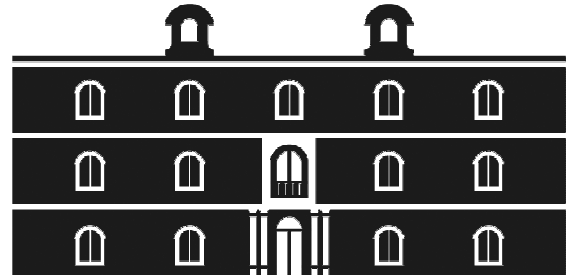




Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales

etsii UPCT

MEJORA DEL DISEÑO DE UN SERVICIO MEDIANTE LA METODOLOGÍA AMFE. UNA APLICACIÓN EN UNA EMPRESA HOTELERA

Titulación: Ingeniería Industrial

Alumno/a: Jesús García Cánovas

Director/a/s: Eva Martínez Caro

Cartagena, 2 de Febrero de 2015

1.	Introducción	2
2.	Mejora de la calidad	6
	2.1. Aproximación al concepto de calidad	7
	2.2. Calidad de los servicios	10
	2.3. Herramientas de la calidad	14
3.	Análisis Modal de Fallos y Efectos	44
	3.1. Introducción al AMFE	46
	3.2. Procedimiento de elaboración de un AMFE	48
	3.3. Análisis e interpretación de los resultados	60
	3.4. Ventajas e inconvenientes que aporta el AMFE	62
4.	Aplicación del AMFE a una empresa hotelera	64
	4.1. Calidad en el sector hotelero	65
	4.2. Descripción de la empresa	69
	4.3. Fases iniciales	70
	4.4. Diseño de la hoja de control	72
	4.5. Resultados	77
	4.6. Medidas propuestas y objetivos a alcanzar	79
5.	Conclusiones. Trabajo futuro	82
6.	Referencias bibliográficas	85

1. Introducción

El resolver problemas es hoy en día una de las principales actividades de todas las empresas. Se estima que en las empresas los esfuerzos para resolver los problemas ocupan en torno al 80% del trabajo, mientras que la planificación y prevención tan sólo un 10%, y la toma de decisiones otro 10%. Ante esta actitud reactiva, las empresas deberían ser proactivas y realizar mejoras en el producto para disminuir el número de problemas que puedan aparecer posteriormente.

La palanca de calidad nos permite ver gráficamente los resultados de los esfuerzos de mejora realizados en el proceso productivo en función del momento en que se llevan a cabo. Si el esfuerzo de mejora se realiza en el diseño del producto se logrará una mejora de 100:1 frente a una mejora de 1:1 si se lleva a cabo en producción.

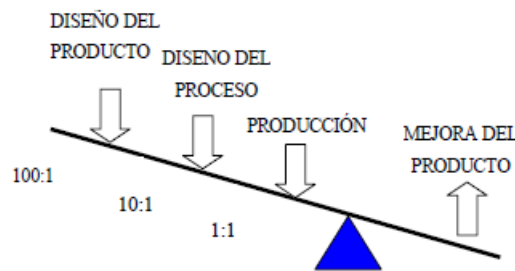


Figura 1: Palanca de la calidad

Cuanto más tarde corriamos los fallos, más caro nos resultará resolverlos. Un fallo que llega a un cliente es más perjudicial para la empresa que un fallo que se detecta en las pruebas realizadas en la cadena productiva.

Merece la pena, por lo tanto, prevenir los fallos en la fase de diseño y emplear herramientas proactivas. Esta decisión nos conduce al concepto de Calidad por Diseño, esto es, conseguir que los productos y procesos sean buenos desde sus primeras etapas de desarrollo. El AMFE es una herramienta que ayuda a planificar y prevenir, introduciendo la calidad en la fase de Diseño.

Como objetivos fundamentales a lograr señalaríamos:

- El objetivo prioritario es la satisfacción del cliente, mediante la mejora de la calidad del proceso o del diseño del producto.
- Introducir a las empresas en la filosofía de la prevención.
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto, en diseño o proceso.
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso, de forma que quede constancia y sirva de guía para futuras acciones similares.

En este trabajo, se busca aplicar una herramienta de mejora de la calidad (denominada AMFE) a una empresa del sector servicios, concretamente a un hotel, partiendo del análisis de los posibles modos de fallo que pudieran darse, e intentar adelantarnos y evitarlos, mediante la aplicación de una serie de medidas correctoras sobre aquellos productos o servicios detectados como potenciales de fallo.

Por tanto, el objetivo principal será ofrecer la mejor calidad en el servicio prestado al cliente con la menor tasa de fallos posible en cualquiera de éstos servicios.

Las principales ventajas de la implantación del AMFE en una empresa de servicios son:

- Identificar los fallos o defectos antes de que estos ocurran.

- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios (reduciendo en gran medida los tiempos de desperdicios y re-trabajos).
- Procesos de desarrollo más cortos.
- Documenta los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementa la satisfacción del cliente.
- Mejora la imagen y competitividad de la compañía.
- Mejora la satisfacción del cliente.

2. Mejora de la calidad

2.1. Aproximación al concepto de calidad

La Real Academia Española define calidad como la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. Esta definición establece dos elementos importantes en su análisis. Primero, la referencia a características o propiedades y, segundo, su bondad para valorar “algo” a través de ella.

Puede decirse que la calidad es un término con el que los consumidores están familiarizados y entienden, pero que por regla general difícilmente pueden definir como concepto escurridizo que es. Se dice que un producto o servicio goza de calidad cuando cumple con las funciones o desempeño para el cual fue diseñado o creado.

En este sentido, la calidad es un término relativo multidimensional que supone acepciones diferentes, tanto en el tiempo, como en función de quien lo utilice y en qué ámbito, pues implica tanto juicios de valor individual como colectivo.

Feigenbaum (1951), la define como la totalidad de los rasgos y características de un bien o servicio respecto de su capacidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas del cliente. Está basada en la experiencia real del cliente con el bien o servicio, medida contra sus requisitos definidos técnica o subjetivamente.

Ishikawa (1986), de manera sintética calidad significa calidad del producto. Más específicamente, calidad es calidad del trabajo, calidad de servicio, calidad de la información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, etc.

Para Crosby (1988), la calidad es conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para

determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad.

Garvin (1988), acuña acepciones del término como excelencia, conformidad con las especificaciones, los requisitos y la adecuación al uso; valor del bien o servicio y logro de las expectativas de los clientes.

Deming (1989), considera que la calidad pasa por traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles; solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente.

Para Drucker (1990), la calidad no es lo que se pone dentro de un servicio, es lo que el cliente obtiene de él y por lo que está dispuesto a pagar.

Juran (1990), establece que la calidad consiste en aquellas características de producto que se basan en las necesidades del cliente y que por eso brindan satisfacción del producto.

