Se arrastrará la lata si $F_v > F_f$

Se tumbará si el momento de F_v respecto a O > que el momento de F_g también respecto a O

Ahora sólo falta saber que la Fuerza del viento = coeficiente aerodinámico X superficie X Velocidad del viento al cuadrado. Y que la Fuerza de fricción = coeficiente de rozamiento suelo-lata por el peso de la lata.

Hemos podido explicar el fenómeno mediante leyes físicas: hemos comprendido y observado correctamente el fenómeno.

4. DIAGRAMA DE FLUJO

PROCEDIMIENTOS Y CONSIDERACIONES SOBRE EL ANÁLISIS PM, PASO POR PASO

FENÓMENO	ANÁLISIS Desde el punto de vista FÍSICO	CONDICIÓN	RELACIÓN entre 4 M	EXAMEN de las CONDICIONES IDEALES	EXAMEN del MÉTODO de INVESTIGACIÓN	DESCRIPCIÓN SUMARIA del FUNCIONAMIENTO IRREGULAR	DEFINIR UN PLAN DE MEJORAS O CONTRAMEDIDAS
Significa que puede ser visto en la realidad	La Física es la ciencia que estudia la verdad o esencia de las cosas	Significa todo lo que limita el fenómeno	Significa las conexiones y las relaciones entre maquinaria material m.o.				
Primer paso	Segundo paso	Tercer paso	Cuarto paso	Quinto paso	Sexto paso	Séptimo paso	Octavo paso
Comprender exactamente el problema	Presentar el fenómeno desde el punto de vista	Indicar todas las posibles causas que pueden ocasionar el problema	Buscar los detalles de los elementos que constituyen el mecanismo	Definir el plan de investigación	Juicio respecto a los resultados de cada parámetro	ANÁLISIS	ESTANDARIZACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Manifestaciones Estado Tiempo de cambio Identificación problema Diferencias en la identificación del problema según líneas o marks. Proceso de generación del problema etc. etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Experiencia, percepción deben evitarse, así como emitir juicios en el buen sentido Cuando resulta difícil observar el problema desde un punto de vista físico, significa que el modo de observar es incorrecto o no hay suficiente comprensión de las 4 M's Redefinir el problema desde un punto de vista teórico Elementos se diferencia según el modo en que son analizados desde el punto de vista físico Entender el principio físico y la teoría Entender la función y los mecanismos de la maquinaria y los manuales 	<ul style="list-style-type: none"> Indicar la relación causalefecto que constituye las condiciones del problema Cosas que se pueden descubrir a través de la investigación y la medición Cosas que se pueden descubrir con experimentaciones o análisis Identificar el estándar que había sido aplicado 	<ul style="list-style-type: none"> Definir el plan de investigación Condiciones de medida Precisión de las medidas Método de medición Comparación con los valores estándares Tablas Participantes Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Si hay algún criterio o estándar actualmente a disposición, describirlos todos: ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> Estándares operativos Diseños Manuales de proceso Estándares cualitativos Métodos de ensayo etc. etc. Si no existen estándares o criterios, o si algunos presentan dudas en su descripción, es necesario buscar confirmación, efectuando experimentaciones en la planta (entre condiciones normales y anormales) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar cuáles son las condiciones más apropiadas para llevar a cabo las medidas, tanto en maquinaria paradas como en funcionamiento Estudiar el método de medida más simple 	<ul style="list-style-type: none"> Hacer referencia a los criterios corrientes 	<ul style="list-style-type: none"> Visto que están disponibles muchas soluciones, no tomar decisiones apresuradas. Escoger la mejor Estudiar con mucha atención el método que hay que utilizar, aquel que lo hace todo de una vez o aquel que efectúa las acciones una por una
Observar muy atentamente el fenómeno en el sitio donde se produce	Describir el problema a través de un mecanismo de generación del mismo						
<ul style="list-style-type: none"> No imitarse a las expresiones convencionales Describir con precisión Reconstituir el fenómeno en sus mínimos detalles (expresiones como grúa, hendidora, roto o funcionamiento), no son suficientes A menudo se observan errores imputables a una insuficiente clasificación del fenómeno No hay que suponer el fenómeno, es necesaria una confirmación visual 							

PLAN DE APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS PM

Ejemplo basado en:

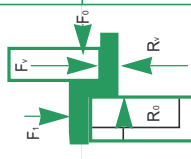
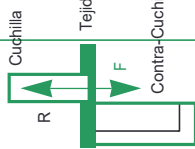
- Máquina en condiciones base.
- Disponibilidad de dibujos.
- Personas expertas dentro del grupo de análisis.
- 25 anomalías encontradas

PASO DEL PM ANÁLISIS	MES M										M+1									
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20
1. CLARIFICAR EL FENÓMENO			■																	
2. EFECTUAR EL ANÁLISIS DEL FENÓMENO			■	■																
3. AISLAR TODAS LAS CONDICIONES QUE PUEDAN CAUSAR EL PROBLEMA				■																
4. VALORAR MÁQUINA-MATERIALES-MÉTODOS-MANO DE OBRA					■															
5. DEFINIR LAS CONDICIONES ÓPTIMAS										■										
6. PLANIFICAR LA INVESTIGACIÓN																				
7. EXAMINAR ANOMALÍAS																				
8. DEFINIR Y APLICAR LOS PLANES DE MEJORA																				

5. REALIZACIÓN / EJEMPLO DE APLICACIÓN

CORTADO DE TEJIDO ENGOMADO METÁLICO EN MÁQUINA AUTOMÁTICA

Fenómeno	Análisis Físico	Condiciones	Causas Primarias	Causas Secundarias	Condiciones óptimas	Planificación de la búsqueda	Consideración de las anomalías	Definir e implementar acciones de mejora
El tejido no queda cortado	La fuerza de corte ejercida es menor que la resistencia del tejido	1. La fuerza F es demasiado pequeña	1.1 Anomalia en la transmisión de la fuerza F	1.1.1 El embrague patina (el volante no descarga F)	1.1.1.1 Al enviarla orden al sistema de ajuste de los muelles debe acumular la fuerza F del volante 1.1.1.2 Hacer la puesta a punto s/manual P a P máquina	1.1.1.1 Verificar los tercos y los muelles 1.1.1.2 Con espesímetro verificar la holgura entre espaldas de la guillotina 1.2.1.1 Con espesímetro verificar la holgura entre cuchillas y contra-cuchilla	1.1.1.1.1 Los tercos desgastados no transmiten el par de fuerza, los muelles no acercan los tercos con suficiente fuerza 1.1.1.2.1 Desplazamiento anómalo durante el recorrido de las cuchillas	1.1.1.1.1.1 Definir la revisión de los tercos y de los muelles cada 12 meses 1.1.1.2.1.1 Verificar cada 3 meses la holgura entre pasadores y regular si es nec.
			1.2 Posición de la cuchilla y contracuchilla	1.2.1 Regulación cuchilla y contracuchilla mal efectuada	1.2.1.1 Regulación según instrucciones instalación 0,01 mm.	1.2.1.1.1 Si la holgura es demasiado grande la fuerza F no se aplica correctamente 1.2.1.2.1 Regular sin visualización, no da idea sobre el desplazamiento de la cuchilla durante la regulación	1.2.1.1.1.1 Crear un procedimiento de trabajo, para la regulación de la cuchilla 1.2.1.1.2.1 Desplazar el comparador al exterior de la máquina para mejorar visibilidad	
El tejido queda magullado por la cuchilla pero no es cortado y pasa entre cuchilla y contra-cuchilla	La fuerza R es demasiado pequeña	2. La fuerza R es demasiado pequeña	1.3 Rigidez estructural de la guillotina	1.3.1 Montaje no idóneo	1.3.1.1 Verificar la holgura de la base de la guillotina s/instrucciones de la instalación	1.3.1.1.1 Comprobación de las vibraciones de la estructura 1.3.1.1.2 Verificar tacos de apoyo máquina s/fundaciones y plano apoyo de los tacos	1.3.1.1.1 Las vibraciones son síntoma de movimiento y tensiones durante el corte del tejido	1.3.1.1.1.1 Regular el plano de apoyo de la guillotina 1.3.1.1.2.1 Sustituir tacos de apoyo y rehacer plano de apoyo de los mismos
			2.2 Sobre posición del tejido	2.2.1 Posición del tejido durante el corte	2.2.1.1 Previsto un corte para espesores de hasta 3 mm 2.2.1.2 Durante el cambio de pieza la sobre posición no es aceptable	2.2.1.1.1 Verificar esta parte de la instalación 2.1.1.1.1 Verificar el recorrido del cilindro neumático y el momento de inicio recorrido según el cobo	2.2.1.1.1.1 Restaurar el juego entre perno y cojinete teniendo en cuenta el desgaste del material 1.3.3.1.1.1 Sustituir por tornillos adecuados 1.3.3.1.1.2 Sustituir por otros mejores	
El tejido queda magullado por la cuchilla pero no es cortado y pasa entre cuchilla y contra-cuchilla	La resistencia R ₀ del tejido desbaza la cuchilla R ₀ >F ₀	3. La fuerza R es demasiado pequeña	2.3 Espesor del cablecillo o resistencia del material	2.3.1 La densidad del tejido crea una resistencia excesiva	2.3.1.1 Instrucciones mecánicas sobre posición de la mesa s/ manual del constructor	2.3.1.1.1 Verificar el espesor superior provoca deterioramiento del corte 2.2.1.2.1 Durante el corte de la sobre posición la cuchilla se desgasta precozmente	2.2.1.1.1.1 Tajar los espesores del tejido con nuevas normas de calidad 2.2.1.2.1.1 Crear un sistema en la instalación que permita la unión testa final tejido con inicio nuevo	3.1.1.1.1.1 Seguir una regulación sobre fijaciones espaldas 3.1.1.1.1.2 Rozadura espalda de guía 3.2.1.1.1.1 Revisión de la bomba hidráulica 3.2.2.1.1.1 Eliminar las pérdidas
			3.1 Juego mecánico entre guía y biela 3.2 Anomalia en el circuito de precarga	3.1.1 Holgura entre eje de guía y dola 3.2.1 Presión insuficiente en el circuito hidráulico 3.2.2 Pérdida de carga	3.1.1.1 Las instrucciones prevén una holgura de 0,05 mm 3.2.1.1 Presión mínima de 200 bar 3.2.2.1 No deben existir pérdidas	3.1.1.1.1 Verificar con espesímetro la holgura sobre las espaldas 3.2.1.1.1 Verificación del manómetro 3.2.2.1.1 Verificar si existen pérdidas presión inferior en el cilindro	3.1.1.1.1.1 Un juego excesivo provoca un desplazamiento de la cuchilla y velocidad del portacuchillas 3.2.1.1.1.1 Pérdidas eventuales crean presión inferior en el cilindro	
La resistencia R ₀ del tejido desbaza la cuchilla R ₀ >F ₀	La resistencia R ₀ del tejido desbaza la cuchilla R ₀ >F ₀	4. La contra-cuchilla se desbaza pequeña	4.1 Anomalia en el circuito de precarga 4.2 Sistema de posicionamiento insuficiente	4.1.1 Presión del circuito insuficiente 4.1.2 Pérdida carga 4.2.1 Tornillo micrométrico de regulación y tornillo de precisión	4.1.1.1 Presión mínima 200 bar 4.1.2.1 No deben existir pérdidas al exterior del circuito	4.1.1.1.1 Verificación del manómetro 4.1.2.1.1 Verificar si existen pérdidas presión inferior en el cilindro	4.1.1.1.1.1 Presión inferior provoca inferior velocidad del portacuchillas 4.1.2.1.1.1 Pérdidas eventuales crean presión inferior en el cilindro	4.1.1.1.1.1 Revisión de la bomba hidráulica 4.1.2.1.1.1 Eliminar las pérdidas



