

# **PROCESO DE MEJORA DE LA CALIDAD Y HERRAMIENTAS PARA MEJORAR LA CALIDAD**

**GESTIÓN DE LA CALIDAD**

Por:

MIGUEL ÁNGEL SUÁREZ CABRERA

**Índice.**

1. Marco para la mejora de la Calidad
  2. Proceso básico de mejora
  3. El ciclo PDCA
  4. Herramientas para mejorar la Calidad
  5. Preguntas propuestas al Modulo 3
  6. Lecturas complementarias
- Anexo.

**1. Marco para la mejora de la Calidad**

---

Como se ha visto en el módulo I de este curso, multitud de factores (globalización de los mercados, desarrollo de tecnologías de la información avanzadas, creciente poder y expectativas de los clientes, etc.) han propiciado que la Calidad de los productos y servicios se convierta en un elemento fundamental de diferenciación y competitividad de una organización.

Sin embargo, es importante que seamos conscientes que esta evolución del mercado, de los clientes y las empresas rivales es un proceso continuo, que cada vez tiene lugar a mayor velocidad. Por ello, se hace indispensable para una empresa que desee sobrevivir en un entorno como este adoptar un enfoque dinámico en la Calidad ofrecida. Es decir, también la Calidad dada por la empresa tiene que evolucionar con las nuevas necesidades y expectativas de los consumidores, las innovaciones en equipos y tecnologías, los cambios en la competencia y organizaciones del mercado, etc. Si una empresa ofrece un nivel de Calidad constante en el tiempo estará condenada a su fracaso y muerte.

La mejora continua de la Calidad se torna en este marco como una estrategia inherente e ineludible de toda organización que pretenda prosperar. A nivel operativo esta estrategia se instrumentaliza en crear una organización para la mejora, establecer métodos objetivos y rigurosos para identificar y seleccionar aspectos a mejorar, desarrollar sistemáticas para la puesta en práctica y estandarización de las mejoras logradas y definir un mecanismo para el reconocimiento de la involucración en la mejora.

A lo largo de este tercer módulo se estudiará este proceso operativo y se aportarán las herramientas precisas para ejecutar este proceso de la manera más óptima.

## **2. Proceso de mejora de la calidad**

---

### **Beneficios resultantes del proceso de mejora**

La puesta en marcha por parte de una organización de un proceso sistemático de mejora de la Calidad le permite obtener las siguientes ventajas:

1. Identificar, comprender y definir los diferentes procesos que componen su organización.
2. Estudiar con un enfoque riguroso estos procesos, así como su relación con los productos y/o servicios ofrecidos.
3. Detectar puntos fuertes y oportunidades de mejora, tanto en los procesos como en los productos y/o servicios.
4. Plantear e implantar mejoras en procesos, productos y servicios, adecuándolos a las necesidades de los clientes.
5. Derivado de lo anterior, reducir los costes e incrementar la satisfacción de los clientes (externos e internos).
6. Estabilizar (normalizar) los procesos mejorados, con el fin de institucionalizarlos como la manera estándar de trabajar.
7. Introducirse en una dinámica de mejora continua de la Calidad.
8. Sensibilizar y formar al personal en materia de Calidad y trabajo en equipo.
9. Incentivar un cambio cultural, donde la Calidad sea el principal valor de la organización.
10. Desarrollar un sistema de reconocimiento ante los esfuerzos y éxitos en la mejora de la Calidad.

### **Metodología para la mejora de la Calidad**

Cuando una organización decide iniciar un proceso serio y duradero de mejora de la Calidad tiene que adoptar una serie de etapas claramente definidas y diferenciadas, al objeto de aumentar lo más posible las probabilidades de éxito del proyecto.

Estas etapas, cuya utilidad está constatada por la evidencia empírica de multitud de compañías son las siguientes:

1. Información y Sensibilización del personal.
2. Diseño y puesta en marcha de la organización para la mejora.
3. Diagnóstico encaminado a la mejora.
4. Aplicación y seguimiento de las mejoras.
5. Reconocimiento de los involucrados.

A continuación se detalla el objetivo y las actividades concretas que deberían ser realizadas en cada una de estas fases:

#### Etapa I: Información y sensibilización del personal

El objetivo de esta primera etapa es proporcionar información suficiente, clara y de interés al personal de la empresa en materia del proceso de mejora de la Calidad, todo ello con el doble fin de:

- Eliminar incertidumbres, temores y desconfianzas asociadas a todo tipo de novedad o cambio en una organización.
- Sensibilizar al personal y lograr instaurar una actitud proactiva y de apoyo hacia el proceso que se va a iniciar.

Esta etapa se concreta en la puesta en práctica de una serie de actividades tales como:

- Reuniones informativas de la Dirección con el personal de la empresa, donde se comunique la finalidad de este proceso y los efectos que sobre la organización y el personal va a tener
- Sesiones particulares en las que los diferentes responsables de departamento, área, división, etc. comuniquen al personal a su cargo los objetivos y consecuencias del proceso de mejora.
- Distribución de hojas o folletos informativos, tanto en mano de los asistentes a las sesiones informativas como en los diversos medios de comunicación disponibles por la organización (tablones de anuncios, publicaciones internas,...)
- Apertura de un canal de comunicación de "abajo-arriba" que recoja preguntas, comentarios y sugerencias del personal. Dichas inquietudes serán solventadas por una o varias personas, normalmente de la Dirección de la compañía.

La información a aportar por los diferentes canales expuestos, la frecuencia de las sesiones informativas, el número de asistentes a cada una, el sistema de organización del centro de información al personal, etc. debe ser formalmente planificado por la Dirección, con la finalidad de evitar improvisaciones, errores u olvidos que conduzcan desde el primer momento a una actitud reticente de los empleados.

### Etapa II: Creación de la estructura organizativa para la mejora

En esta segunda fase la organización tiene que diseñar una estructura organizativa que la capacite para llevar a cabo el proceso de mejora de la calidad. Esta estructura debe disponer de los recursos humanos, técnicos, financieros y de tiempo suficientes como para acometer sus tareas.

Esta estructura organizativa deberá estar compuesta, al menos, por un miembro de la más alta Dirección de la organización. De esta manera se muestra un compromiso claro con la mejora de la Calidad y adicionalmente se le otorga la autoridad necesaria para realizar sus obligaciones sin trabas u objeciones. En empresas de tamaño medio y grande lo más recomendable suele ser la constitución de un Comité de Calidad, órgano que será el responsable último de la mejora de la Calidad.

Como ya se ha dicho, para que el proceso de mejora se sustente en bases sólidas y disponga del liderazgo y compromiso preciso se requiere que los miembros del Comité de Calidad sean, como mínimo, los que conforman la Alta Dirección de la organización o un grupo representativo de la misma.

Las funciones que ha de asumir la organización creada para liderar la mejora son:

1. Establecer la política de mejora de la calidad y la metodología a aplicar para su consecución.
2. Definir el método de selección de proyectos de mejora.
3. Establecer el proceso de designación de equipos de mejora y designar a sus integrantes.
4. Dotar de los recursos necesarios y suficientes para ejecutar el proceso de mejora.
5. Garantizar el estudio y, en su caso, ejecución de las soluciones propuestas por los equipos de mejora.
6. Evaluar el grado de avance y revisar los progresos alcanzados en materia de mejora de la calidad.
7. Desarrollar e implantar un mecanismo de reconocimiento y recompensa.

Es muy recomendable que todos estos sistemas o procesos de selección de proyectos, creación de equipos de trabajo, revisión de los progresos, recompensas y revisiones, etc. queden procedimentados, ya que de esta manera se establecen de forma clara las directrices de actuación del propio Comité de Calidad.

Un último aspecto a considerar en esta segunda etapa es la publicación y promoción de las responsabilidades anteriormente establecidas entre todo el personal. Para ello pueden usarse los mecanismos nombrados en la etapa I.

### Etapa III: Diagnóstico para la mejora

El objetivo básico de esta etapa es identificar todas aquellas áreas o aspectos de la organización que pueden ser susceptibles de mejora, priorizarlos y seleccionar los proyectos más importantes o de mayor incidencia en la Calidad.

Inicialmente lo que se pretende es compilar el mayor número posible de proyectos de mejora, para, en un segundo momento, filtrarlos bajo ciertos criterios y escoger los más significativos. Por ello, a lo largo de esta parte del proceso, se tratará de que la cantidad de propuestas recibidas tenga prioridad sobre su adoptabilidad.

Las fuentes de nominación de proyectos con que cuenta una organización pueden ser:

1. Análisis de la investigación de mercado: entrevistas, cuestionarios, clientes ficticios,...
2. Informes sobre insatisfacciones de clientes en aspectos relacionados con la calidad (devoluciones, quejas y reclamaciones, cuestionarios de satisfacción de clientes, etc.)
3. Cambios en las normativas y reglamentos.
4. Informes comparativos de la Calidad ofrecida en otras organizaciones.
5. Propuestas de los departamentos, áreas, divisiones, etc. en base a los conocimientos de la problemática actual de estas unidades.
6. Estimaciones sobre costes de no calidad e (retrabajos, deshechos, inspecciones,...)
7. Propuestas aportadas por una empresa asesora especializada en diagnósticos organizativos.