Feigenbaum (1994), define la calidad como la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio respecto de su capacidad para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas. La calidad está basada en la experiencia real del cliente con el producto o servicio, medida contra sus requisitos definidos o tácitos, conscientes o solo percibidos u operacionales técnicamente o por completo subjetivos y siempre representa un objetivo móvil en el mercado competitivo.

Imai (1998), establece que la calidad se refiere, no solo a productos o servicios terminados, sino también a la calidad de los procesos que se relacionan con dichos productos o servicios. La calidad pasa por todas las fases de la actividad de la empresa, es decir, por todos los procesos de desarrollo, diseño, producción, venta y mantenimiento de los productos o servicios.

El carácter multidimensional de la calidad, ha provocado que diversos autores la definan en un sentido amplio. La calidad pasa por todas las fases de actividad de la empresa, es decir, por todos los procesos de desarrollo, diseño, producción, venta y mantenimiento de los productos o servicios.

En este sentido podríamos decir que la calidad impregna todas y cada una de las actividades en la cadena de valor (Porter, 1997) de cualquier unidad de negocio o conjunto de unidades de negocio.

Toda gestión de calidad (Juran, 1951; Crosby, 1979; Deming, 1989) pasa por captar las exigencias de los clientes, analizando a continuación la forma de ofrecerles soluciones que satisfagan sus necesidades.

Tiende a ser un concepto más subjetivo que objetivo, y que en general lo hace especialmente escurridizo no solo a nivel teórico sino también práctico. La calidad es considerada fácil de ver pero difícil de definir (Holbrook y Corfman, 1985; Garvin, 1988; Juran, 1990; Reeves y Vendar, 1994).

De la reflexión sobre los conceptos previos, puede deducirse que la calidad, como concepto, presenta dos dimensiones generales: la calidad objetiva, orientada a la medición de los estándares de excelencia y la calidad subjetiva, referida a las percepciones de los clientes (Deming, 1989).

2.2. Calidad de los servicios

En el terreno de la gestión, “calidad” significa suministrar al cliente un producto con un valor añadido que anteriormente no tenía. Un producto con un alto valor añadido es un producto de calidad, y una elevada calidad es un poderoso medio para elevar la competitividad y la cuota de mercado de las empresas.

Chesbrough (2002), introduce el concepto ciencia de los servicios con el objeto de analizarlos desde el punto de vista de los sistemas de ingeniería social.

Stauss, Engelmann, Kremer y Luhan (2008), lo definen como un área de conocimiento orientado a la resolución del problema de la economía de los servicios a través de un enfoque multidisciplinar tanto académico como de organizaciones de servicios.

La mejora de la competitividad se logra mediante el control de los factores del proceso productivo, pero la calidad no depende o se limita únicamente al área de producción, sino que ha de afectar a toda la organización. Sólo con un decidido esfuerzo encaminado a gestionar la calidad en toda la organización se puede reforzar su eficacia competitiva. Si así se hace, la empresa obtiene un alto rendimiento, pues la calidad se refleja en las ventas de productos o el aumento en la demanda de un servicio determinado, y por consiguiente el mantenimiento de una clientela fiel a la empresa, lo que provoca, también, satisfacción a los empleados y a los accionistas.

Mediante la Gestión de la Calidad Total (GCT), los clientes se inclinan por aquellos productos que poseen ventajas en las características de calidad que realmente valoran, sin sopesar el conjunto de factores de calidad que tenga realmente el producto.

La puesta en práctica de una estrategia y programa de Calidad Total no puede alcanzarse sin el liderazgo de la función o el departamento de recursos

humanos, o de la alta dirección. El motivo es que la calidad es una fuente de ventajas competitivas a la que los clientes otorgan cada vez mayor valor, influyendo enormemente en la rentabilidad y en la cuota de mercado de toda empresa.

Otro fin importante a lograr consiste en observar el nivel de satisfacción logrado en el entramado social que constituye la empresa, ya que el proceso hacia la calidad ha rebasado el planteamiento de una mera solución técnica para ser considerado como una filosofía de gestión estratégica empresarial. Gestión basada en el compromiso total de todos los recursos humanos, tanto de la dirección como de los trabajadores, para perseguir un perfeccionamiento continuo que es responsabilidad de todos, y a todos, en principio, beneficia. Es aquí donde podemos comenzar a apuntar el elemento motor de los beneficios esperados de la Gestión de la Calidad Total: el perfeccionamiento de la empresa es responsabilidad de todos.

La evolución del concepto de calidad en un servicio, ha abandonado en los últimos 25 años el estrecho marco de un valor ligado a las características físicas de bienes materiales.

Al ser, en general, bienes inmateriales e intangibles, los servicios no pueden definirse con la misma exactitud que los productos y, por tanto, resulta más difícil evaluar su nivel de calidad.

La mayoría de los servicios son intangibles (Lovelock, 1983). Esto significa que muchos servicios no pueden ser verificados por el consumidor antes de su compra para asegurarse de su calidad, ni tampoco se pueden dar las especificaciones uniformes de calidad propias de los bienes. Un ejemplo de esta cualidad podría ser la creación de una ambientación para el cliente de un hotel.

En el sector industrial, cuando un cliente se dirige a un proveedor para comprar un producto, el cliente exige unos requisitos, generalmente en forma de

especificaciones del producto: dimensiones, planos o características de funcionamiento.

En el sector de los servicios no siempre existen estas especificaciones, que son sustituidas en este caso por las expectativas de los clientes, es decir, lo que el cliente espera del servicio. La calidad de cualquier servicio depende, fundamentalmente, de lo bien que funcionen de forma integrada todos los elementos que intervienen en el proceso de prestación del servicio y de la capacidad que tengan estos elementos de satisfacer las expectativas de los clientes.

La heterogeneidad de los servicios es otro aspecto que caracteriza a dichos servicios, difícilmente un mismo servicio prestado por dos personas distintas tiene las mismas características, incluso el de un mismo oferente puede variar de un día a otro.

La inseparabilidad es el tercer atributo más característico de todo producto o servicio. *En muchos servicios, la producción y el consumo son indisociables* (Grönroos, 1978). En servicios intensivos en capital humano, a menudo tiene lugar una interacción entre el cliente y la persona de contacto de la empresa de servicios. Esto afecta considerablemente la calidad y su evaluación.

Según Parasuraman, Zeithaml y Berry (1985), estas características de los servicios implican cuatro consecuencias importantes en el estudio de la calidad de servicio:

- La calidad de los servicios es más difícil de evaluar que la de los bienes.
- La propia naturaleza de los servicios conduce a una mayor variabilidad de su calidad y, consecuentemente, a un riesgo percibido del cliente más alto que en el caso de la mayoría de bienes.
- La valoración (por parte del cliente) de la calidad de servicio tiene lugar mediante una comparación entre expectativas y resultados.
- Las evaluaciones de la calidad hacen referencia tanto a los resultados como a los procesos de prestación de los servicios.