■ 1. ¿QUÉ ES?

El 8D, también conocido como Equipos Orientados a la Solución de Problemas, es un método ordenado para la resolución de problemas usando el enfoque de trabajo en equipo, incluyendo aquellos concernientes a índices de capacidad que estén por debajo de los valores deseados.

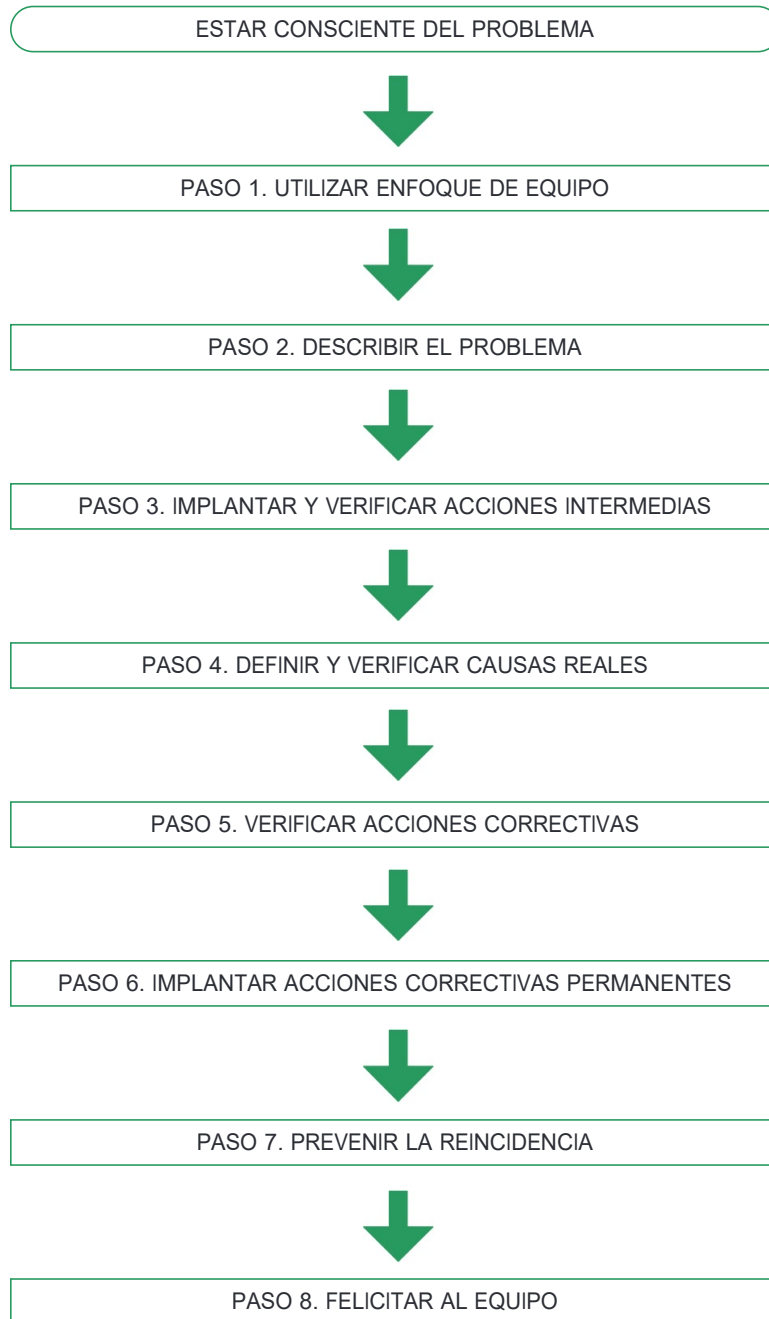
■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Es un método ordenado de equipos orientados a resolver problemas basándose en hechos reales en lugar de opiniones personales.
- Se aplica a cualquier problema o actividad y ayuda a lograr una comunicación efectiva entre departamentos que comparten un objetivo común.
- Requiere de un documento a través del Informe de Análisis del Problema.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Equipo*: Grupo interfuncional de trabajo constituido por Ingenieros de Diseño, Fabricación, Calidad y personal diverso relacionado con el problema a resolver.
- *Capacidad*: Es la medición del comportamiento del proceso con relación a las especificaciones.
- *Lote*: Es una cantidad de un producto fabricado bajo condiciones similares pudiéndose considerar como homogéneo en sus características.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Paso 1: Utilizar enfoque de equipo

Establecer un grupo de gente con conocimiento del proceso/producto con autoridad y habilidad en las disciplinas técnicas requeridas para resolver el problema e implantar acciones correctivas. El grupo deberá tener un líder entre sus miembros.

5.2. Paso 2: Describir el problema

Especificar el problema del cliente interno/externo identificando en términos cuantificables, quién, qué, cuándo, dónde, por qué, cómo, cuántos, para el problema.

5.3. Paso 3: Implantar y verificar acciones intermedias (contenedoras)

Definir e implantar acciones de conocimiento para aislar el efecto del problema del cliente interno/externo hasta que se implante la acción correctiva. Verificar la efectividad de la acción contenedora.

5.4. Paso 4: Definir y verificar causas reales

- Identificar todas las causas potenciales que pudieran explicar por qué ocurrió el problema.
- Seleccionar las causas posibles y aislar y verificar la causa real probando cada causa potencial contra la descripción del problema e información de prueba.
- Identificar acciones correctivas alternativas para eliminar la causa real.

5.5. Paso 5: Verificar acciones correctivas

A través de programas de prueba de preproducción, cuantitativamente confirmar que las acciones correctivas seleccionadas resolverán el problema para el cliente interno/externo y no causarán efectos secundarios no deseados. Definir acciones de contingencia si se hace necesario basadas en la valoración del riesgo.

5.6. Paso 6: Implantar acciones correctivas permanentes

Definir e implantar las acciones correctivas permanentes. Escoger controles actuales para asegurarse de que la causa real haya sido eliminada. Una vez iniciada la producción, vigilar los efectos a largo plazo e implantar acciones de contingencia si se hace necesario.

5.7. Paso 7: Prevenir la reincidencia

Modificar los sistemas de administración, los de operación, las prácticas y procedimientos para prevenir la reincidencia de éste y de todos los problemas similares.

5.8. Paso 8: Felicitar al equipo

Finalmente reconocer los esfuerzos colectivos del equipo.