Una persona del Comité de Calidad debe centralizar la recepción de las propuestas y archivarlas para su posterior estudio por el resto del Comité de Calidad.

El paso siguiente es filtrar las propuestas mediante una evaluación y posterior selección de aquellas que más se adecuen a los objetivos de la organización.

La responsabilidad de la ejecución de este segundo paso de la tercera etapa tiene que recaer sobre el Comité de Calidad en su totalidad o sobre un número menor de sus componentes, según decida el propio Comité a la hora de definir el proceso de evaluación y selección de proyectos de mejora (Etapa II).

Para la selección de los proyectos de mejora es necesario que el Comité de Calidad, o en su caso el grupo evaluador, emplee unas herramientas sencillas pero muy potentes para valorar y seleccionar proyectos.

Los mecanismos o técnicas principales de Calidad que se emplean son:

1. Matriz de Correlaciones (proyectos/criterios de evaluación)
2. Gráficos de Pareto

→ Ver apartado Herramientas

Los resultados que la organización obtiene tras esta selección son:

1. Disposición de una lista breve de proyectos vitales de mejora en.
2. Disposición de un "stock" de proyectos a acometer en un futuro.

Además, el hecho de que la ejecución de esta etapa sea responsabilidad del Comité de Calidad y no de los propios equipos de mejora - como ocurre en otros casos - redundará en un doble beneficio para la empresa:

1. Rapidez en el inicio de la parte del proceso que produce Valor Añadido, esto es, el funcionamiento de los equipos de mejora (Etapa IV)

2. Selección de proyectos de mejora que no se alejan de los objetivos generales de la organización, ya que el grupo evaluador está conformado por miembros de la alta dirección.

### Etapa IV: Aplicación y seguimiento de las mejora

En esta cuarta etapa del proceso de mejora de la calidad se genera el verdadero valor de este tipo de actividades. Esto es así porque es a partir de este momento cuando se conforma el equipo de personas responsable de analizar los problemas seleccionados y de definir las acciones concretas de mejora. Es ahora cuando se comienza verdaderamente a aprovechar el potencial humano de las personas de la organización, a "extraer su jugo" en términos de creatividad, innovación y realización personal.

Pero para que todo lo anterior tenga lugar se requiere que la empresa - y en especial el Comité de Calidad - ponga especial cuidado en el nombramiento de los componentes de los equipos de mejora y en aportar la formación indispensable para su correcto funcionamiento.

### *Constitución y publicación de los equipos de mejora*

Los miembros nombrados por el Comité de Calidad para formar los equipos de mejora tienen que reunir las siguientes características:

1. Pertenerán a los departamentos/áreas:
  - "Enfermos" o "Clientes": Soportan los síntomas principales del problema objeto de mejora.
  - "Sospechosos" o "Proveedores": Está extendida la creencia de que ellos albergan las causas de los problemas.
  - "Diagnósticos": Proporcionan datos para el análisis y solución del problema de Calidad de que se trate.
2. Serán empleados adecuados al alcance del problema de calidad. Es decir, si el proyecto de mejora tiene un ámbito operativo es aconsejable que pertenezcan a los niveles inferiores de la pirámide jerárquica. Cuando el problema tiene un alcance de mayor envergadura puede ser recomendable que el equipo de mejora lo integre personal directivo.
3. Su elección será negociada con los superiores jerárquicos directos, teniendo en cuenta la carga de trabajo por ellos soportada y su predisposición a participar en el proyecto de mejora.
4. Entre los componentes del equipo existirá un líder o director de equipo, nombrado por el Comité de Calidad. Estará encargado de gestionar el óptimo funcionamiento del equipo: Tiene que actuar como nexo de unión entre el equipo, el Comité de Calidad y el resto de la organización, deberá estimular y procurar la asistencia a las reuniones, controlar la dinámica de las sesiones, repartir tareas entre los miembros,... Dadas sus responsabilidades particulares tendrá que recibir una formación específica al respecto (liderazgo y gestión o dirección de grupos).

También es preciso que entre los componentes del equipo se nombre a un secretario, cuyas funciones serán mayormente burocráticas: control de asistencia, agendas, actas de reunión, documentación, etc.

Algunas organizaciones han apostado, a la hora de conformar los equipos de mejora, por incluir la figura del facilitador. Se trata de una persona, en muchas ocasiones

ajena a la plantilla de la empresa, que tiene como misión ayudar desde un punto de vista técnico al grupo. Pero que no se involucra en la resolución práctica del problema o proyecto de mejora.

5. El número de integrantes deberá estar entre 6 y 8 personas. Menos individuos puede limitar la capacidad creativa del grupo. Un número superior en muchas ocasiones conduce a la descoordinación y falta de entendimiento.

Para finalizar con la constitución de los equipos se precisa la publicación y promoción de los integrantes de los equipos de mejora y sus misiones dentro de la propia empresa. Los medios o canales a emplear para proceder a esta difusión pueden ser los mismos a los utilizados en etapas precedentes.

*Formación de los involucrados*

En esta parte del proceso de mejora la organización debe asegurar la formación de todas las personas que van a participar en los proyectos de mejora, resolviendo los problemas de calidad asignados.

Es necesario que el Comité de Calidad establezca una relación documental tanto de los formandos como los contenidos que compondrán la materia a enseñar, incluyendo fechas de impartición y los formadores. Sin una formación adecuada, el "querer" participar del personal se verá anulado por el no "saber" como trabajar en los equipos de mejora de la calidad.

De manera general, las herramientas previstas a priori en el funcionamiento operativo de todo equipo de mejora, y sobre las que se debe dar formación, son las siguientes:

1. Tormenta de Ideas (Brainstorming)
2. Hojas de Datos (estratificación)
3. Histogramas y Gráficos de Frecuencias
4. Gráficos de Pareto
5. Diagrama Causa-Efecto (Espina de Ishikawa)
6. Diagramas de Correlación
7. Flujogramas



El resultado de una formación relevante y planificada se plasmará en los siguientes aspectos:

1. Personal involucrado, con conocimientos, capacidades y habilidades para afrontar con éxito la mejora.
2. Empleados más cualificados, facultados y motivados
3. Contribución al desarrollo y enriquecimiento personal de los individuos que forman parte de la plantilla de la organización.
4. Mayores niveles de satisfacción entre el personal, puesto que su productividad, su sentido de pertenencia y su nivel de autoestima se ven aumentados.

*Funcionamiento operativo de los equipos de mejora*

Como ya se ha descrito, al equipo de mejora le compete el análisis y la mejora de los problemas de calidad detectados y escogidos en anteriores etapas. Para que esta tarea

tenga éxito se requiere una formación en herramientas y técnicas para abordar de manera sistemática los problemas.

Una metodología de contrastado funcionamiento es el Ciclo de Mejora de Deming o ciclo PDCA (que corresponde a las iniciales de Plan-Do-Check-Act). Este enfoque de trabajo nos aporta un método en 4 pasos para estudiar los problemas de calidad y darles una solución eficaz, mejorando de esta manera la organización.

Los equipos de mejora tienen por tanto que conocer y dominar esta sistemática que describimos *grosso modo* en este apartado pero que será descrita en mayor detalle en el siguiente epígrafe de este tercer módulo.

### *Revisión de los progresos de los equipos de mejora*

Una correcta organización del proceso de mejora de la Calidad no sólo exige la formación de un Comité de Calidad y la constitución de equipos de trabajo, sino que también requiere un seguimiento de las actividades desarrolladas por el grupo, de sus avances y problemas.

Esta tarea de seguimiento es labor del Comité de Calidad. El método a utilizar, la frecuencia del control y los indicadores a emplear tienen que haber sido establecidos, como ya se ha dicho, desde la Etapa II del proceso de mejora, una vez que se conforma el Comité de Calidad y se le asignan responsabilidades.

La revisión de los progresos tiene como objeto conocer el grado de consecución de los objetivos establecidos por el equipo de mejora, detectar desviaciones respecto de lo planificado y proceder consecuentemente a su corrección.

Esta revisión o control puede articularse a través de medios tales como:

- Elaboración, por parte de los líderes de los equipos de mejora, de un Informe de Seguimiento en el que se resumirá la marcha del proyecto. Dicho informe se pondrá en manos del Comité de Calidad, a fin de que éste pueda tener constancia de los progresos alcanzados.
- Reuniones del Comité de Calidad con los líderes y facilitadores del equipo de mejora.
- Participación, en calidad de observadores, de miembros del Comité de Calidad en alguna de las sesiones de los equipos.
- Análisis de la evolución de los indicadores de calidad establecidos por el propio equipo o algunos adicionales definidos por el Comité de Calidad.
- Al finalizar el proyecto en cuestión se puede redactar un Informe Final de Proyecto

Etapa V: Reconocimiento de los involucrados

El objeto de esta última etapa es reconocer y premiar los logros y esfuerzos realizados por los miembros de los diversos equipos de mejora en la ejecución de sus proyectos de mejora. Es vital que este reconocimiento tenga lugar y que sea impulsado por la Dirección, ya que de esta manera quedará reflejado el verdadero compromiso de los altos dirigentes con la filosofía y cultura de Calidad.