Según la serie de normas ISO 9000, “la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con necesidades o expectativas establecidas”. De acuerdo con esta afirmación, la calidad del servicio se puede cuantificar mediante la diferencia que existe entre el servicio esperado y el servicio percibido por el cliente.

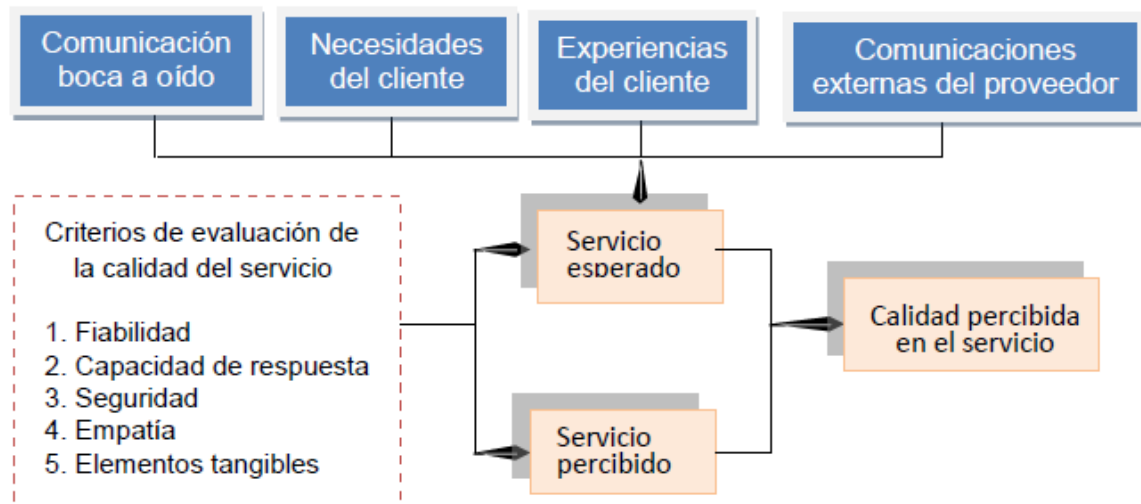


Figura 2: Calidad del servicio bajo la percepción de un cliente

2.3. Herramientas de la calidad

Los instrumentos o herramientas para la gestión de la calidad, se agruparon en un principio en lo que se conoce como “Las siete herramientas básicas de la calidad”.

Las siete herramientas básicas de la calidad es una denominación dada a un conjunto de técnicas gráficas identificadas como las más útiles en la solución de problemas enfocados a la calidad de los productos. Se conocen como herramientas básicas ya que son adecuadas para personas con poca formación en materia de estadísticas.

Estas siete herramientas de la calidad sirven para la recopilación sistemática de datos y para la visualización y análisis de los resultados. Ishikawa llevó a cabo la recopilación de estas siete herramientas, que a excepción del diagrama causa-efecto ya eran conocidas con anterioridad.

Este hombre realizó un escrito, donde explicaba el origen de su recopilación: *“Después de los seminarios de Deming y de otros expertos americanos, celebrados a principios de los años 50, habíamos empezado a enseñar en nuestras empresas técnicas estadísticas. Transcurridos dos o tres años, observamos que esas enseñanzas no proporcionaban resultados y estábamos enseñando a los hombres de la empresa un método estadístico excesivamente complejo, demasiado difícil de comprender. Los empleados empezaron a pensar que el método estadístico era algo muy difícil y que, por consiguiente, también el control de calidad resultaría difícil de implementar. Para corregir esos errores enseñamos el método estadístico siguiendo dos enfoques diferentes. En cuanto se refiere al primero, desde la alta dirección hasta los operarios, decidimos enseñar el método estadístico más sencillo, desarrollando así las 7 herramientas básicas. Con ese sencillo método se podía resolver el 95% de los problemas de la empresa”.*

Por tanto, la gran novedad aportada por el profesor Ishikawa fue, a parte del diagrama causa-efecto, el empleo sistemático conjunto de todas estas técnicas, lográndose con ello una gran efectividad en procesos.

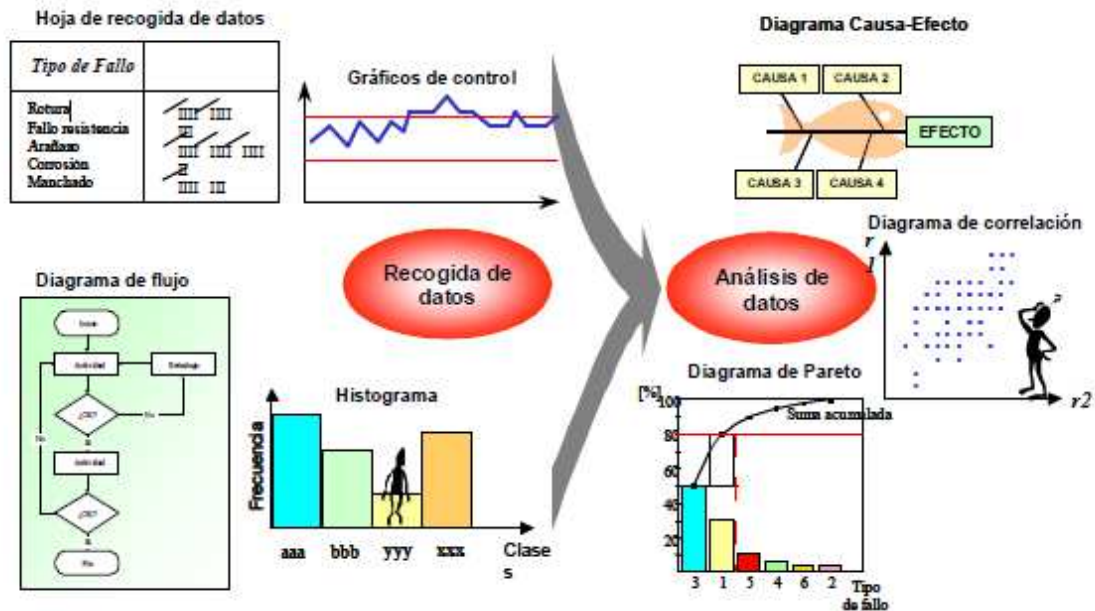


Figura 3. Las siete herramientas básicas de la calidad

▪ **Hoja de recogida de datos:**

Es un sencillo y práctico instrumento que sirve para recoger los datos de una forma estructurada y documentada.

Las Hojas de recogida de datos son el soporte indispensable sobre el que plasmar los datos de los que tenemos necesidad.

Esta hoja se construye en función de los objetivos y de la finalidad, que pueden ser muy diversos de una situación a otra.

Por ejemplo:

- Problemas relacionados con la seguridad.

- Tipo y cantidad de defectos aparecidos.
- Cantidad de productos fuera de especificaciones.
- Valoración completa de un problema.
- Grado de influencia sobre un problema de aspectos tales como el turno, los materiales, las máquinas, etc.
- Otros.