Estos pasos no tienen por qué ser seguidos en el mismo orden. Pueden variar con cada problema dependiendo del grado de dificultad o complejidad del problema en particular.

Por ejemplo, para cuando se informe de un problema y se forme el equipo, el personal de fabricación puede haber tomado acciones interinas, pero la solución permanente puede requerir del involucramiento del equipo.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

En una fábrica de vehículos, aparece un lote de tornillos de rueda suministrados por un proveedor, en el cual un 2% de los mismos, aparecen sin rosca.

Se debe de realizar un 8D para la resolución del problema.

PROVEEDOR: TORNISA Código: 24035		8D		Cliente: Delta	
Título del problema: Falta rosca			Informe cliente n°: 13/17/99 Informe proveedor n°: SA45-99		Fecha de Apertura 18-05-99
Fecha: 14-09-99	Vehículo: AR-77 Planta: Madrid	Nombre de pieza: Tornillo rueda Pieza n°: 2548540003 Nivel: B Fecha: 23-04-97			
1. Equipo: Líder: A. González Miembros: M. Landa E. García I. Arza		2. Descripción del problema: Un 2% de los tornillos sin rosca			
3. Acciones contenedoras: Revisión del stock. De 4.000 piezas revisadas han aparecido 87 defectuosas No hay piezas de tránsito Revisión 100% de todas las piezas fabricadas hasta adoptar solución definitiva			% Eficacia: 100%	Fecha Implantación: 18-05-99	
4. Causas del Problema Fallo del roscador de la máquina				% Contribución: 2%	
5. Acciones Correctoras Permanentes Elegidas: Colocación de un poka-yoke en la máquina, de forma que ésta se pare cuando falle el roscador		Verificación: 14-09-99		% Eficacia: 100%	
6. Implantación de Acciones Correctoras Permanentes: Colocar poka-yoke de presencia de rosca en tornillo				Fecha de Implantación: 15-07-99	
7. Acciones para Prevenir la Reincidencia Colocar poka-yoke de presencia de rosca en otra máquina de características similares Revisión del AMFE y Plan de Control				Fecha de Implantación 10-09-99	
8. Felicitar a su Equipo:			Fecha de Cierre: 15-09-99	Reportado por: A. González	

■ 1. ¿QUÉ ES?

Es un método de resolución de problemas bajo la perspectiva de una mejora continua. Se emplea en problemas en los que la resolución de los mismos pasa por solucionar una serie de anomalías que contribuye de forma determinante al problema principal.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

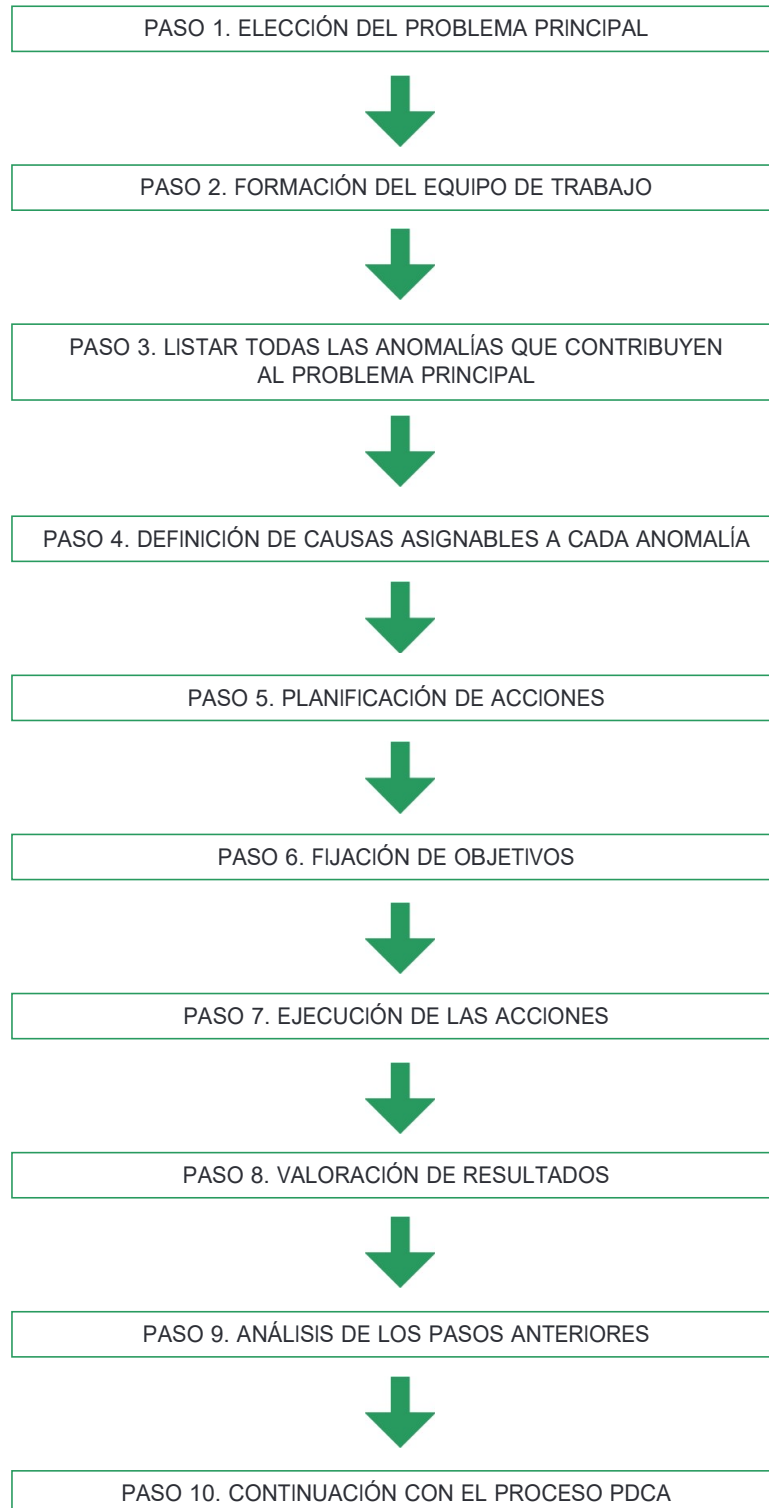
Los elementos más destacables de método son:

- *Sistematización*: El PDCA es una herramienta que ordena las causas asignables a un problema determinado.
- *Jerarquización*: Establece las prioridades para corregir de la manera más eficiente una problemática determinada.
- *Retroalimentación*: Permite la mejora continua, estando sistematizado el retorno de información para conocer la evolución de cada una de las acciones.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *P (Planning)*: Planificar.
- *D (Do)*: Realizar.
- *C (Check)*: Comprobar.
- *A (Act)*: Revisar y regresar a la fase de planificación.
- *Atractor*: Aglutina esfuerzos y permite optimizar las acciones de los diferentes elementos que confluyen a la problemática. Se ubica en el centro de la rueda de progreso y permite la coherencia del sistema y que la mejora continua avance el sentido correcto y a la velocidad adecuada.

■ 4. DIAGRAMA



■ 5. REALIZACIÓN

PLANIFICAR

■ 5.1. Paso 1: Elección del problema principal

Definición exacta del problema con el fin de evitar dispersiones y ambigüedades en los pasos siguientes. El pilotaje del PDCA lo debe realizar un atractor o líder de las diferentes acciones para salvaguardar la coherencia del estudio.

■ 5.2. Paso 2: Formación del equipo de trabajo

Formalizar la participación de los diferentes implicados en la situación.

■ 5.3. Paso 3: Listar todas las anomalías que contribuyen al problema principal

Se deberán listar todas las anomalías que a juicio de los miembros del equipo afectan al problema principal.

■ 5.4. Paso 4: Definición de causas asignables a cada anomalía

Sobre cada anomalía se asignarán la causa o causas posibles que pueda estar relacionada con la misma.

■ 5.5. Paso 5: Planificación de acciones

Una vez definidas las causas habrá que dar paso a la planificación de acciones, que deberán tener un responsable y un plazo de ejecución.

■ 5.6. Paso 6: Fijación de objetivos

Los objetivos serán cuantificables y acotados en espacio y tiempo con el fin de poder controlarlos.

REALIZAR

■ 5.7. Paso 7: Ejecución de las acciones

Las acciones deberán estar realizadas en el plazo que se estimó en la fase de planificación, pero en el supuesto de no poder llegar en plazo a la resolución de la misma, el responsable de la acción debe comunicarlo al equipo.

Por otra parte las acciones no deben entrar en contradicción con otras del mismo proyecto, de ahí la importancia de un equipo bien cohesionado.

COMPROBAR

5.8. Paso 8: Valoración de resultados

El equipo se reúne periódicamente para comprobar la eficacia de las acciones aplicadas para cada una de las anomalías, con el fin de afianzar dichas acciones y si los resultados no son los deseados establecer las correcciones oportunas.

REVISAR

5.9. Paso 9: Análisis de los pasos anteriores

Este paso es fundamental para evitar que la rueda de progreso descienda por la pendiente, de manera que la revisión tiene una vocación de apuntalar el sistema con acciones de un calado más estructural que coyuntural.