A la organización se le plantea la posibilidad de emplear una o varias de las siguientes vías de reconocimiento:

1. Certificados, placas y similares a los involucrados.
2. Presentación a la más Alta Dirección de la empresa, por parte de los componentes de los equipos de mejora, de los resultados obtenidos.
3. Promoción en medios de comunicación internos de la organización y externos (revistas, hojas informativas, tableros de anuncios, conferencias, jornadas de puertas abiertas, ...)
4. Almuerzos o cenas en honor de los participantes.
5. Concesión de premios.
6. Consideración de los logros en la promoción de los individuos y en su recompensa salarial.

### 3. El ciclo PDCA

---

Tal y como se explicó en el apartado anterior, los equipos de mejora deben trabajar siguiendo una metodología sistemática si desean no colapsarse en sus labores de análisis y mejora. En caso contrario, las sesiones de trabajo se harán interminables e improductivas, surgiendo la frustración y desánimo entre todos los componentes del equipo, y fracasando por completo el proceso de mejora de la calidad en la empresa.

Una metodología probada empíricamente en multitud de empresas de todos los países del mundo es el Ciclo de Mejora Continua de Deming o Ciclo PDCA.

En este ciclo subyace la idea de que la mejora en la empresa es un bucle continuo que no tiene fin y que requiere siempre la realización de una secuencia de pasos: 1) Planificar la mejora, 2) Ejecutar las acciones correctivas, 3) Comprobar los resultados alcanzados y 4) Normalizar los progresos conseguidos.

El ciclo PDCA ha sido la base, desde su origen, de las metodologías para la mejora continua, de tal forma que en su inicio las actividades primera y última (Plan y Act) eran responsabilidad de la Dirección de la empresa, la segunda (Do) la realizaban los operarios y la de comprobación (Check) los inspectores o controladores de la calidad.

Realmente el ciclo PDCA se puede aplicar tanto a procesos clave de la empresa como a problemas generados en pequeñas áreas. El proceso de planificar las acciones que se van a realizar, llevarlas a cabo, comprobar los resultados, actuar según dichos resultados y volver a comenzar el proceso planificando nuevas acciones es válido para cualquier tipo de proceso, producto o servicio que se quiera diseñar o mejorar.

A continuación se detalla cada uno de los pasos del Ciclo PDCA:

#### ■ Paso 1: Plan (planificar)

- ◆ Se debe definir con claridad el proyecto de mejora de la calidad que se va a acometer. Es decir, detallar el problema de calidad que se ha encomendado al equipo que solucione.
- ◆ También se requiere que el equipo establezca un objetivo de mejora cuantificado, fechado y medible.
- ◆ Dentro de esta etapa de planificación, el equipo debe definir la situación actual del problema de calidad, mediante un análisis de los efectos o síntomas. Estos efectos o síntomas vienen dados por indicadores tales como:
  - \* Registros de quejas, reclamaciones y devoluciones.
  - \* Entrevistas y cuestionarios a los clientes.
  - \* "Autopsias" de productos defectuosos.
  - \* Flujograma de los procesos.
- ◆ Una vez analizados los síntomas y comprendido el estado actual del problema, es momento de estudiar las causas que dan origen al mismo. Para efectuar este estudio se recomienda el uso de un Diagrama Causa-Efecto, a rellenar mediante una Tormenta de Ideas entre los miembros del equipo. Un buen método es la Técnica Nominal de Grupo cuya secuencia en 6 pasos es: (1) Declaración del problema (2) Brainstorming en silencio (3) Ronda de intervenciones para explicar la

teoría (4) Ordenación y combinación de las teorías en un diagrama causa-efecto (5) Votación para establecer prioridades y (6) Acuerdo sobre las causas fundamentales.

- ◆ El siguiente paso dentro de la etapa de planificación es la comprobación de las causas. Para ello se parte de una teoría sobre la relación causa-efecto y esta se verifica utilizando datos. Se necesitan datos nuevos para examinar si existe correlación, por lo que necesitaremos variar deliberadamente el proceso o lo que es lo mismo, realizar experimentos. Es útil en esta etapa utilizar Graficos de Correlación.
- ◆ Una vez estudiados los síntomas e identificadas empíricamente las causas que han ocasionado el problema de calidad, es el momento de establecer las acciones correctivas o, en otras palabras, encontrar el remedio a las causas. En ocasiones la solución será obvia y resultará de la propia causa identificada. En cambio, en otras circunstancias es posible que para establecer la acción correctiva sea preciso utilizar nuevamente las técnicas de Brainstorming o Diagrama de Ishikawa.

Algunas medidas de mejora son:

- \* Medidas de gestión:
  - ◇ Determinación clara de políticas y objetivos.
  - ◇ Revisiones periódicas de la calidad.
  - ◇ Uso de técnicas de motivación.
  - ◇ Mejora de la comunicación.
- \* Rediseño del proceso:
  - ◇ Eliminar burocracia: actividades que no añaden valor.
  - ◇ Simplificar y estandarizar los procesos.
  - ◇ Informatizar tareas rutinarias.
  - ◇ Diseñar procesos a prueba de error.
- \* Utilización del Benchmarking o emulación que consiste en la búsqueda sistemática dentro de la empresa, en otras áreas y fuera, en los mejores competidores y empresas reconocidas como líderes mundiales, de los mejores sistemas, procesos y prácticas con el propósito de integrarlas en la organización.

### ■ Paso 2: Do (Hacer)

- ◆ Se debe poner en práctica el plan de mejora y eliminar las causas generatrices del problema de calidad. Es preciso para la eficaz implantación de las acciones que las personas que la van a aplicar la comprendan y dispongan de una buena comunicación y capacitación al respecto. En ocasiones el PERT puede ser muy útil para planificar la puesta en práctica de las acciones de mejora.
- ◆ Es recomendable la preparación de instrucciones de trabajo o Flujogramas en el caso de procedimientos complejos.
- ◆ Hay que proporcionar la formación precisa a todo el personal afectado por las acciones correctivas.
- ◆ El plan tiene que ser ejecutado meticulosamente, en el orden establecido y por las personas designadas. Cualquier desviación debe ser registrada y los datos recopilados.

### ■ Paso 3: Check (comprobar)

- ◆ El objetivo de esta etapa es verificar la efectividad de las acciones correctivas planteadas. Se trata de comprobar que el problema de calidad queda resuelto o menor, en función de los objetivos que el equipo se haya marcado en el paso 1.
- ◆ Para efectuar la comprobación es necesario tomar datos sobre los resultados actuales siguiendo la misma metodología y herramientas utilizadas en el paso 1 (cuando se identificó la situación actual del problema de calidad) y que en general serán: Hojas de Recogida de Datos, Histogramas y Gráficos de Barras y Tendencia, Diagrama de Pareto, etc..
- ◆ Si se detectan incumplimientos de los objetivos previstos el equipo debe analizar si se debe a una mala implantación del plan de acciones correctivas (en cuyo caso debe volver al Paso 2 y replantear y/o reejecutar el plan) o si es debido a que las acciones propuestas no son eficaces, en cuyo caso debe reiniciarse el proceso desde el paso 1, ya que es muy probable que se hayan pasado causas de no calidad por alto.
- ◆ En aquellos casos que se logran o superan los objetivos previstos, el equipo tiene que revisar los datos del "antes" y el "después" para comprobar que las acciones no han generado efectos secundarios, es decir, que no haya un incremento de otros problemas de calidad.

#### ■ Paso 4: Act (normalizar)

- ◆ El objetivo de este último paso es asegurar que se mantiene el nivel apropiado de desempeño, una vez las acciones se han puesto en marcha y se han vislumbrado como eficaces.
- ◆ Para normalizar o estandarizar las mejoras se requiere que la nueva sistemática de trabajo planteada por el equipo sea documentada de manera clara y detallada. Además, esta documentación debe ser distribuida a toda persona afectada, en especial a aquellas unidades que se han perfilado como generadoras del problema.
- ◆ También es importante identificar los parámetros decisivos del proceso, para su control. La idea es detectar y supervisar el parámetro adecuado y detectar cualquier desviación respecto a los estándares. La herramienta principal para llevar a cabo este control es el S.P.C. o Control Estadístico de Procesos.
- ◆ Una última manera de normalizar la mejora es garantizando que el personal dispone de la formación apropiada en los nuevos métodos o estándares.

Como se dijo al inicio de este epígrafe, bajo el concepto de ciclo de mejora reside la idea de que este proceso es continuo, sin fin. Por ello, aun cuando un proceso, producto o servicio haya sido mejorado, en preciso que se reinicie la secuencia, buscando la excelencia total.

La mejor fuente para encontrar un nuevo proyecto de mejora de la calidad son los resultados obtenidos en el paso 3: comprobación de los resultados, puesto que con los datos ahí obtenidos podremos encontrar nuevos problemas a solucionar.

Un último aspecto a reseñar es que todo este proceso de 4 pasos debe quedar documentado por el equipo, con el fin de aprovechar la experiencia en otros proyectos y tener un registro histórico de las mejoras emprendidas y alcanzadas.