Para cada uno de esos casos podría desarrollarse una hoja de recogida de datos específica, pero eso podría causar dificultades a la persona encargada de efectuar la recogida de datos. Para facilitar esa tarea se han definido ciertas hojas estándar entre las que poder elegir la más conveniente para cada caso.

Esas hojas se adaptan en ocasiones a las exigencias concretas de cada recogida de datos.

Los datos recogidos con este instrumento suelen emplearse para el posterior desarrollo de otras herramientas más complejas.

PRODUCTO: TRATAMIENTO: ESPECIFICACIONES: Nº PIEZAS INSPEC.: Nº TOTAL PIEZAS: Nº DE LOTE:		FECHA: SECTOR: DEPARTAMENTO: OPERARIO: TURNO: NOTAS:										
	FECHA	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	15/7	16/7	17/7	TOT.
DEFECTOS												
Restos de suciedad												40
Lámpara fundida												6
Televisor averiado												28
Calefacción en desuso												8
Falta reposición baño		 			 			 				52
Otros												11
TOTAL		20	10	9	13	4	14	21	15	19	20	145

Figura 4. Ejemplo de Hoja de recogida de datos en una habitación de hotel

▪ **Gráficos de Control:**

Son una herramienta sencilla que puede ser fácilmente comprendida y empleada por todos los trabajadores. La filosofía que subyace a los Gráficos de Control es intentar acercar lo más posible la toma de decisiones a los puntos dónde realmente surgen los problemas sobre los que es necesario tomar dichas decisiones.

Los Gráficos de Control se emplean como sistema de vigilancia de un determinado proceso, generalmente de producción. Por ello, dichos gráficos deben satisfacer dos exigencias contrapuestas:

1. Si el proceso está fuera de control, el gráfico debe señalarlo tan pronto como sea posible. Cuanto antes se produzca la señal, más se reducirá la proporción de unidades no satisfactorias.

2. Si el proceso está bajo control, cualquier señal que lance el gráfico será una señal falsa. Este tipo de señales no son muy frecuentes. El gráfico de control debe permitir que un proceso bajo control opere durante largos periodos de tiempo sin producir señales falsas.

La operación de un Gráfico de Control es una prueba de la hipótesis de que el proceso está bajo control. Dos propiedades de la prueba de dicha hipótesis indican hasta qué punto puede satisfacer un Gráfico de Control los dos requisitos aparentemente opuestos anteriormente citados. Dichas propiedades son:

1. La fuerza de la prueba.
2. Su recorrido.

Número de la muestra	\bar{X}	R
1	19,95	0,9
2	19,80	0,7
3	20,32	1,3
4	20,04	1,0
5	19,86	0,8
6	20,08	0,7
7	20,60	1,2
8	20,12	0,9

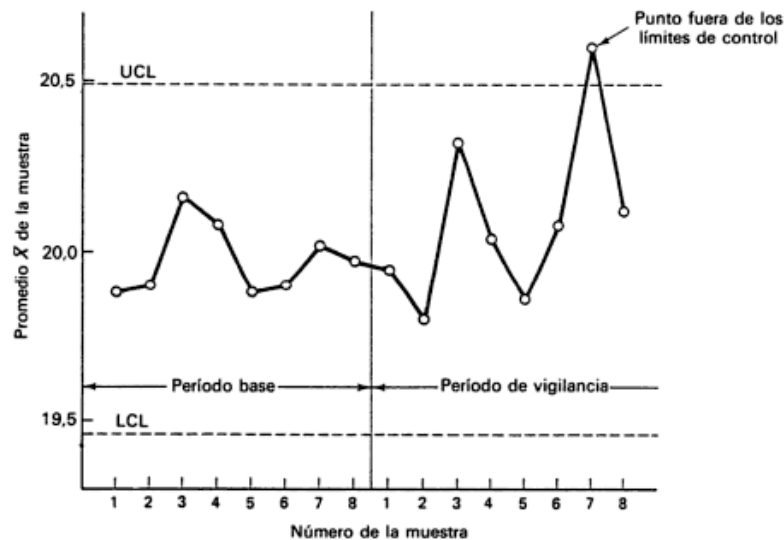


Figura 5. Gráficos de Control

▪ Diagrama Causa-Efecto:

También denominado Diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez, es una herramienta muy eficaz para desarrollar un análisis estructurado o discusión sobre un problema o tema concreto. Ayuda a la identificación de las posibles causas de un efecto (normalmente problema).

Se sitúa en el centro del diagrama una flecha apuntando hacia el efecto que se vaya a tratar. Se dibujan flechas que desembocan en esta flecha central, cada una dedicada a una categoría.

Se considera que las distintas categorías que pueden ser causa de un problema son las siguientes:

1. Bombilla
2. Corriente
3. Interruptor
4. Avería instalación

Dentro de cada una de estas categorías se intentan identificar las causas principales y secundarias que pueden ser responsabilidad de esta categoría.

En la siguiente figura para un problema concreto: fallo en sistema de iluminación de una habitación de hotel, se establecen las distintas causas ordenadas en las categorías antes mencionadas:

- Por ejemplo como posibles causas del fallo de la bombilla se identifican la inadecuada conexión de la misma, la falta o incompatibilidad de dicha bombilla o que se encuentre fundida.
- Dentro de la categoría corriente se identifican entre otras causas, un fallo de inexistencia de corriente o insuficiente para poder dar iluminación.
- Dentro de la categoría interruptor se apunta la posibilidad de que el interruptor haya saltado por algún motivo.
- Para la categoría avería de la instalación una posible causa sería una falta de revisión periódica a fin de actuar antes de que suceda el problema o fallo.

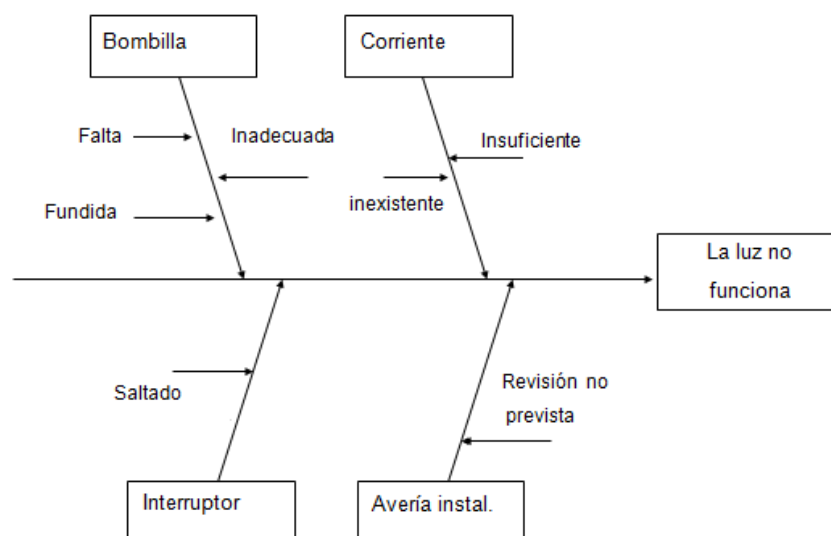


Figura 6. Ejemplo de Diagrama Causa-Efecto aplicado a un fallo de iluminación

▪ **Diagrama de Flujo:**

Un Diagrama de Flujo es una representación gráfica de la secuencia de etapas, operaciones, movimientos, decisiones y otros eventos que ocurren en un proceso. Esta representación se efectúa a través de formas y símbolos gráficos utilizados usualmente.