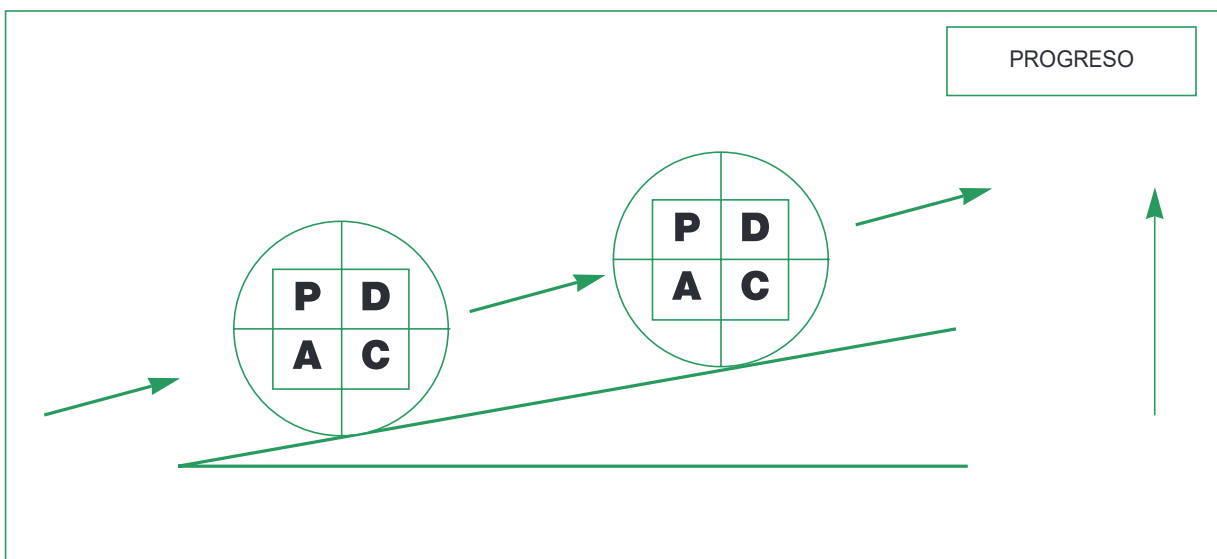
5.10. Paso 10: Continuación con el proceso PDCA

Regreso al Paso 1.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El PDCA se inspira en la Figura 1.

FIGURA 1



MARZO 2002	RUEDA DEMING (PDCA)	FICHA 51
1ª EDICIÓN		PÁG. 5 DE 7

En el ejemplo siguiente se puede observar el seguimiento de un problema a través de la sistemática PDCA, los pasos a seguir se ilustran mediante números en la Figura 2.



6.1. Paso 1: Elección del problema principal

La característica a estudiar es el análisis de las chatarras, ya que éste es un aspecto que está contribuyendo de manera muy importante en los costes de no calidad de la empresa, y está afectando de manera determinante a la cuenta de resultados de la compañía.

6.2. Paso 2: Formación del equipo de trabajo

El equipo estará formado por las diversas jefaturas de la planta, Producción, Ingeniería y Calidad, siendo el atractor el control de gestión que será quien reporte los datos y quien realice la medición de la eficacia de las acciones de todos los implicados.

6.3. Paso 3: Listar todas las anomalías que contribuyen al problema principal

En la columna 1 se listan todas las problemáticas que afectan al problema del excesivo coste de chatarra para la empresa.

6.4. Paso 4: Definición de causas asignables a cada anomalía

En la columna 2 se incorporan las diferentes causas asignadas a cada problema.

6.5. Paso 5: Planificación de acciones

A cada causa se le aplican las acciones correspondientes, agregándose el contenido de las planificaciones en la columna 3 y los responsables y plazos de ejecución en las columnas 4 y 5, respectivamente.

6.6. Paso 6: Fijación de objetivos

Una vez conocido el contenido de las acciones se pueden establecer los objetivos a conseguir. En el caso que nos ocupa el objetivo se indicará en el % de chatarra con respecto a las ventas, o en valores absolutos.

En ocasiones, los objetivos se pueden plantear antes del conocimiento de las acciones, para poder realizar una fijación de objetivos de esta forma se requiere un conocimiento de histórico de problema y tenerlo perfectamente valorado en ejercicios anteriores.

Cuando el estudio carece de cifras históricas solventes es preferible incorporar los objetivos en este paso, así evitaremos factores de incertidumbre.

REALIZAR

6.7. Paso 7: Ejecución de las acciones

Se procede a realizar las acciones tendentes a la consecución del objetivo, realizándose el seguimiento en la periodicidad determinada, en el ejemplo que nos ocupa el seguimiento es mensual.

En la tabla de datos 6 se incorporan los valores de las medibles con el fin de conocer la efectividad de las acciones tras la aplicación de las mismas.

COMPROBAR

6.8. Paso 8: Valoración de resultados

En la columna 7 se puede ver en porcentajes el volumen de contribución de cada una de las causas al conjunto total de chatarra generado por la empresa. Este valor es el acumulado anual.

Además existen dos gráficos que permite cruzar los datos, el gráfico número 8 da el valor absoluto obtenido en el mes, y el gráfico número 9 ofrece dentro de cada uno de los meses la contribución porcentual de cada una de las causas al volumen total de chatarra.

REVISAR

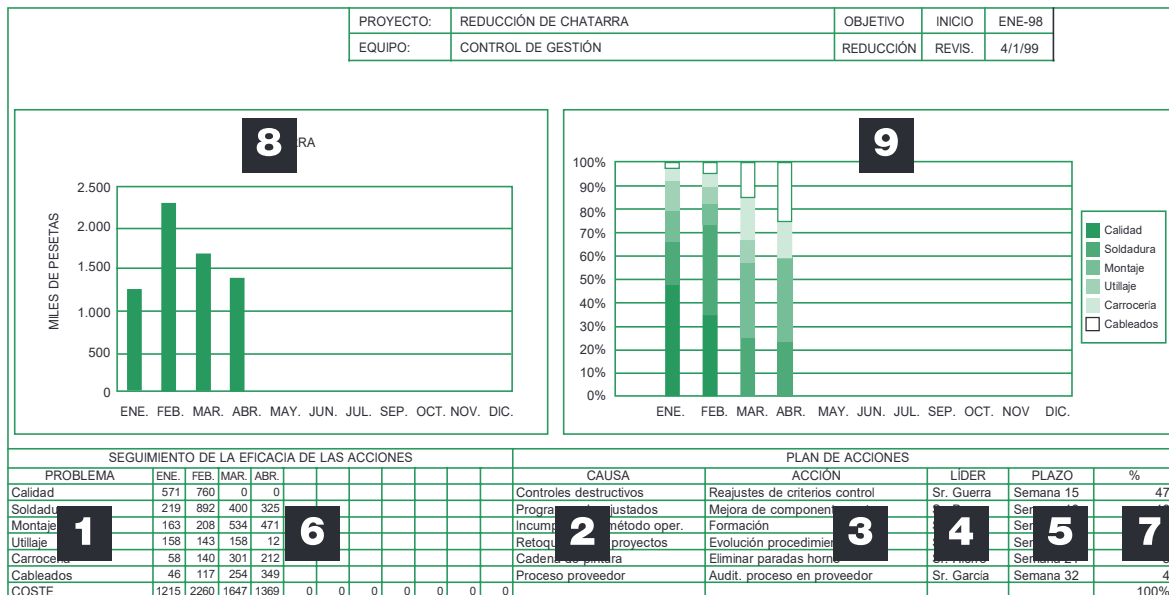
6.9. Paso 9: Análisis de los pasos anteriores

Se deben analizar los resultados e incorporar acciones estructurales que permitan la rotación de la rueda sin que descienda, en el caso que nos ocupa una de las acciones podría ser la adquisición de una máquina de ultrasonidos que nos permitiese realizar los controles de conformidad de soldadura sin tener que destruir la pieza, y de esta forma no generar chatarra.

6.10. Paso 10: Continuación con el proceso PDCA

Éste es el paso que cierra la rotación de 360° a la rueda de la mejora continua es la vuelta al paso 1, y replanteándose punto por punto si lo que se hace está en la línea de los objetivos, o si por el contrario el avance no es el deseado y hay que dar un nuevo rumbo al análisis.

FIGURA 2



■ 1. ¿QUÉ ES?

Una metodología para la mejora continua de los procesos. Una estrategia empresarial orientada a mejorar la competitividad. Una filosofía del negocio en la que no se trata de trabajar más, sino mejor. Un cambio cultural en la empresa consistente en orientar la organización en función de las necesidades del cliente.

Como resultado, se reduce el número de fallos, disminuyen los costes y aumenta la satisfacción del cliente.

■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La metodología 6-Sigma trata de prevenir los fallos en lugar de corregir sus efectos, se basa en estudiar los procesos con detalle, medirlos objetivamente, analizarlos en profundidad, establecer acciones de mejora en función de datos objetivos, no de percepciones subjetivas, y realizar un seguimiento para comprobar que se encuentran bajo control o para tomar acciones preventivas.