#### **4. Herramientas para mejorar la calidad**

---

En los años 50 y 60 las empresas japonesas comenzaron a poner en práctica las nuevas ideas acerca del concepto de Calidad que les habían transmitido los ingenieros americanos (Juran, Deming) que fueron a Japón tras la Segunda Guerra Mundial. Se trataba de realizar actividades tendientes a la mejora continua de la calidad en las áreas de producción de la empresa a través del Ciclo de Deming o Ciclo PDCA. Uno de los conceptos nuevos fue la aplicación de este ciclo de mejora continua en el entorno de producción a todos los niveles, acercándolo a los operarios de las empresas. De esta forma se lograba el aprovechamiento de la "materia gris" de los trabajadores de menor nivel de la empresa, que tradicionalmente eran considerados simplemente como fuerza de trabajo pero sin la capacidad de aportar ideas y soluciones a los problemas de su entorno de trabajo. No se trataba de que los trabajadores participaran en las decisiones estratégicas de la empresa sino que estudiaran permanentemente los problemas que aparecieran dentro de su entorno más próximo y los resolvieran para, de esta forma, mejorar constantemente los resultados de su trabajo y el ambiente en el que lo desempeñaban.

Para la resolución de problemas la JUSE (Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses) agrupó una serie de técnicas o "herramientas" para la resolución de problemas, reformulándolas y adaptándolas en algunos casos para poder ser comprendidas y utilizadas fácilmente por los participantes de menor nivel. Este fue el origen las 7 Herramientas Básicas de la Calidad.

En los años que transcurrieron a la implantación de los círculos de mejora de la calidad en las empresas japonesas se produjeron grandes avances en la mejora de la calidad de los productos fabricados y las técnicas se implantaron rápidamente en las fábricas y departamentos de producción. Pero pronto se dieron cuenta de que la calidad se asociaba a la fabricación y que las áreas administrativas y de gestión quedaban fuera del radio de acción de las nuevas técnicas y herramientas agrupadas bajo la denominación de Calidad Total.

En la década de los 70, un comité de la JUSE analizó un conjunto de técnicas de gestión con el fin de encontrar un nuevo conjunto de herramientas de fácil manejo pero, en este caso, para ser utilizadas para la gestión y la planificación de una empresa. Es decir, una serie de herramientas que pudieran ayudar a los puestos directivos y de gestión de una empresa a alcanzar los niveles de calidad deseados y gestionar la empresa de acuerdo con los principios de la Calidad Total.

De esta forma nacieron las 7 Nuevas Herramientas de gestión y planificación, que serían utilizadas por los gestores de las empresas de una forma similar a como los grupos de mejora de la calidad habían utilizado las 7 Herramientas Básicas. El reto era conseguir que con estas nuevas y sencillas herramientas la cultura de la calidad total se extendiera a áreas de la empresa que, tradicionalmente, no estaban asociadas con la función calidad.

Con estas herramientas los directivos de dichas áreas podían realizar sus tareas dentro de un programa de Calidad Total y, además, implantar programas de mejora continua que supondrían una mejora para toda la organización en general y sus áreas en particular.

Las siete nuevas herramientas son herramientas pensadas para su utilización en grupos de trabajo fundamentalmente en la etapa de planificación de la calidad (Plan, dentro del ciclo PDCA).

Al contrario de las 7 Herramientas Básicas, en las que primaba la búsqueda y análisis de datos, las siete nuevas herramientas promueven la creatividad y son de gran utilidad a la hora de tomar decisiones en entornos de trabajo en equipo, por lo que se recomienda su uso siempre que puedan ser de utilidad en la gestión de un área o empresa.

Seguidamente se numeran las 7 herramientas Básicas y las nuevas 7 Herramientas de Gestión. La explicación en profundidad de las primeras figura en el Manual de Herramientas que se anexa a este tercer módulo. En cuanto a las segundas, su estudio queda inicialmente fuera del alcance de este curso.

<b>HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD</b>	
<b>7 HERRAMIENTAS BÁSICAS</b>	<b>7 NUEVAS HERRAMIENTAS</b>
Hoja de recogida de datos	Diagrama de afinidad
Estratificación	Diagrama de relaciones
Diagrama de Pareto	Diagrama de árbol
Diagrama causa-efecto	Diagrama de matriz
Histograma	Diagrama del proceso de decisión
Gráficos y gráficos de control	Diagrama de flechas
Diagrama de dispersión	Matrices de priorización

Anexo al Módulo 3  
Manual de Herramientas de Calidad

**Anexo**

**I. Herramientas para mejorar la Calidad**

- A. Estratificación
- B. Hoja de recogida de datos
- C. Gráficos e Histograma
- D. Diagrama de Pareto
- E. Diagrama causa-efecto
- F. Diagrama de dispersión
- G. Gráficos de control

## **1. Herramientas para mejorar la Calidad**

---

Las siete herramientas de mejora de la calidad son las siguientes:

- Estratificación
- Hoja de recogida de datos
- Gráficos e Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama causa-efecto
- Diagrama de dispersión
- Gráficos de control

A estas herramientas se las conoce como las siete herramientas básicas de control de calidad, debido a su utilización habitual por los técnicos de control de calidad, y fueron enunciadas como tales por K. Ishikawa, en los años 50, como conjunto de herramientas para la mejora continua.

Estas herramientas tal como las formuló Ishikawa fueron adaptadas, partiendo en algunas de ellas de un origen científico, para facilitar la resolución de problemas por medio de técnicas simples que cualquier persona pudiera utilizar, con independencia de su formación o cualificación.

En cada uno de los pasos del proceso PDCA se utilizan habitualmente estas herramientas, según el problema que se pretende resolver o la tarea que se va a mejorar. La finalidad de este manual es dar a conocer qué herramientas son más útiles en cada uno de los pasos en los que hemos descompuesto el proceso de mejora continua.

### **1.1 Estratificación**

Si bien la estratificación y la hoja de recogida de datos (la siguiente herramienta que se va a tratar) son herramientas bien diferenciadas, en muchos casos se usan de manera combinada, para descubrir información que permanecería oculta si sólo se utilizara una de ellas.

Por estratificación se entiende la estructuración y agrupación de los datos en grupos homogéneos independientes entre sí, determinados a partir de factores o características que puedan intervenir en la naturaleza de dichos datos. Estos grupos se denominan estratos.

En el ejemplo de los retrasos en la entrega, pueden existir ciertos factores como la distancia al punto de entrega, el volumen de la mercancía a entregar, el tipo de transporte, etc., que van a influir, sin duda, en el tiempo de entrega, y por tanto en los retrasos. Si los datos que se recojan sobre las entregas no están convenientemente separados, la información mezclada puede enmascarar los problemas.

La estratificación es, generalmente, un paso previo a la recogida de los datos, para que éstos puedan ser estructurados teniendo en cuenta los posibles factores de influencia, aunque hay casos, en que la posible estratificación no es conocida ni intuida, en los que se deberá realizar una toma masiva de datos para intentar la estratificación a posteriori.

Ejemplos de factores de estratificación son los siguientes:

- Factores ligados al tiempo: días, meses, turnos, etc.
- Factores que dependen de las personas: operarios, vendedores,...
- Factores dependientes de los equipos utilizados.
- Factores de distancia o distribución geográfica.
- Tipos de clientes a los que va dirigido el producto/servicio.
- Factores relacionados con los materiales utilizados: proveedor del mismo, nº de lote, ...

Con estos factores u otros diferentes, específicos del problema en estudio, se prepara una hoja de recogida de datos con la que se consiga información útil para las fases siguientes.

## **1.2. Hoja de recogida de datos**

Como se ha dicho anteriormente, los datos son una parte fundamental para soportar cualquier teoría que quiera explicar cómo sucede un hecho determinado.

Sin datos que la avalen, una teoría puede ser fruto de la opinión o de la percepción de alguien, pero no corresponder a una realidad contrastable. Es, pues, obligado, obtener los datos referentes al problema que se está estudiando, para poder encontrar las razones de los resultados distintos a los esperados o deseados.

La hoja de recogida de datos es un instrumento que permite la recolección sistemática de la información necesaria para estudiar un problema, que ha de ser preparada en función de la finalidad y las características de los datos que vamos a obtener.

Dentro de la variedad de hojas de recogida de datos que se pueden diseñar, existen diferentes tipos:

- Hojas de recogida de datos discretos (recuento).
- Hojas de recogida de datos continuos (medición).
- Hojas de recogida de datos por posición.
- Hojas utilizadas como lista de comprobación.
- Hojas de síntesis.

### **a. Hoja de recogida de datos discretos**

Esta hoja se utiliza para registrar aquellos datos que no pueden tomar normalmente más de dos valores (falla/no falla, pasa/no pasa, etc) como pueden ser los fallos o sucesos no deseados que aparecen. También se llaman hojas de recuento porque la recogida supone contar el número de veces que aparece un dato determinado, como el número de veces que aparece una avería o el número de retrasos que se producen.

Los datos se deben de recoger teniendo en cuenta los distintos estratos que afectan al problema que se estudia, como tipo de fallo, turno, operario, etc.

En la figura siguiente se puede ver un ejemplo de este tipo de hoja de recogida de datos.

		L			M			X			J			V			S	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
<b>MÁQUINA 1</b>	M																	
	E																	
	P																	
<b>MÁQUINA 2</b>	M																	
	E																	
	P																	
<b>MÁQUINA 3</b>	M																	
	E																	
	P																	

Semana del al de de

Averías en máquinas

**b. Hoja de recogida de datos continuos**

Se utiliza en los casos en que los datos a recoger pueden adoptar cualquier valor entre unos límites determinados, como temperaturas, tiempos, pesos, velocidades, etc.