Los símbolos gráficos para dibujar un diagrama de flujo están más o menos normalizados.

Existen otros símbolos que se pueden utilizar. Lo importante es que su significado se entienda claramente a primera vista. En el ejemplo siguiente vemos un Diagrama de Flujo para representar el proceso de recepción de materia prima.

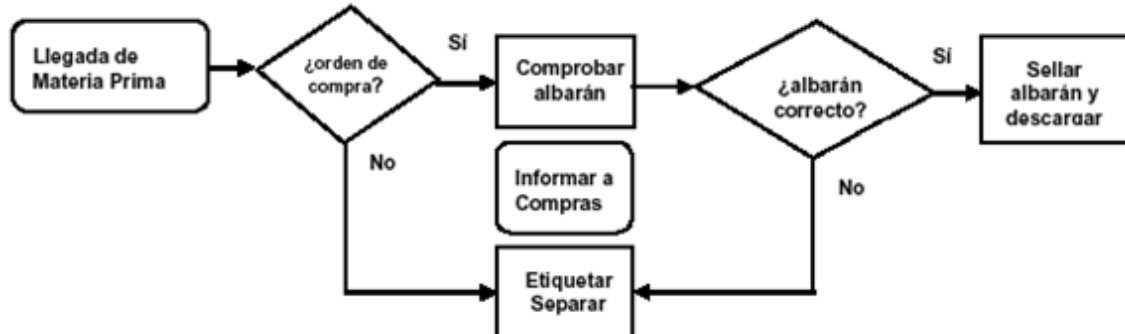


Figura 7. Ejemplo de Diagrama de Flujo de recepción de materia prima

Son un instrumento muy apropiado para representar secuencias de pasos complejos.

Algunas recomendaciones para construir estos diagramas son las siguientes:

- Conviene realizar un Diagrama de Flujo que describa el proceso real y no lo que está escrito sobre el mismo (lo que se supone debería ser el proceso).
- Si hay operaciones que no siempre se realizan como está en el diagrama, anotar las excepciones en el mismo diagrama.
- Probar el Diagrama tratando de realizar el proceso como está descrito en el mismo, siguiendo el mismo orden y secuencia de operaciones, para verificar que todas las operaciones son posibles tal cual figuran en el diagrama.

- Histograma:

Es un diagrama de barras que muestra gráficamente la distribución de frecuencias ordenadas por clases. En el eje de abscisas se presentan las clases o características y en el eje de ordenadas la frecuencia. La superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de su correspondiente clase. Para realizar un histograma suele ser interesante basarse en una hoja de recogida de datos.

El Histograma utiliza los conceptos de clase, rango y frecuencia.

Clase: Por clase se entiende la dimensión de un intervalo de variabilidad de los datos que se toma como base para representar los propios datos.

Frecuencia: Por frecuencia se entiende el número de elementos comprendidos en una determinada clase.

Rango: Por rango se entiende la dimensión del intervalo existente entre el máximo y el mínimo de los valores.

Empleando estos tres conceptos que acabamos de definir, es posible tener una visión completa y sintética de los datos recogidos.

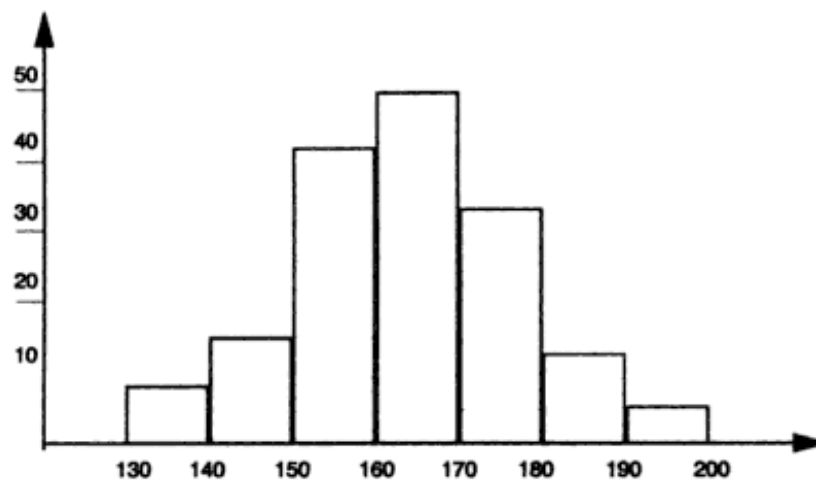


Figura 8. Histograma

- Diagrama de Pareto:

A principios del siglo XX, el economista italiano Vilfredo Pareto, realizó un estudio sobre la riqueza y la pobreza. Descubrió que el 20% de las personas controlaba el 80% de la riqueza de su país.

Años más tarde de su muerte, J. Durán descubrió la evidencia para la regla 80/20 en una gran variedad de situaciones. En particular, el fenómeno parecía existir sin excepción en problemas relacionados con la calidad.

Una expresión común de la regla 80/20 es que “el 80% de nuestro negocio proviene del 20% de nuestros clientes”.

Es una forma particular de histograma. La diferencia fundamental respecto a un histograma normal es que se ordenan los fallos no sólo respecto a su número, sino también respecto a su importancia relativa (de mayor a menor importancia). Con ello facilita la identificación de las causas principales que son responsables de la mayor parte de los efectos.

Para construir un diagrama de Pareto podemos partir de una hoja de recogida de datos, por lo que partimos de las causas de fallo y su número, en un periodo determinado.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Otorgamos un peso relativo a cada una de las causas dependiendo de su importancia (G).
2. Multiplicamos el número de fallos (n) debido a cada causa por la importancia relativa que le hayamos otorgado, es decir, por su peso (G).
3. A continuación calculamos el porcentaje respecto al total que supone cada una de las causas.
4. Construimos un histograma situando las causas ordenadas de mayor a menor importancia.
5. Dibujamos en el mismo histograma una línea que represente las frecuencias acumuladas (línea de color negro).

Vamos a verlo detalladamente mediante un ejemplo de fallos aparecidos en un proceso productivo.