Las mejoras se realizan *proyecto a proyecto* trabajando en *grupos operativos multifuncionales* con la presencia de un facilitador experto en esta metodología.

Los proyectos de mejora se denominan de amplio espectro, pueden ser grandes o pequeños, simples o complejos, de productos o servicios. Pero aunque sean muy diferentes, se tratan de la misma forma, se miden con los mismos índices y se les aplica la misma metodología.

■ 2.1. Estructura 6-Sigma

Para implantar el programa de mejora continua basado en la metodología 6-Sigma se requiere crear la *estructura 6-Sigma*. Esta estructura, paralela a la organización de la empresa pero integrada en ella, está compuesta por personal formado y liberado, a tiempo total o parcial, para trabajar en el programa de mejora:

- *Líder* ("Champion"): Máximo responsable de la estructura 6-Sigma.
- *Responsable de proceso*: Máximo responsable de un proceso crítico de negocio.
- *Maestro o formador* ("Master Black Belt"): Máximo experto en la metodología, liberado para trabajar en la formación de los miembros del grupo 6-Sigma.
- *Facilitador o cinturón negro* ("Black Belt"): Experto en la metodología liberado para trabajar en proyectos de mejora.
- *Cinturón verde* ("Green Belt"): Experto en la metodología que libera un porcentaje de su tiempo para trabajar en proyectos de mejora.
- *Cinturón amarillo* ("Yellow Belt"): Persona que conoce la metodología, pero que no participa en proyectos de mejora.
- *Cinturón blanco* ("White Belt"): Persona que se inicia en la metodología 6-Sigma.

2.2. Fases de Implantación

Para implantar la metodología y crear la estructura 6-Sigma, se requiere seguir las siguientes fases:

NIVEL DE NEGOCIO

- Decisión estratégica y establecimiento del compromiso de la *dirección*.
- Creación del comité o grupo multifuncional de mejora de calidad.
- Selección y formación del *líder* ("Champion").
- Selección de los procesos críticos de negocio.
- Selección y formación de *los maestros o formadores*.
- Difusión del programa de mejora por toda la organización.
- Política de reconocimiento.
- Control del programa.

NIVEL DE OPERACIÓN

- Creación de los grupos multifuncionales de mejora de los procesos críticos de negocio
- Selección y formación del *facilitador o cinturón negro* ("Black Belt") del proceso.
- Selección y formación de los *cinturones verdes* ("Green Belts") del proceso.
- Selección de los sub-procesos críticos de negocio.
- Reconocer problemas, definir las áreas de actuación, medir, analizar, mejorar, controlar, estandarizar e integrar.

NIVEL DE PROCESO

- Creación de los *grupos operativos multifuncionales*.
- Inicio de los *proyectos de mejora*.
- Definir las áreas de actuación, medir, analizar, mejorar y controlar.

2.3. Grupos operativos multifuncionales

Para desarrollar cada proyecto de mejora, a nivel de proceso, se crea un grupo operativo multifuncional de expertos compuesto de la siguiente forma:

- *Miembro del grupo*: Técnico experto en el proyecto de mejora. Representa a su organización.
- *Coordinador*: Técnico experto en el proyecto de mejora con mayor implicación. Representa a su organización y al grupo operativo.
- *Facilitador o cinturón negro*: Experto en metodología 6-Sigma. Dirige y modera al grupo operativo. Representa a la estructura 6-Sigma.
- *Patrocinador* ("Sponsor"): Miembro del equipo directivo con mayor implicación en el proyecto de mejora. Es el responsable del funcionamiento del grupo ante la dirección. Encargado de proporcionar los recursos materiales y humanos, de seguir su evolución y de actuar si no se alcanzan los objetivos. Representa a la dirección de la empresa.

2.4. Métrica 6-Sigma

La metodología 6-Sigma unifica los índices de capacidad de todos los procesos estableciendo un lenguaje común. Este índice se expresa en defectos por millón de oportunidades DPMO o en sigmas.

Se calcula de la siguiente forma:

Sabemos que en los procesos existen dos fuentes de variabilidad:

- *Ruido blanco*: Variación aleatoria o común inherente a todo proceso. No es controlable. Tiene lugar en cada muestra racional.
- *Ruido negro*: Variación no aleatoria, de causa asignable o especial. Es controlable. Tiene lugar entre muestras racionales.

Por lo tanto, los procesos tienen dos capacidades diferentes:

- *Capacidad inherente* (corto plazo): La capacidad de proceso obtenida mediante muestras que sólo contienen ruido blanco.
- *Capacidad sostenida* (largo plazo): La capacidad de proceso teniendo en cuenta todos los datos (ruido blanco y ruido negro).

Conociendo la capacidad de proceso expresada en DPMO, podemos expresarla en sigmas utilizando la función de distribución acumulada de la distribución normal estándar $N(0,1)$.

A lo largo del tiempo, un proceso típico experimentará una variación entre la capacidad inherente y la capacidad sostenida en torno a 1,5 sigmas. Este desfase se denomina *shift*.

Si conocemos la capacidad sostenida (largo plazo) de un proceso en DPMO podemos calcularla en sigmas, sumando a este valor el desfase 1,5 podemos obtener la capacidad inherente (corto plazo) en sigmas.

Si conocemos la capacidad inherente (corto plazo) de un proceso en sigmas restando a este valor el desfase 1,5 podemos obtener la capacidad sostenida (largo plazo) en sigmas y calcularla en DPMO.

Por convenio, esta metodología expresa la capacidad inherente a corto plazo en sigmas y la capacidad sostenida a largo plazo en DPMO.

ÍNDICES 6-SIGMA DE CAPACIDAD DE PROGRESO

**CAPACIDAD INHERENTE
(CORTO PLAZO) EN SIGMAS**

- 2 Sigmas
- 3 Sigmas
- 4 Sigmas
- 5 Sigmas
- 6 Sigmas

**CAPACIDAD SOSTENIDA
(LARGO PLAZO) EN DPMO**

- 308 538 DPMO
- 66 807 DPMO
- 6 210 DPMO
- 233 DPMO
- 3,4 DPMO

Nota: Estimado un desfase o *shift* entre ambas capacidades de 1,5 sigmas.

Ejemplos:

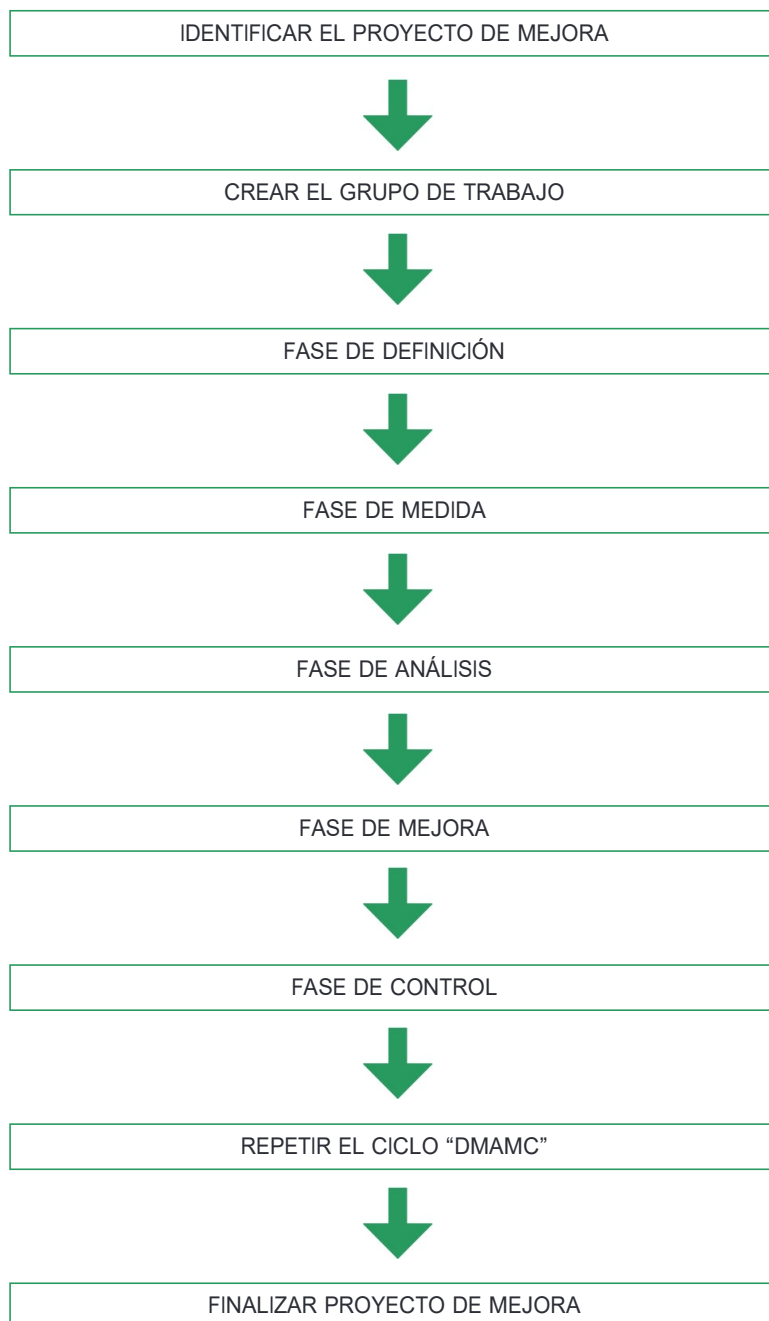
Si en un proceso tenemos una capacidad sostenida (largo plazo) de 6 210 DPMO (2,5 Sigmas), nuestra mejor estimación es que a corto plazo tenemos una capacidad inherente de 4 Sigmas (32 DPMO).