En estos casos no interesa conocer el número de veces que sucede algo sino los valores (datos) que adopta el fenómeno que se está estudiando, por lo que en la hoja será necesario prever los espacios necesarios para recoger esta información. Igual que en el caso anterior será necesario prever los posibles factores de estratificación para clasificar los datos recogidos.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de este tipo de hojas.

MEDICIONES	HORAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Resistencia eléctrica								
Voltaje grupo 1								
Voltaje grupo 2								
Temperatura válvula A								
Presión vapor A								
Presión vapor B								
Velocidad motor								
Fecha: Rondista: Grupo:	Notas:							

**c. Hoja de recogida de datos por posición**

En algunos procesos es interesante saber no sólo cuantos fallos o defectos aparecen, sino también donde se presentan.

Para ello se prepara la hoja de forma que se represente la forma geométrica o el espacio físico del producto o proceso que se está analizando. Cuando aparezca un defecto, se situará con una marca en el lugar donde ha sucedido.

De esta manera, se podrán localizar concentraciones de defectos en una zona de un producto, en un lugar de las instalaciones o en una etapa de un proceso cualquiera.

**d. Hoja utilizada como lista de comprobación**

En este caso la hoja se utilizará para verificar que un proceso o producto cumple con una serie de características o tareas que aparecerán a modo de lista.

Según se vayan cumpliendo, se marcará en la lista y de este modo se averiguará si alguna de las características no se cumple o alguna de las tareas no se realiza.

**e. Hojas de síntesis**

Si la recogida de datos implica la distribución de varias hojas a diferentes personas, o en diferentes momentos o lugares, es de gran utilidad, para el posterior análisis de los datos, diseñar una hoja de síntesis en la que se recoja toda la información que está dispersada en varias hojas.

En esta hoja de síntesis se añadirá, además, el dato de quién y dónde ha realizado la recogida, por si fuera una información necesaria para realizar una posterior estratificación.

Como aspectos generales, comunes a cualquier tipo de hoja de datos es recomendable completar la información con una serie de datos adicionales como, por ejemplo, la fecha en que se ha realizado, quién lo ha hecho, los instrumentos empleados así como cualquier otra información que se considere de interés para el posterior análisis de los datos.

También es importante seleccionar cuidadosamente la forma y, sobre todo, las personas que van a recoger los datos ya que se corre el riesgo, a veces bienintencionado, de obtener datos sesgados o falseados.

Por último, hay que hacer notar el hecho de que cuanto más se simplifique la estructura de la hoja, más simple será su relleno y menos probabilidad habrá de que haya errores al transcribir a la hoja los datos obtenidos.

Una vez que se han recogido todos los datos necesarios, se puede comenzar con el análisis de los mismos.

En la tercera y última etapa del paso, es en la que se procesan todos los datos obtenidos en la fase anterior.

El procesado supone cambiar el soporte en el que se tienen los datos, es decir, pasar de la hojas de recogida a gráficos o diagramas (en papel o soporte informático) que faciliten su análisis.

Las herramientas más usadas para el análisis de la información son: los *Gráficos*, el *Diagrama de Pareto* y el *histograma*.

### **1.3. Gráficos e histogramas**

#### **a. Gráficos**

Algunos autores colocan, dentro de las siete herramientas básicas, a los gráficos junto con los gráficos de control, ya que consideran a estos últimos como un tipo especial de gráficos. Otros, como en nuestro caso, los colocamos junto a los histogramas. En cualquier caso es una herramienta visual y de apoyo que sirve para la representación de datos al principio de un proyecto o como apoyo para una presentación de los resultados obtenidos a la finalización de dicho proyecto.

Genéricamente los gráficos son representaciones visuales de los datos, organizadas de acuerdo con unos criterios determinados. Dentro de los gráficos, se emplean habitualmente tres tipos, en función de la información que se quiere obtener de ellos.

Estos tipos de gráficos son:

- Gráficos de barras.
- Gráficos de sectores.
- Gráficos de línea.

#### ***Gráficos de barras***

Son representaciones gráficas en dos ejes cartesianos; uno de ellos contiene los distintos grupos (estratos) de datos y el otro una escala representativa de la magnitud de cada grupo. La representación de cada dato se realiza mediante barras cuya altura o longitud (depende de la construcción) son proporcionales a la magnitud del dato.

En función de que la magnitud se coloque en el eje vertical o en el horizontal tendremos un diagrama de barras verticales u horizontales. No existen diferencias entre ambos, de manera que el único motivo de utilizar gráficos horizontales es la facilidad para indicar, mediante texto, los distintos grupos de datos y facilitar la comprensión del diagrama.

#### ***Gráficos de sectores***

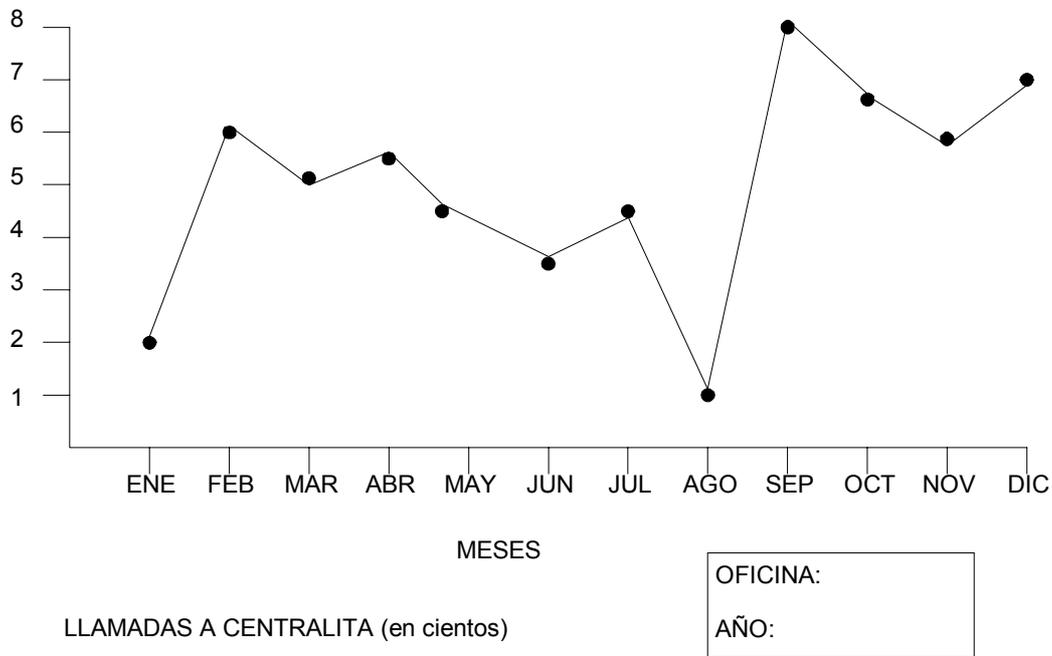
Estos gráficos, llamados también de tarta, por la forma que tienen, son la representación de un conjunto de datos de modo que se considera que el 100% del área de un círculo se corresponde con el total de los datos, y cada tipo de dato está representado por un sector circular de área proporcional a su magnitud relativa.

En la figura se puede ver un gráfico de sectores en el que se ha resaltado uno de ellos.

#### ***Gráficos de línea***

Son la representación gráfica de la evolución de un dato con respecto al tiempo.

La magnitud del dato objeto de la medición se representa en el eje vertical y el tiempo en el horizontal, tal y como se puede ver en la figura siguiente:



Existe un tipo especial de gráficos de línea denominados gráficos de control que muestran la evolución con respecto al tiempo de la variabilidad de un dato en función de unos límites calculados estadísticamente. Estos gráficos serán descritos en otro módulo de este curso.

Los gráficos son de gran utilidad cuando se quiere mostrar de forma clara los resultados de una toma de datos. Son una ayuda importante en presentaciones, ya que de un golpe de vista quedan al descubierto los problemas que han sido detectados.

Si se quiere resaltar un factor con respecto a los demás, se debe de usar el gráfico de sectores, marcando (o separando) el sector que interesa.

También se puede hacer esto con un gráfico de barras, aunque en este caso puede no quedar tan claro cuál es la contribución de un factor al total de la magnitud medida, sin embargo se pueden comparar fácilmente unos factores con otros.

Cuando se quiera presentar la evolución de una magnitud en el tiempo se deberá usar un gráfico de líneas.

En cualquier caso la elección de cada uno de ellos dependerá en gran medida del efecto que se quiera conseguir al presentar los datos en forma gráfica.