Se han identificado 6 tipos de fallo (columna “tipo de fallo”) y para cada uno de esos fallos se han recogido el número de apariciones durante un mes (columna “Número de fallos (n)”), es decir, la frecuencia. A continuación se ha otorgado un peso, en función del de la importancia (en este caso en función del gasto económico producido por la aparición de dicho fallo) a cada uno de los tipos de fallo (columna “peso relativo”). Se ha multiplicado el número de fallos de cada tipo por el peso relativo otorgado al mismo (columna “total”) y por

último se ha calculado el porcentaje sobre cien que correspondería a cada tipo de fallo (columna “Porcentaje”).

Tipo de fallo	Número de fallos (n)	Peso relativo (G)	Total (n*G)	Porcentaje
1	15	2	30	30%
2	2	1	2	2%
3	10	5	50	50%
4	2	2,5	5	5%
5	2	5	10	10%
6	3	1	3	3%

Tabla 1. Recogida de información previo análisis mediante Diagrama de Pareto

Con ayuda de los datos de esta tabla podemos construir el diagrama de Pareto. En él hemos ordenado los fallos de mayor a menor en función de los resultados obtenidos en la columna “porcentajes”. Por último se calculan las frecuencias acumuladas.

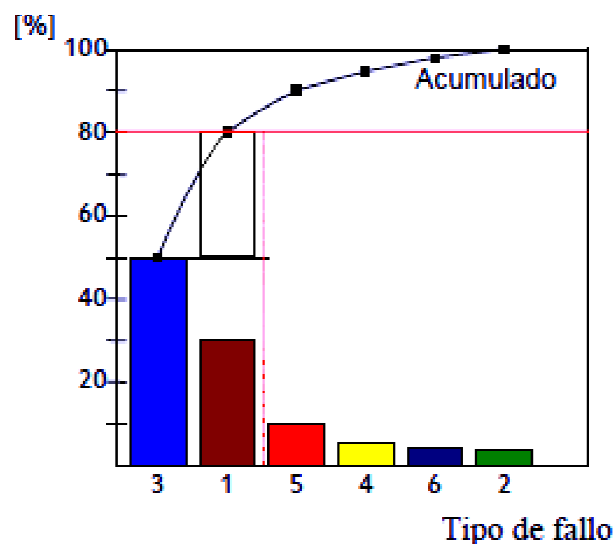


Figura 9. Importancia del fallo - Diagrama de Pareto

Como resultado del diagrama, podemos interpretar que si solucionamos los fallos 3 y 1 estaremos acabando con el 80% de los problemas.

- **Diagrama de Correlación:**

Los Diagramas de Dispersión o de Correlación permiten estudiar la relación entre dos variables. Dadas dos variables X e Y, se dice que existe una correlación entre ambas si cada vez que aumenta el valor de X, aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva), o si cada vez que aumenta el valor de X, disminuye en igual proporción el valor de Y (Correlación negativa).

En nuestro ejemplo, la variable X está representada por la estatura y la variable Y por el peso, como podemos ver en la siguiente ilustración.

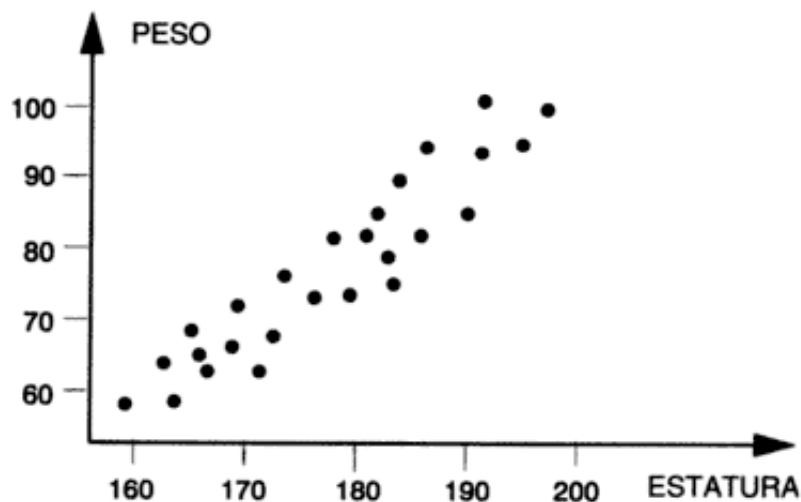


Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Correlación estatura-peso

Estos diagramas son muy útiles, ya que nos permite identificar visualmente en una sola revisión, donde es importante prestar atención y de esta manera

utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción correctiva sin malgastar esfuerzos.

Sirven también para comprender si, y en qué medida, se encuentran vinculadas entre sí dos magnitudes.

Uno de sus ámbitos de aplicación, particular pero especialmente importante, es la verificación de los eventuales vínculos existentes entre una causa y un efecto. En ciertos casos, se trata de considerar no tanto los vínculos entre dos magnitudes genéricas, a su vez dependientes de una tercera, sino más concretamente los vínculos entre una posible causa y un efecto.

Se trata, por tanto, del instrumento fundamental que debe utilizarse después de haber identificado con el diagrama causa-efecto todas las posibles causas y de haber seleccionado entre ellas las más probables para determinar la causa verdadera de fallo. Lo cual es posible ya que este instrumento nos permite responder a la pregunta: *“al variar una causa probable, ¿cómo varía el efecto?”*

Las fases de utilización de un diagrama de correlación son:

1. Recogida de datos.
2. Representación de los datos.
3. Interpretación.
4. Medición de la correlación.

Posteriormente aparecieron otras técnicas, que se conocen como “Las siete nuevas herramientas de la calidad” o “Las siete herramientas de gestión”.

En los años setenta la JUSE (Japanese Union of Scientist and Engineers) analizó todo un conjunto de herramientas y técnicas de gestión y eligieron entre ellas aquellas que más podían apoyar el mejor funcionamiento de la gestión de la calidad total en la empresa.

Estas nuevas herramientas son de carácter más avanzado y están orientadas a niveles más elevados en la escala organizativa de cualquier empresa, esta especial orientación a los directivos puede explicarse en parte por el hecho de que estas herramientas trabajan fundamentalmente con ideas, hecho que las distingue de las herramientas anteriores, que trabajaban básicamente con datos numéricos. Se ha demostrado su utilidad sobre todo entre los ejecutivos de nivel medio y superior. Además se basan en la visualización como estímulo del proceso creativo. A continuación se exponen brevemente cada una de las herramientas. Según autores, puede cambiar levemente la composición de las siete nuevas herramientas.

No sustituyen a las anteriores, sino que realizan una función de complemento para ellas, y se deben utilizar una vez que se dominan las siete herramientas básicas.