Si en un proceso tenemos *cero defectos* a corto plazo (0,001 DPMO) la capacidad inherente es 6 Sigmas, nuestra mejor estimación es que a largo plazo tendremos una capacidad sostenida de 3,4 DPMO (4,5 Sigmas). Este ejemplo es el que da el nombre a la metodología, a este proceso se le denomina 6-Sigma y alcanzarlo es el objetivo de la metodología.

3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- 6-Sigma: Metodología para la mejora continua de los procesos.
- AMFE: Análisis modal de fallos y efectos potenciales.
- ANOVA: Análisis de varianza.
- CTQ: Característica de un producto crítica para la calidad.
- DFSS: Diseño para fabricación.
- DMAMC: Ciclo definición, medida, análisis mejora y control.
- DOE: Diseño de experimentos factoriales.
- DPMO: Defectos por millón de oportunidades.
- Poka Yoke: Sistemas antierror.
- QFD: Despliegue funcional de la calidad.
- RyR: Estudios de medidas repetibles y reproducibles.
- Sigma: Medida de la variabilidad e índice de capacidad de proceso.
- SPC: Control estadístico de proceso.
- x: Variable de proceso.
- y: Característica del producto.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Paso 1. Identificar el proyecto de mejora

El orden lógico es planificar a largo plazo, partiendo de los procesos críticos de negocio y de las características que más contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente.

El conocimiento de los procesos permite identificar aquellos procesos o sub-procesos que determinan las características críticas de los productos.

Los procesos así determinados son áreas de mejora potencial, a continuación, se establecen prioridades para su asignación a un grupo de mejora.

■ 5.2. Paso 2. Crear el grupo de trabajo

Los proyectos de mejora se asignan a las personas que mejor conocen los procesos, los cuales, pueden pertenecer a diferentes organizaciones. Se nombra coordinador al miembro del grupo con mayor implicación en el proyecto de mejora. Se designa un patrocinador que es el miembro del equipo directivo con mayor implicación en el proyecto de mejora.

A cada grupo operativo se le asigna un facilitador 6-Sigma o cinturón negro. Como experto en metodología, es el encargado de dirigir y moderar las actividades del grupo operativo y de comunicarse con el patrocinador y con la estructura 6-Sigma.

■ 5.3. Paso 3. Fase de definición

Para realizar la fase de definición se emplean las siguientes herramientas de calidad: tormenta de ideas "Brainstorming", diagrama de afinidad, reuniones con los clientes, despliegue funcional de la calidad "QFD".

IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DEL CLIENTE CTQ'S

Hay que identificar y valorar las necesidades del cliente, las prestaciones o funciones del producto, las características (realidad física del producto) y las variables de proceso.

Las características del producto más importantes se consideran los CTQ's del cliente.

REALIZAR EL DIAGRAMA DE PROCESO Y EL ÁRBOL DE PROCESO

Para estudiar el proceso con detalle se elabora el diagrama del proceso real que consiste en definir las etapas de que consta, la secuencia y los bucles, las organizaciones implicadas y las entradas y salidas.

El árbol de proceso consiste en establecer con claridad el lugar y las etapas donde se fabrican los CTQ's y los CTQ's que se fabrican en cada etapa.

DEFINIR LAS FRONTERAS O LÍMITES DEL PROYECTO Y LOS BENEFICIOS ESPERABLES

Básicamente existen tres tipos de proyectos de mejora:

- 1 CTQ a lo largo de todas las etapas.
- Todos los CTQ's de 1 etapa.
- 1 CTQ en una etapa.

Hay que definir el tipo de proyecto de mejora, sus fronteras, y realizar una estimación de los beneficios de calidad, de la disminución de costes y del aumento de la satisfacción del cliente.

MARZO 2002	SEIS SIGMA	FICHA 52
1ª EDICIÓN		PÁG. 7 DE 11

5.4. PASO 4. FASE DE MEDIDA

Para realizar la fase de medida se emplean las siguientes herramientas de calidad: despliegue funcional de la calidad “QFD”, análisis modal de fallos y efectos potenciales “AMFE”, diagramas de Pareto, técnicas estadísticas y estudios “RyR” (medidas repetibles y reproducibles).

SELECCIONAR LA CARACTERÍSTICA CRÍTICA CTQ “Y”

La característica crítica se selecciona en función de su importancia y de su capacidad de proceso. En primer lugar hay que seleccionar las características más importantes que tengan mayor número de fallos (menor capacidad de proceso).

DEFINIR EL PROCEDIMIENTO DE ACTUACIÓN EN “Y”

Hay que definir el procedimiento de actuación para poder medir el valor de la característica “y”. Toma de muestras, frecuencia de muestreo, organizaciones implicadas, etc.

VALIDAR EL SISTEMA DE MEDIDA DE LA CARACTERÍSTICA “Y”

Hay que establecer si la característica “y” se mide mediante datos discretos (pasa no-pasa) o medida continua (valor). Se define el método, los instrumentos de medida, los límites de aceptación o rechazo y se forma a las personas que tienen que medir.

5.5. Paso 5. Fase de análisis

Para realizar la fase de análisis se emplean las siguientes herramientas de calidad: el diagrama causa-efecto, también llamado de cola de pescado o de ISHIKAWA, índices de capacidad de proceso, diagramas de Pareto, técnicas estadísticas, contrastes de hipótesis, análisis de varianza “ANOVA” y mejores prácticas “Benchmarking”.

ESTABLECER LOS ÍNDICES DE CAPACIDAD DEL PROCESO DE LA CARACTERÍSTICA “Y”

El primer paso es medir la característica “y” y establecer los defectos.

- *Datos discretos*: Hay que definir el número de defectos, unidades y oportunidades y calcular los índices de capacidad de proceso en DPMO y en sigmas.
- *Datos continuos*: Se calcula la media y la desviación de la distribución y conociendo los límites de tolerancia, se calculan los índices de capacidad de proceso en DPMO y en sigmas.

DEFINIR EL OBJETIVO DE MEJORA

El objetivo del proyecto de mejora es disminuir los defectos y aumentar el índice de capacidad de proceso, expresado en sigmas. Este índice, por estar basado en la distribución normal estándar, es muy sensible a la dificultad de la mejora, la variación del índice tiene en cuenta que no es lo mismo mejorar un proceso de alta calidad que otro de calidad inferior.

Ejemplos:

- Pasar de un proceso 3 a otro 4 sigmas. Reducción de 60 597 DPMO.
- Pasar de un proceso 4 a otro 5 sigmas. Reducción de 5 977 DPMO.
- Pasar de un proceso 5 a otro 6 sigmas. Reducción de 229,6 DPMO.

El objetivo de mejora debe ser realista y se define por acuerdo entre los miembros del grupo operativo.

IDENTIFICAR LAS FUENTES DE VARIACIÓN DE “y”

El valor de la característica “y” depende, es función, de las variables de proceso x. En esta etapa hay que identificar las variables de proceso que afectan a la característica “y”. Estas variables se conocen como las *6 emes*; materiales, método, mano de obra, maquinaria, medida y medio ambiente.

5.6. Paso 6. Fase de mejora

Para realizar la fase de mejora se emplean las siguientes herramientas de calidad: diseño de experimentos factoriales “DOE” y diseño para fabricación “DFSS”.

SELECCIONAR LAS CAUSAS POTENCIALES DE VARIACIÓN x_i VITALES: x_1, x_2, \dots, x_n

Entre todas las causas potenciales de variación hay que seleccionar aquéllas que sean vitales. Se establece una matriz coste-beneficio y se seleccionan en primer lugar aquellas variables que para modificarlas se requiere un bajo coste y su modificación produce un beneficio alto.

DESCUBRIR LAS RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES $y = f(x_i)$

Se trata de identificar y cuantificar el impacto que se produce en la característica “y” al modificar las variables de proceso vitales x_i .

ESTABLECER LAS TOLERANCIAS DE OPERACIÓN EN LAS x_i VITALES

Conociendo las relaciones entre las variables, el siguiente paso es establecer las tolerancias de operación de tal forma que si en las variables de proceso nos movemos dentro de estas tolerancias no se producen defectos en la característica “y”.

5.7. Paso 7. Fase de control

Para realizar la fase de control se emplean las siguientes herramientas de calidad: Índices de capacidad de proceso, estudios “RyR”, técnicas estadísticas, control estadístico de proceso “SCP”, análisis de riesgos y sistemas antierror “Poka Yoke”.