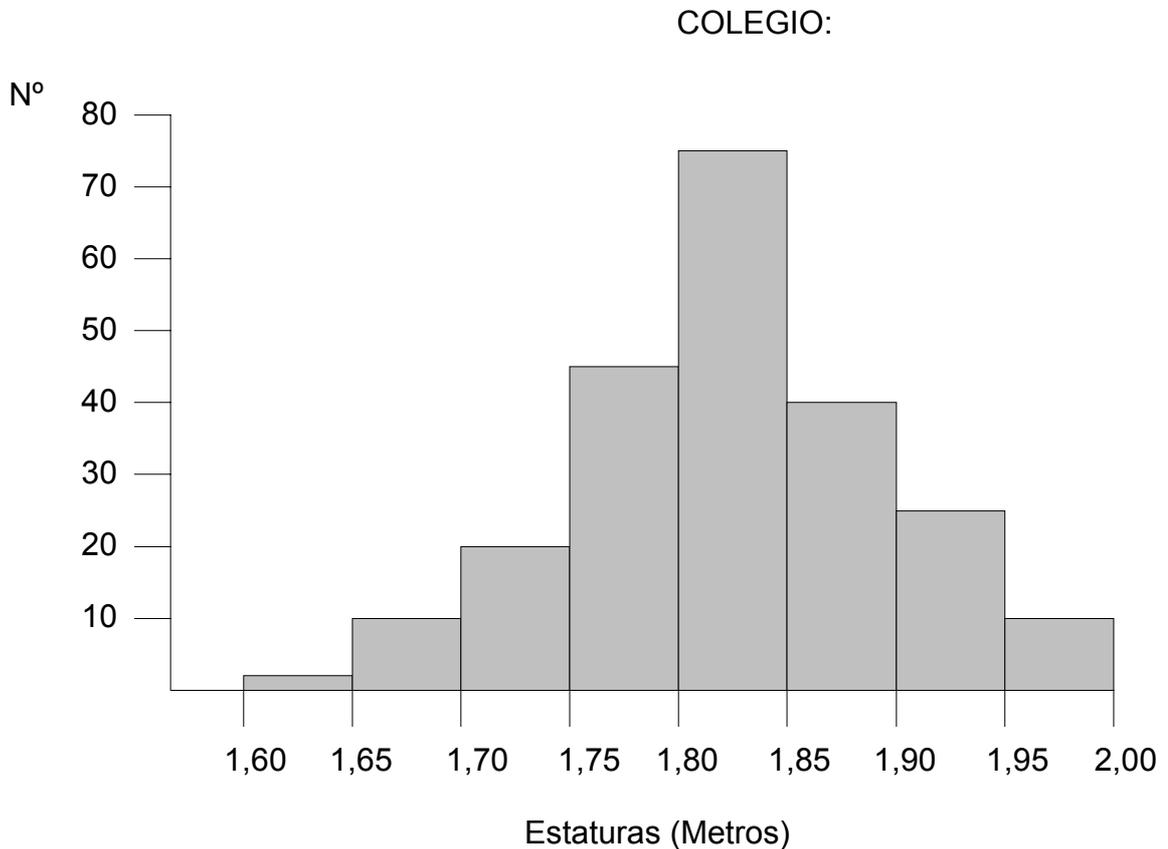
**b. Histograma**

El histograma es también un caso particular de gráfico de barras que se emplea con datos continuos (medibles) y representa la frecuencia con que aparecen determinados valores dentro de cada uno de los intervalos en que se ha dividido el campo de variación de los datos disponibles.

La altura de las barras representadas es proporcional a la frecuencia con que aparecen valores en cada uno de los intervalos. Para trabajar con los intervalos lo que se debe hacer es aproximar el conjunto de datos al valor intermedio de cada clase (marca de clase).

Para dibujar el histograma, se pone en el eje horizontal las clases con sus intervalo de valores y en el vertical las frecuencias de los datos.

Como resultado se obtendrá un gráfico como el de la figura:



Con el histograma a la vista, se pueden identificar las pautas de comportamiento del conjunto de los datos y extraer conclusiones.

La forma de comportamiento natural para un conjunto de datos (población) que responda a fenómenos normales suele aproximarse al histograma (a) de la figura que se presenta a continuación, y se denomina distribución normal o de campana.

La aparición de otras formas sugiere la existencia de factores no habituales y/o influencias externas al fenómeno que se está estudiando así como estratificaciones no detectadas de los datos.

Existen tres magnitudes de tipo estadístico que caracterizan a una distribución y que ayudan a saber si tiene un comportamiento normal. Estas magnitudes son la media, la mediana y la moda.

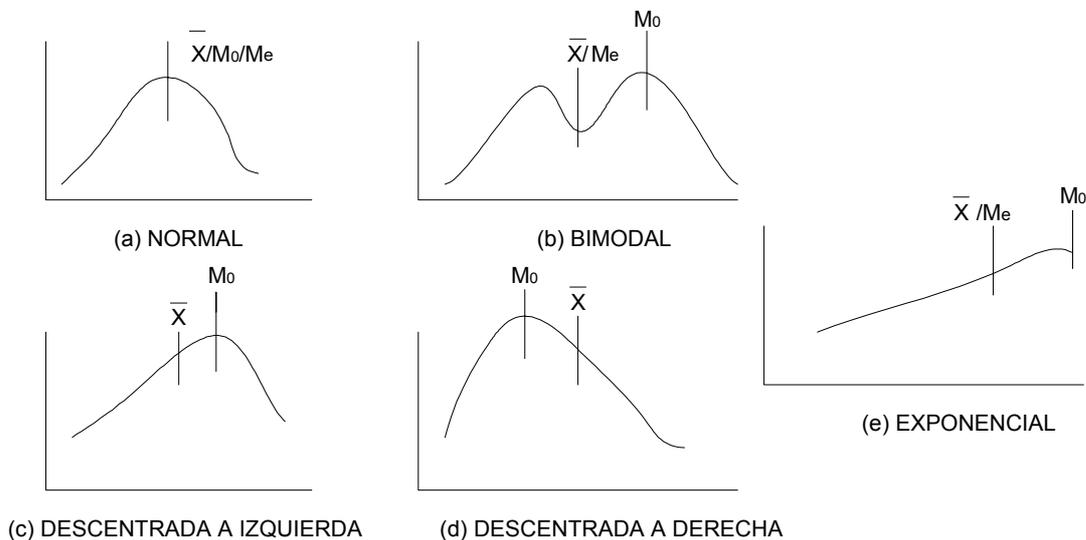
Calculando los tres datos y en función de las posiciones relativas de media, mediana y moda, se puede tener una primera idea del tipo de distribución obtenida. En la siguiente figura se presentan algunos casos típicos de distribución además de la normal (a).

La distribución (b) se denomina bimodal, ya que presenta dos clases separadas con frecuencias sensiblemente superiores a las demás. Este tipo de distribuciones suele aparecer cuando los datos recogidos corresponden a dos fenómenos distintos que se han mezclado. Según el efecto que se está estudiando puede tratarse de un cambio en el proceso, una mezcla de dos lotes diferentes, etc.

Las distribuciones (c) y (d), conocidas como cuasinormal descentrada, corresponden a fenómenos en los que la posible variabilidad de los datos está limitada por algún factor determinante, como pueden ser procesos sometidos a bloqueos (topes o fines de carrera).

Un caso particular de estas distribuciones es la exponencial (e), en la que solamente aparecen datos en uno de los sentidos de variación.

La información que ofrecen los histogramas permite interpretar si estamos ante un fenómeno influido por factores normales, o existe algún factor extraño (problema) e incluso permite conocer si existen errores o tendencias en la toma de datos.



Tipos de distribuciones

**1.4. Diagrama de Pareto**

El diagrama de análisis de Pareto es un caso particular del gráfico de barras, en el que las barras que representan los factores correspondientes a una magnitud cualquiera están ordenados de mayor a menor y de izquierda a derecha.

Este gráfico se apoya en el llamado "principio de Pareto", que sostiene que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, solamente unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto. En otras palabras, se puede decir que aproximadamente el 20% de los elementos son causantes del 80% del efecto, lo que da a este diagrama el nombre de 80/20.

Este principio empírico que se presenta en todos los ámbitos de la vida como el económico (la mayor parte de la riqueza está concentrada en unas pocas personas), el geográfico (la mayoría de la población vive en una pequeña parte del territorio), etc., se aplica al análisis de problemas entendiendo que existen unos pocos factores (o causas) que originan la mayor parte de un problema.

Los pasos que se siguen para la construcción de un diagrama de Pareto son los siguientes:

- Una vez recogidos los datos, éstos se clasifican por categorías o factores de estratificación.
- Se ordenan las categorías de mayor a menor en un cuadro como el que se puede ver en la figura de la página siguiente. Generalmente si existen varias categorías con una contribución individual muy pequeña al porcentaje total, y con objeto de que no se obtenga un diagrama demasiado largo, estas categorías se suelen agrupar en una genérica, bajo la denominación de "otros" y se colocan en el último lugar del cuadro.