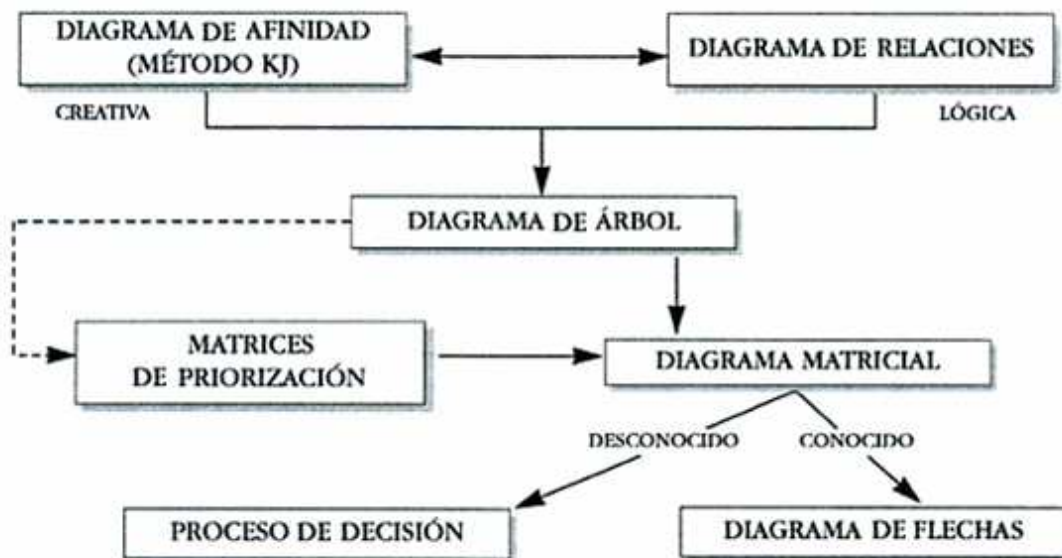


Figura 11. Las siete nuevas herramientas en la metodología de resolución de problemas

- **Diagrama de Afinidad:**

Esta herramienta se emplea en la fase de planificación general de la mejora de la calidad. Fue creado por Kawaita Jiro y de ahí que también sea conocido como el método KJ.

Normalmente se usa cuando se tiene una gran cantidad de información proveniente de distintas fuentes, y quiere realizarse un análisis de los datos que lleve a la extracción de conclusiones. Permite extraer de un amplio conjunto de información, las ideas clave.

Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en estado de desorganización. El Diagrama de Afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. Como resultado, cada grupo se une alrededor de un tema o concepto clave.

Esta herramienta, en definitiva, sirve para el estudio creativo de un tema, mediante sesiones de lluvia de ideas.

Se debe utilizar el diagrama de afinidad cuando:

- El problema es complejo o difícil de entender.
- El problema parece estar desorganizado.
- El problema requiere de la participación y ayuda de todo el equipo o grupo de trabajo.
- Se quiere determinar los temas claves de un gran número de ideas y problemas surgidos.

Los pasos a seguir a la hora de elaborarlo correctamente son:

1. Armar y reunir el equipo correcto.
2. Establecer el problema.
3. Hacer una lluvia de ideas y reunir datos.
4. Transferir datos a notas Post It.
5. Reunir dichos Post It en grupos similares.

6. Crear una tarjeta de título para cada agrupación.

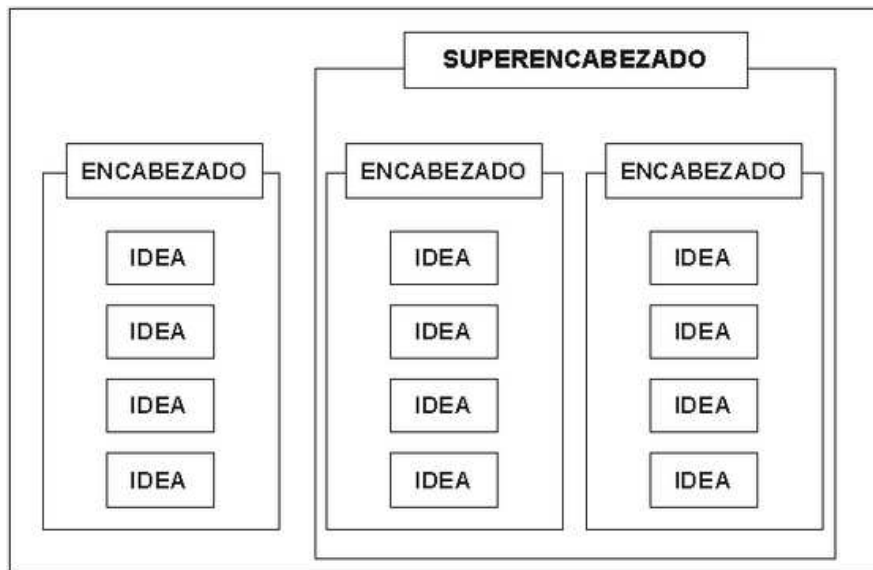


Figura 12. Estructura final de un Diagrama de Afinidad

- **Diagrama de Relaciones:**

El Diagrama de Relaciones (DR) es una herramienta también utilizada, igual que el Diagrama de Afinidad, en la fase de planificación general de mejora de la calidad. Esta herramienta ayuda a desarrollar un contexto lógico para datos en forma de ideas, opiniones, temas, aspectos a considerar, etc, explorando e identificando las relaciones causales existentes entre estos elementos.

Esta herramienta permite dar una estructura a las ideas. Es adecuado tanto para el caso de problemas operativos como organizativos. Su empleo es apropiado para la resolución de problemas complejos con un gran número de interrelaciones o un gran número de causas.

Como se ha visto en la herramienta anterior, el Diagrama de Afinidad es esencialmente una herramienta creativa que permite la generación de este tipo de datos. El Diagrama de Relaciones se utiliza generalmente para analizar las

relaciones causales existentes entre las ideas clave generadas mediante el Diagrama de Afinidad anterior.

En la planificación y en la resolución de problemas no es suficiente con generar una gran cantidad de ideas. El Diagrama de Afinidad provoca que afloren estructuras creativas, pero es el Diagrama de Relaciones el que hace emerger las estructuras lógicas.

El Diagrama de Relaciones se inicia a partir de una idea o concepto central, sigue con la generación de una gran cantidad de ideas, para finalizar con la delineación de las estructuras observadas.

Es una herramienta que se adapta tanto a temas operativos muy específicos como a cuestiones generales de tipo organizativo. Puede emplearse en la resolución de un problema de excesivos tiempos en la inspección de recepción, como en un planteamiento global para conseguir el soporte de la alta dirección de una empresa a un programa de calidad total.