VALIDAR EL SISTEMA DE MEDIDA DE LAS x_i VITALES

Hay que establecer si las variables de proceso se miden mediante datos discretos (pasa no-pasa) o medida continua (valor). Se define el método, los instrumentos de medida, los límites de aceptación o rechazo y se forma a las personas que tienen que medir.

ESTABLECER LA CAPACIDAD DE PROCESO DE LAS x_i VITALES

El primer paso es implantar la mejora y medir las variables de proceso x_i .

A continuación se hace un seguimiento de los valores y como conocemos los límites de tolerancia podemos calcular la capacidad de proceso expresada en defectos por millón o en sigmas.

IMPLANTAR EL SISTEMA DE CONTROL DE PROCESO EN LA VARIABLE DEL PROCESO

x_i VITAL Y EN LA CARACTERÍSTICA “Y”

Se definen los límites de aviso y de control y, aunque el proceso esté dentro de tolerancia de operación, se definen y establecen acciones siempre que se den valores fuera de límites o se produzcan fuertes tendencias de subida o bajada.

Se estudian los riesgos de los valores fuera de control y, si es posible, se implantan sistemas antierror “Poka-Yoke”.

5.8. Paso 8. Repetir el ciclo “DMAMC”

Una vez logrado el objetivo de mejora se puede establecer otro más ambicioso para lo que hay que volver a repetir las partes necesarias del ciclo “DMAMC”. El siguiente paso es seleccionar otras variables de proceso vitales diferentes x_i u otra característica crítica CTQ y repetir las etapas necesarias del ciclo anterior hasta lograr el objetivo de mejora.

5.9. Paso 9. Finalizar el proyecto de mejora

Cuando se comprueba que el proceso está bajo control y se considera que no existe una relación adecuada entre el coste y el beneficio se da por finalizado el proyecto de mejora, cerrando el grupo operativo.

6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

6.1. Paso 1. Identificar el proyecto de mejora

Eliminación de las rayaduras de un producto.

6.2. Paso 2. Crear el grupo de trabajo

Se crea el grupo de trabajo, se nombra el coordinador y se asigna el patrocinador y el facilitador 6-Sigma.

6.3. Paso 3. Fase de definición

- Se identifican 7 tipos diferentes de rayaduras.
- Se realiza el diagrama de proceso.
- Se realiza el árbol de proceso.
- Se definen las fronteras o límites del proyecto y los beneficios esperables. Se trata de mejorar 1 CTQ (rayaduras) a lo largo de todas las etapas donde se producen, se estima una fuerte satisfacción del cliente puesto que ha presentado varias reclamaciones.

6.4. Paso 4. Fase de medida

- Se define que las rayaduras se miden mediante datos discretos (pasa no-pasa).
- Se define el sistema de medida. Inspección visual contra un patrón visual.
- Se define el número de unidades y oportunidades: 2010 unidades y 55 oportunidades (110 550 oportunidades en total).

6.5. Paso 5. Fase de análisis

- Se miden las rayaduras de las 2010 unidades y se calculan los índices de capacidad del proceso:
 - Capacidad inherente (corto plazo) 1,9 sigmas.
 - Capacidad sostenida (largo plazo) 344 288 DPMO.
- Se define el objetivo de mejora: Capacidad inherente (corto plazo) 3,00 sigmas.
- Se realiza el diagrama causa-efecto, de cola de pescado o de ISHIKAWA para identificar las fuentes de variación de “y”.

6.6. Paso 6. Fase de mejora

- Entre todas las causas potenciales de variación x_i definidas en el diagrama causa-efecto se seleccionan cuatro: x_1 los cilindros de arrastre del equipo de rayos X, x_2 el colimador, x_3 las ruedas de tracción sin embrague de los equipos y x_4 la limpieza.
- Se realiza un experimento factorial “DOE” para descubrir las relaciones entre las variables $y = f(x_i)$ y se comprueba que las cuatro causas de variación seleccionadas producen rayaduras en el producto.
- Para que no se produzcan rayaduras es necesario modificar las causas de variación. Los cilindros de arrastre del equipo de rayos X se liberan dejándolos en manual, se modifica el diseño del colimador, se añade un embrague a las ruedas de tracción de los equipos y se limpian todas las superficies de los equipos en contacto con el producto.

6.7. Paso 7. Fase de control

- Se define que las variables de proceso se miden mediante datos discretos (pasa no-pasa). Se define el sistema de medida: Inspección visual de la limpieza y ajustes de los equipos y se establece un listado de comprobación (“Check-List”).
- Se define la frecuencia de medida: Inicio de cada turno.
- Se implanta la mejora y se vuelve a medir la capacidad del proceso:
 - Capacidad inherente (corto plazo) 2.88 sigmas.
 - Capacidad sostenida (largo plazo) 84 447 DPMO.
 - La mejora realizada ha mejorado el proceso en 259 841 DPMO.
- Se implanta el sistema de control de proceso en la variable del proceso x_i vital (limpieza).
- Se implanta el sistema de control de proceso en la característica “y” (rayaduras).
- Se establecen los límites de aviso y de control y se definen las acciones cuando se den valores fuera de límites o se produzcan fuertes tendencias de subida o bajada.

MARZO 2002	SEIS SIGMA	FICHA 52
1ª EDICIÓN		PÁG. 11 DE 11

6.8. Pasos 8 y 9. Repetir el ciclo “DMAMC” o finalizar el proyecto de mejora

- Una vez logrado el objetivo de mejora se comprueba que el proceso está bajo control. Ante los comentarios favorables del cliente, se acuerda no establecer otro objetivo más ambicioso (no hay que volver a repetir el ciclo “DMAMC”) y finalizar el proyecto de mejora cerrando el grupo operativo.

■ 1. ¿QUÉ ES?

Técnica de grupo sencilla y eficaz que tiene por objeto la creación de ideas nuevas y, posiblemente, útiles. Normalmente se utiliza en la mejora de la calidad para identificar las posibles causas de un problema, y para sugerir un abanico de soluciones, una vez que se conoce la causa. No obstante, tiene muchos otros usos, que incluyen la identificación de áreas de problema y la enumeración de posibles oportunidades de mejora.

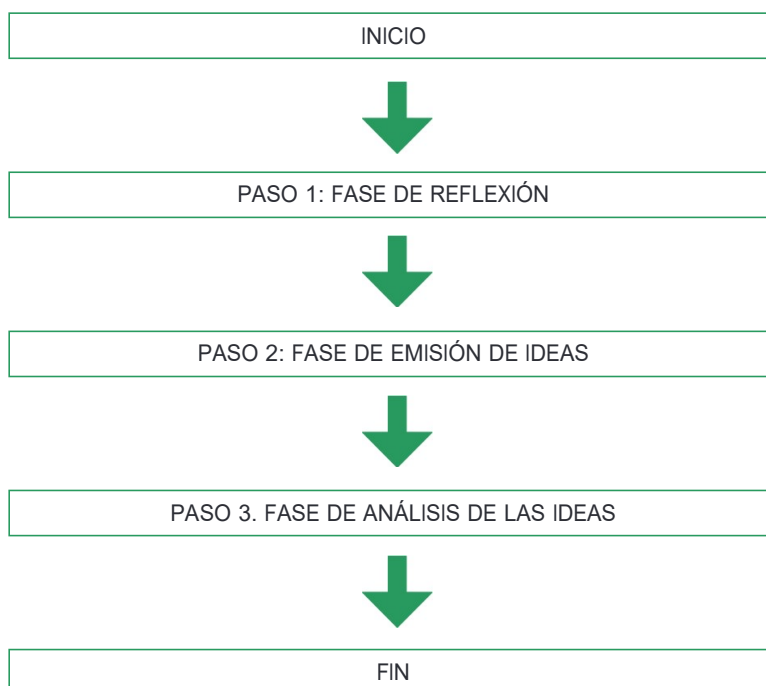
■ 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- *Estimulante*: La producción de ideas aumenta cuando no se está sometido a censura o crítica.
- *Participación*: El individuo es más creativo cuando trabaja en equipo que en soledad.
- *Innovación*: Desbloquea situaciones enquistadas proponiendo soluciones nuevas a problemas antiguos.

■ 3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- *Brain*: Cerebro.
- *Storm*: Tormenta.

■ 4. DIAGRAMA DE FLUJO



■ 5. REALIZACIÓN

■ 5.1. Metodología

- Un animador y de 6 a 12 personas.
- Duración máxima de una hora (un grupo que trabaja en brainstorming puede emitir de 120 a 150 ideas o palabras en ese periodo).
- Reglas de funcionamiento:
 - La censura queda excluida:
 - La crítica de una idea puede bloquear la emergencia de otras.
 - La crítica lleva a su autor a criticar las demás ideas.
 - Se apoya siempre la imaginación libre:
 - Serán bienvenidas las ideas más raras sin razonar todavía, si tienen relación con el problema inicial.
 - Para facilitar el desbloqueo de los participantes se dará rienda suelta a su imaginación.
 - La cantidad es lo más importante:
 - Se trata de recoger el máximo número de ideas. La preocupación de la calidad puede ser un freno.
 - Hay un postulado subyacente: El número de ideas interesantes es casi proporcional al número total de ideas emitidas.
 - Se recomienda el robo de ideas:
 - Las ideas no pertenecen al individuo, sino al grupo.
 - No defender ideas propias permite a los demás servirse de ellas más fácilmente, para encontrar ideas nuevas recíprocamente.