<b>RECLAMACIONES CLIENTES</b>			
<b>MOTIVOS</b>	<b>Nº Reclam.</b>	<b>%</b>	<b>% Acum</b>
<b>Facturación</b>	24		
<b>Retrasos</b>	9		
<b>Adelantos</b>	6		
<b>Cantidad de más</b>	4		
<b>Cantidad de menos</b>	3		
<b>Error de producto</b>	3		
<b>Fallo de producto</b>	2		
<b>Embalaje roto</b>	1		
<b>Etiqueta mal</b>	1		
<b>Error de envío</b>	1		
<b>TOTALES</b>	<b>54</b>		

- En ese mismo cuadro se colocan los porcentajes de cada categoría con respecto del total y el porcentaje acumulado. El acumulado es el porcentaje de una categoría más los de todas las categorías con porcentaje superior.
- Se construye un diagrama con las categorías en el eje horizontal, y dos ejes verticales, el de la izquierda con una escala proporcional a la magnitud medida (valor total de los datos) y el de la derecha con una escala porcentual del mismo tamaño tal como se representa en la figura siguiente:

<b>RECLAMACIONES CLIENTES</b>			
<b>MOTIVOS</b>	<b>Nº Reclam.</b>	<b>%</b>	<b>% Acum</b>
<b>Facturación</b>	24	44	44
<b>Retrasos</b>	9	17	61
<b>Adelantos</b>	6	11	72
<b>Cantidad de más</b>	4	7	79
<b>Cantidad de menos</b>	3	6	85
<b>Error de producto</b>	3	6	91
<b>Fallo de producto</b>	2	3	94
<b>Otros</b>	3	6	100
<b>TOTALES</b>	<b>54</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

- Se colocan las barras de mayor a menor y de izquierda a derecha, pero poniendo en último lugar la barra correspondiente a otros (aunque no sea la menor).
- Se marcan en el gráfico con un punto cada uno de los porcentajes acumulados (los puntos se pueden situar en el centro de cada una de las categorías o en la zona dónde se juntan una con otra) y se unen los puntos mediante líneas rectas.
- Se separan (por medio de una línea recta discontinua, por ejemplo) las pocas categorías que contribuyen a la mayor parte del problema. Esto se hará en el punto en el que el porcentaje acumulado suma entre el 70% y el 90% del total (generalmente en este punto la recta sufre un cambio importante de inclinación).

Se dispondrá, una vez realizadas todas estas operaciones, de un diagrama de Pareto como el de la figura siguiente:

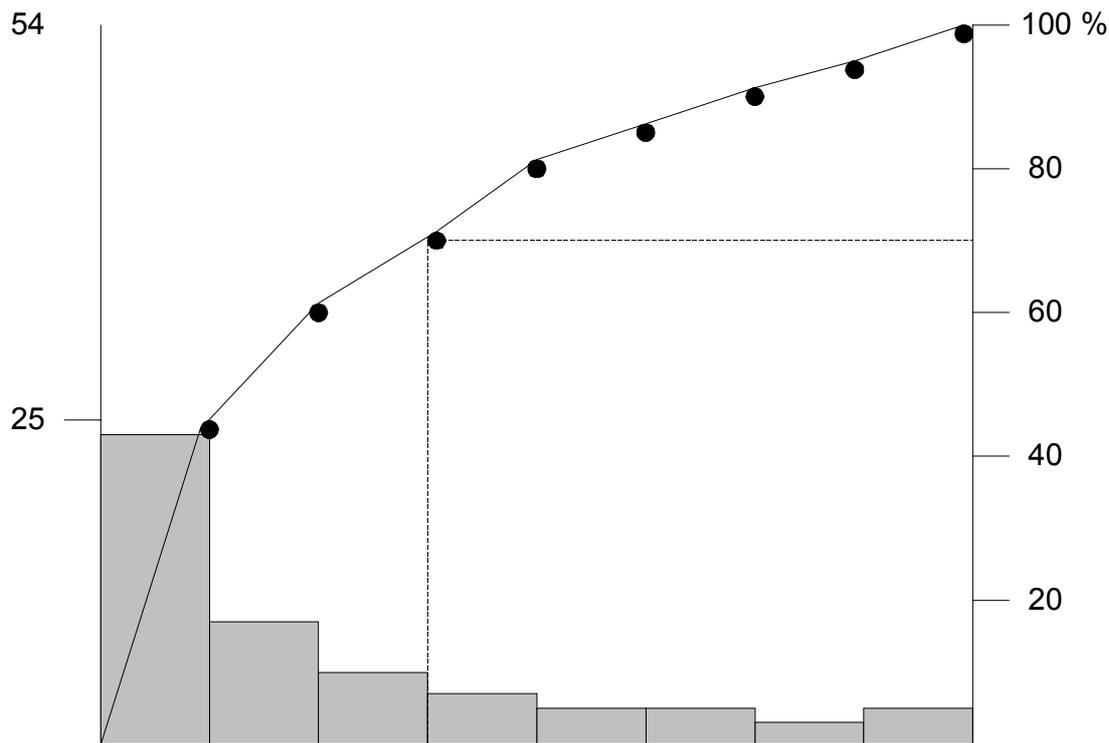


Diagrama de Pareto

Algunas veces se suele dar el caso de que no quede clara la frontera entre las pocas categorías importantes y las demás. En estos casos aparece lo que algunos autores denominan como "la zona dudosa", que empieza en la zona en torno al 50% y termina sobre el 80%.

Cuando suceda esto, se recomienda no tomar en consideración las categorías de la zona dudosa y concentrarse en el 50%-60% que más contribuye al efecto o problema que se está analizando.

También puede suceder, al representar un diagrama de Pareto, que no aparezcan categorías significativas, sino que todas contribuyen de manera similar al efecto (Pareto plano). Esto suele ser un síntoma de elección inadecuada de los factores de estratificación, ya que el efecto estudiado es el mismo en cualquier factor.

Cuando se utiliza el diagrama de Pareto para la resolución de problemas es conveniente analizar el efecto (problema) bajo diferentes puntos de vista, de manera que los distintos diagramas que resultan pueden orientar sobre prioridades para la solución. Así por ejemplo, si se estudia un problema de rechace por defectos, se puede realizar un diagrama en función del tipo y número de defectos, pero también se pueden preparar otros, sin variar los tipos de defecto, en función del coste de los defectos o de la importancia de los mismos frente al cliente. Los resultados que se obtengan pueden variar completamente el orden de las categorías del primer diagrama.

En función de las características del problema y de la dirección que lleve el equipo de trabajo se elegirá una estratificación u otra, aunque se recomienda realizar siempre un diagrama de Pareto de costes, ya que éste es un criterio importante en la mayoría de las organizaciones.

El uso del diagrama de Pareto es continuo e iterativo, ya que una vez solucionados los pocos factores importantes, un nuevo análisis revelará que algunos de los que en el análisis anterior eran menos importantes han pasado a ser vitales.

**1.5. Diagrama causa-efecto**

El diagrama causa-efecto o diagrama de espina de pez de Ishikawa es una herramienta que relaciona gráficamente, y de una forma sistemática, las causas de un problema dado con el efecto que producen en un producto, servicio o proceso cualquiera.

Este diagrama, según los manuales sobre calidad, se debe a K. Ishikawa y por su forma recuerda a una espina de pescado (de ahí su otro nombre). Su intención al diseñarlo era obtener un gráfico de fácil interpretación, que pusiera de manifiesto las relaciones entre un efecto y las causas que lo producen, de manera que quedasen expuestas visualmente todas las causas que contribuyen a un efecto hasta el nivel que se desease, aunque en la mayoría de los casos la intención es llegar hasta las causas raíz.

No se debe olvidar que las relaciones en el diagrama causa-efecto son cualitativas e hipotéticas y que las causas que en el aparecen deben ser comprobadas posteriormente con datos.

Existen dos formas de abordar un diagrama causa-efecto, que se indican a continuación:

La primera es una opción "deductiva" y consiste en generar la lista de causas posibles y proceder a su agrupación por medio de la realización de un diagrama de afinidad bajo unos criterios "tipo" que se conocen como las 5 M's en el caso de productos o las 5 P's en el de servicios y que, en general contienen la mayor parte de las posibles causas que pueden originar un problema.

Las 5 M's y las 5 P's son las siguientes:

- Mano de obra ..... Personal
- Materiales ..... Provisiones
- Métodos..... Procedimientos
- Máquinas ..... Puesto (instalaciones)
- Medio ambiente ..... Personas (clientes)

La experiencia dice que estos criterios sirven muchas veces como una primera aproximación y que luego, en función del efecto analizado, surgen otros más concretos que son los que quedan definitivamente en el diagrama.

La segunda opción parte del análisis de los datos realizado en el paso anterior y de la experiencia del equipo que está trabajando para llevar a cabo una labor "inductiva" comenzando desde el efecto para llegar desde las causas más generales hasta las causas raíz a través de las causas tipo.

Para llegar desde el efecto hasta las causas raíz se suele comenzar haciéndose la siguiente pregunta: ¿en qué manera los materiales, métodos, etc, están contribuyendo a que suceda el efecto? Como consecuencia de esto irán apareciendo una serie de causas generales, a las que se seguirá preguntando por qué, para ir buscando las específicas, hasta llegar a las causas verdaderas del problema o causas raíz.

Los pasos para la construcción de un diagrama causa-efecto, son los siguientes:

Definir claramente el efecto, cuyas causas van a identificarse y ponerlo por escrito, preferentemente en una tarjeta autoadhesiva.