■ 5.2. Pasos

INICIO: DEFINICIÓN DEL TEMA

Definir con gran claridad el tema que se va a tratar.

PASO 1: FASE DE REFLEXIÓN

Los participantes anotan en silencio en un papel sus ideas, en pocas palabras.

PASO 2: FASE DE EMISIÓN DE IDEAS

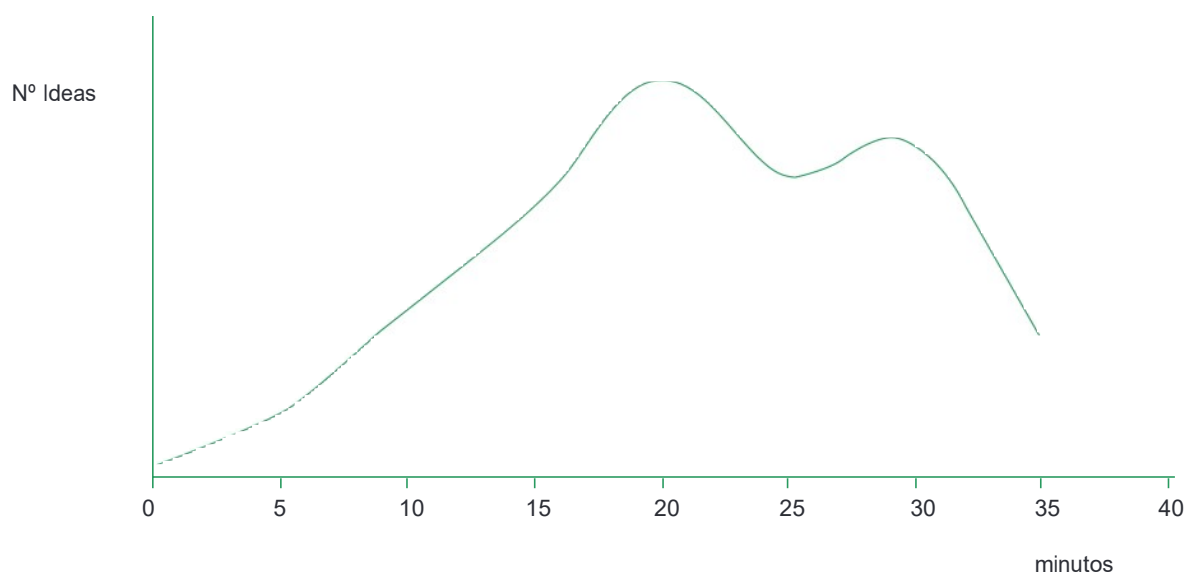
- El animador escribe en un encerado todas las ideas emitidas por el grupo.
- Vela por el respeto de las reglas de funcionamiento.
- Relanza, si es necesario, la producción de ideas: en unos diez minutos las ideas primarias disminuyen y aparecen ideas nuevas.

PASO 3: FASE DE ANÁLISIS DE LAS IDEAS

- Se aconseja la utilización de Herramientas de agrupación y jerarquización tales como “Diagramas de Afinidades”, “Diagramas de Relaciones”, “Diagramas Árbol”, etc.

- Se clasifican las ideas por familias o temas y luego se jerarquizan.
- Eventualmente se reformulan y mejoran las ideas.
- En este paso el animador puede apoyarse en especialistas del tema en estudio. Incluso esta fase pueden realizarla personas que no han participado en el grupo que ha producido las ideas.

CICLO DE GENERACIÓN DE IDEAS



6. EJEMPLO DE APLICACIÓN

		TORMENTA DE IDEAS		Técnica de grupo Página 1 de 3	
Nombre: <i>J. Ramón</i>			Apellidos: <i>Pérez Expósito</i>		
Fecha: <i>5/5/95</i>		Hora: <i>10:30</i>	Puesto: <i>supervis</i>		Turno: <i>A</i>
<p><i>Escriba a continuación el problema a resolver:</i></p> <p><i>- Barras de cierre mal colocadas en los contenedores de piezas. En contenedores ya destinados al almacén, que quedan por tanto abiertos</i></p>					
Objetivo: Generar, clarificar y valorar problemas causas y soluciones					
<p>Paso 1: Fase de reflexión</p> <p><i>Escriba en breves palabras las ideas</i></p> <p>.</p>					
<p>Paso 2: Fase de emisión de ideas</p> <p><i>Escriba las ideas formuladas por el grupo</i></p>					
<p><i>(a) Barras que se sueltan en el traslado</i></p> <p><i>(b) Barras defectuosas devueltas por el cliente</i></p> <p><i>(c) Falta de atención al colocar barras</i></p> <p><i>(d) Barras dañadas por nosotros</i></p> <p><i>(e) Pauta de embalaje no clara</i></p> <p><i>(f) Dificultad de cierre de las barras</i></p> <p><i>(g) Embalaje no adecuado</i></p> <p><i>(h) Barras pesadas</i></p> <p><i>(i) Cierre estropeado</i></p> <p><i>(j) Tiempo de operación escaso</i></p> <p><i>(k) Falta de personal</i></p>			<p><i>(l) Personal poco instruido</i></p> <p><i>(m) Falta de implicación del personal</i></p> <p><i>(n) Posición incómoda del operario al cerrar</i></p> <p><i>(o) Barras rotas</i></p> <p><i>(p) Operario de otra línea</i></p> <p><i>(q) Cierre duro</i></p> <p><i>(r) Barras dobladas</i></p> <p><i>(s) Tiempo caluroso</i></p> <p><i>(t) Salarios bajos</i></p> <p><i>(u) Falta de autoridad del mando</i></p>		

MARZO 2002	TORMENTA DE IDEAS (BRAINSTORMING)	FICHA 53
1ª EDICIÓN		PÁG. 5 DE 6

	TORMENTA DE IDEAS	Técnica de grupo Página 2 de 3
Paso 3: Fase de análisis de las ideas		
<p><i>1º El Piloto del equipo debe hacer un resumen de todas las ideas que se surgieron</i></p> <p><i>2º Los miembros del grupo deben poner en común sus dudas sobre el significado de cada una de las ideas hasta que todos tengan claro que significan cada una de ellas</i></p> <p><i>3º Se puede utilizar alguna Herramienta (Diagrama de Afinidades, Árbol Relaciones) para clasificar éstas</i></p>		
<p><i>Redefina los conceptos y escriba solamente aquéllos que no le hayan quedado claros con anterioridad, respetando el orden del listado anterior</i></p>		
<p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>(c)</p> <p>(d)</p> <p>(e)</p> <p>(f)</p> <p>(g)</p> <p>(h)</p> <p>(i)</p> <p>(j)</p> <p>(k)</p>	<p>(l)</p> <p>(m)</p> <p>(n)</p> <p>(o)</p> <p>(p)</p> <p>(q)</p> <p>(r)</p> <p>(s)</p> <p>(t)</p> <p>(u)</p> <p>(v)</p>	

	TORMENTA DE IDEAS	Técnica de grupo Página 3 de 3
<p>Valoración <i>Una vez clasificadas mediante una discusión de grupo las mismas, valórelas desechando las que se encuentren en alguno de los siguientes casos.</i></p>		
Que se extralimitan	Que sean irrelevantes	Que estén repetidas
<p>Valoración <i>Una vez clasificadas mediante una discusión de grupo las mismas, valórelas desechando las que se encuentren en alguno de los siguientes casos</i></p>		
Que se extralimitan	Que sean irrelevantes	Que estén repetidas
<input type="checkbox"/> Salarios bajos <input type="checkbox"/> Falta de personal <input type="checkbox"/> Embalaje no adecuado <input type="checkbox"/> Dificultad de cierre de las barras <input type="checkbox"/> Barras que se sueltan en el traslado <input type="checkbox"/> Falta de atención al colocar barras	<input type="checkbox"/> Falta de autoridad del mando <input type="checkbox"/> Tiempo caluroso <input type="checkbox"/> Personal poco instruido <input type="checkbox"/> Tiempo de operación escaso <input type="checkbox"/> Barras pesadas <input type="checkbox"/> Cierre estropeado <input type="checkbox"/> Pauta de embalaje no clara	<input type="checkbox"/> Error humano <input type="checkbox"/> Barras dobladas <input type="checkbox"/> Cierre duro <input type="checkbox"/> Operario de otra línea <input type="checkbox"/> Barras rotas
Conclusiones y Propuesta de Mejora		
<p><i>El grupo llegará al consenso en las principales ideas y propondrá unas medidas a tomar en función del análisis.</i></p>		
<u>PRINCIPALES CAUSAS</u>		
<input type="checkbox"/> Barras defectuosas devueltas por el cliente <input type="checkbox"/> Barras dañadas por nosotros		
<u>PRINCIPALES MEDIDAS</u>		
<input type="checkbox"/> Establecer con el cliente un circuito de reparación de barras		