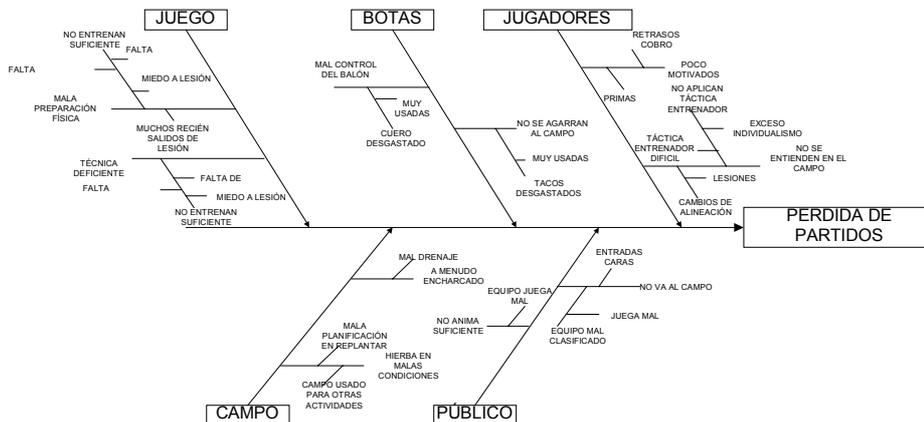
Dibujar una flecha horizontal larga y colocar en la punta el efecto definido con anterioridad.

Colocar los criterios o las causas generales con las que se han agrupado o se van a explorar las causas, alrededor de la flecha horizontal y unir las a esta mediante líneas inclinadas.

Añadir las causas y subcausas agrupadas en cada uno de sus criterios correspondientes, o a medida que vayan surgiendo. En el caso del método inductivo es conveniente realizar el análisis criterio a criterio, hasta llegar al grado de profundidad suficiente (5 "por qué").

Probar la validez de la secuencia causal, es decir, empezando desde la causa raíz, seguir el razonamiento hasta el efecto investigado y comprobar que tiene sentido lógico.

Una vez realizados todos estos pasos, se habrá obtenido un diagrama como el de la figura:



Se recomienda dibujar las líneas paralelas, para una mejor interpretación y un mejor aspecto a la hora de presentar un diagrama causa-efecto. Concretamente, las horizontales paralelas a la flecha principal y las verticales, que generalmente se dibujan con una ligera inclinación a la izquierda, paralelas entre sí.

Si al terminar un diagrama se descubre que una rama tiene pocas causas en comparación con las demás, puede querer decir que esta rama requiere un estudio más en profundidad, debido, tal vez a que el equipo no conoce suficientemente bien alguna parte del problema investigado. Se recomienda estudiar detenidamente esta rama, por si en ella se encontrase la causa raíz.

Uno de los fallos más comunes a la hora de usar el diagrama causa-efecto es tomar como reales las causas que aparecen, sin contrastarlas con información del problema objeto de estudio. El diagrama causa-efecto es una herramienta útil para el análisis de causas, pero no sustituye a la comprobación de las mismas con datos reales.

Otro de los problemas que pueden surgir en el momento de confeccionar un diagrama es que alguno de los participantes quiera limitar las causas que aparecen, lo que puede suponer que el equipo pase por alto alguna de las causas raíz importantes del problema, con el consiguiente fracaso cuando se implanten las soluciones.

Por último se recomienda no comenzar la construcción de este diagrama hasta no haber analizado datos reales del problema, es decir, no saltarse el segundo de los pasos del proceso de mejora continua, ya que las causas obtenidas así pueden ser muy difusas y algunas incluso no ser reales sino fruto de la percepción de algún miembro del equipo.

### **1.6. Diagrama de dispersión**

El Diagrama de Dispersión es una forma gráfica de representar, en dos ejes cartesianos, la relación existente entre dos variables, en términos de la dependencia (o influencia) de una con respecto a la otra.

No se trata de encontrar una relación matemática precisa, sino de verificar que existe una relación y cómo es ésta, de forma aproximada.

En esta fase se suele usar, principalmente, para ver la relación entre un efecto y una de las supuestas causas que lo producen o para ver la relación entre dos causas que provocan un mismo efecto.

Para construir un diagrama de dispersión se recomienda seguir el siguiente esquema:

- Escoger las dos variables que se van a relacionar, ya sean dos causas o una causa y su efecto.
- Establecer, antes de la construcción propiamente dicha del diagrama, una hipótesis acerca de la posible relación entre ambas.
- Construir una tabla que nos relacione los valores de ambas variables por parejas. Si no se dispone de datos, será necesario hacer una toma.
- Dibujar el diagrama poniendo una variable en cada uno de los ejes cartesianos, con una escala de valores que se ajuste a los datos de que se dispone. En el caso de que las variables que se van a relacionar sean un efecto y una causa, generalmente se coloca el efecto en el eje vertical.
- Situar los puntos para los pares de valores de ambas variables.

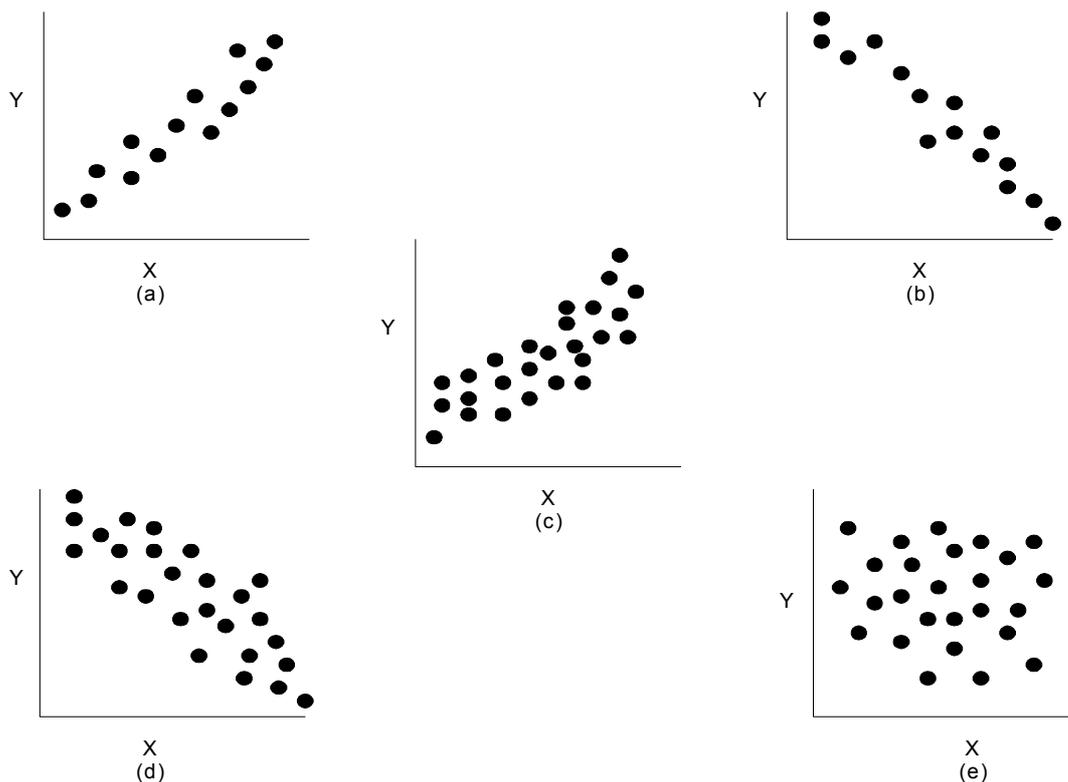
- Encontrar la correlación y decidir si ésta apoya la hipótesis inicial. Si no fuese así formular una nueva hipótesis que corrobore lo que se ha obtenido.

Al realizar un diagrama de dispersión puede aparecer una distribución (o nube) de puntos parecida a alguna de las que se observan en la figura de la página siguiente.

La figura (a) muestra una correlación positiva fuerte mientras que la (b) es negativa fuerte. Las figuras (c) y (d) muestran correlación débil, positiva en el primer caso y negativa en el segundo. La figura (e) corresponde a un diagrama sin correlación aparente.

Hay que hacer notar que, aunque el diagrama de dispersión muestra una relación entre dos variables, esta es una herramienta que hay que utilizar con especial cuidado. Cuando en un diagrama de dispersión del tipo causa-efecto no existe correlación, es un síntoma de que la causa analizada no es una verdadera causa, pero cuando existe correlación es necesario profundizar más en el análisis, ya que se puede tratar de una causa entre varias.

El diagrama de dispersión es una herramienta de verificación de la existencia de la relación entre causas, que complementa a un diagrama causa-efecto. Sólo un conocimiento preciso del problema que se está tratando, junto con un análisis previo de las causas, y complementado con un diagrama de dispersión, puede asegurar la relación entre una causa y su posible efecto.



Gráficos de correlación

Dependiendo de qué escala se escoja para cada una de las dos variables se puede obtener una diferente distribución de puntos en el diagrama, por lo que se recomienda tener especial cuidado al realizar esta operación, tratando de dimensionar los ejes de acuerdo con

los datos disponibles, de modo que el espacio disponible para la representación se aproxime a un cuadrado.

También se recomienda verificar que no existe una estratificación de los datos que enmascare una posible correlación.

Una vez localizadas y contrastadas con los datos las causas raíz que dan lugar al problema que se está tratando, el siguiente paso consistirá en plantear las posibles soluciones para cada una de las causas raíz detectadas.

### **1.7. Gráfico de control**

Los gráficos de control, como cualquier otro gráfico de línea, muestra la evolución de una variable con respecto al tiempo de modo que los datos se representan en dos ejes cartesianos (el tiempo en el horizontal y la variable en el vertical), pero tienen una serie de particularidades que los diferencian. Este tipo de gráficos será estudiado en profundidad en otro módulo de este curso, por lo que no se hace preciso profundizar más en este manual.