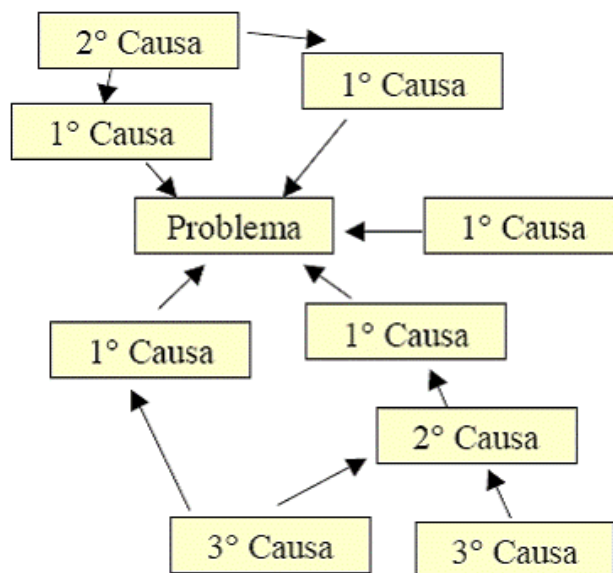


Figura 13. Diagrama de Relaciones

- **Diagrama de Árbol:**

Su forma recuerda a la del organigrama funcional de una organización, sirve fundamentalmente para identificar ideas y desarrollarlas en detalle.

El desarrollo de un Diagrama de Árbol ayudará a identificar, paso a paso, el proceso de generación de ideas existentes en un problema desde los aspectos más generales hasta los más específicos.

Para su elaboración, se comienza definiendo el problema o asunto a tratar de la forma más clara posible. A continuación en el seno del equipo se desarrolla una tormenta de ideas, escribiendo en diferentes tarjetas las actividades, métodos o causas del tema tratado.

El siguiente paso sería dar una valoración a las ideas según sea más o menos factible llevarlas a la práctica. Por último se pasa a representar el diagrama situando la tarjeta correspondiente al asunto o tema principal en la parte central izquierda, posteriormente intentamos contestar nuevamente a la pregunta que nos inspiró la tormenta de ideas y tomamos las tarjetas que más directamente contesten o influyan, y las situamos en una columna a la derecha del tema principal.

Después, tomamos cada una de estas ideas y procedemos con ellas como su fueran a su vez tema principal, es decir, nos hacemos la misma pregunta que antes, y tratamos de colocar las tarjetas que más relación tengan con ella.

Así, siguiendo este proceso llegamos a un desarrollo cada vez mayor de nuestra idea principal. El resultado de este proceso sería un diagrama como el que figura a continuación:

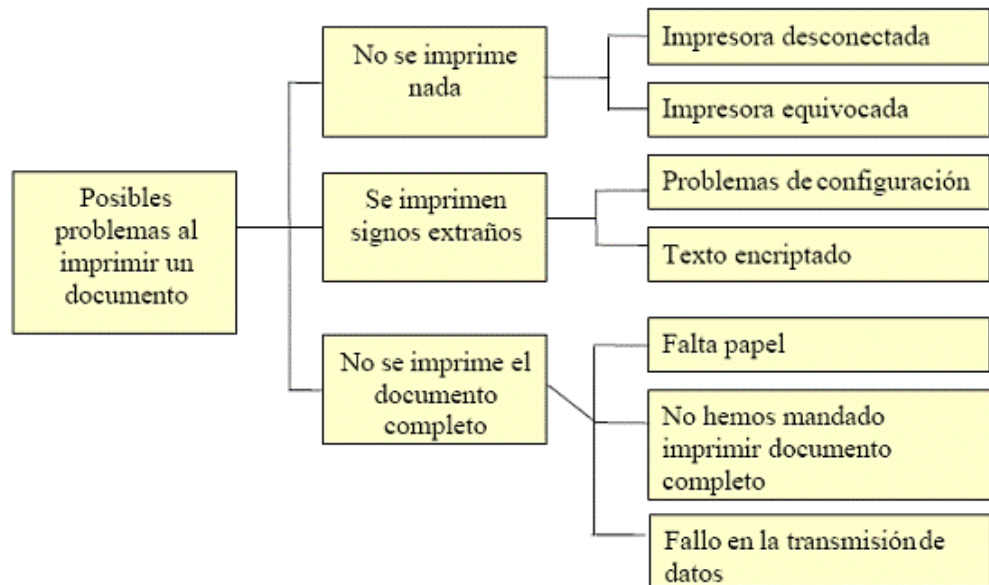


Figura 14. Diagrama de Árbol de un problema de impresión

▪ **Diagrama Matricial:**

Sirven para representar relaciones y la importancia de las mismas. Se basa en la idea de que si se sitúa un conjunto de elementos en las columnas de la misma matriz, los puntos de intersección de las filas y columnas indicarán la relación de ambos conjuntos.

Por tanto, muestra las relaciones entre dos, tres o cuatro grupos de información. Desarrolla relaciones entre funciones, características y tareas, de forma secuencial y proporcionando conexiones lógicas.

Existen diferentes tipos de matrices, con diferentes formas, dependiendo de cuántos grupos se pretendan comparar:

- Matriz L (2 grupos, A con B).

- Matriz T (3 grupos, B y C con A).

- Matriz Y (3 grupos, de manera circular, A con B, A con C y B con C).
- Matriz C (3 grupos, A-B-C simultáneamente, en una matriz tridimensional).
- Matriz X (4 grupos).
- Matriz Techo (elementos de un grupo consigo mismo).

Un ejemplo de Diagrama Matricial es la matriz conocida como *Casa de la Calidad*, base de la técnica conocida como QFD (Despliegue de la Función de Calidad).

	Director general	Director Calidad	Director financiero
Informe costes de Calidad	●	●	◇
Elaborac. manual de calidad	●	◇	●

● Información/Cooperación
 ◇ Responsabilidad directa

Figura 15. Diagrama Matricial tipo C de relaciones entre directivos de la alta dirección

▪ **Portfolio o Matriz de Priorización:**

Es una herramienta para la toma de decisiones y como su propio nombre indica, se emplea para priorizar ideas, actividades, características... Para ello precisa de unos criterios de ponderación claros y conocidos. Es una combinación de las técnicas de Diagrama de Árbol y del Diagrama Matricial.

Mediante el Diagrama de Afinidad y el de Relaciones han emergido ideas o problemas, y mediante el Diagrama de Árbol hemos establecido posibles planes de acción. El Diagrama de Priorización nos va a ayudar en el proceso de toma de decisiones.

Existen dos métodos principales para esta matriz:

- Método del criterio analítico completo:

Este es un método complejo recomendado para el caso de toma de decisiones críticas en la empresa o cuando hay varios criterios que influyen en la toma de decisión y todos tienen una importancia significativa.

- Método del consenso de criterios:

Este método es más sencillo que el del criterio analítico completo, pero a pesar de ello, también proporciona muy buenos resultados.

	PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS	Impacto social	Procesos clave	Personal motivado hacia la mejora	Imagen de la institución	Madurez organizativa	TOTAL	Ponderación del Criterio
1	Impacto social		1,00	5,00	5,00	5,00	16,00	0,29
2	Procesos clave	1,00		5,00	10,00	0,20	16,20	0,29
3	Personal motivado hacia la mejora	0,20	0,20		0,20	1,00	1,60	0,03
4	Imagen de la institución	0,20	0,10	5,00		10,00	15,30	0,28
5	Madurez organizativa	0,20	5,00	1,00	0,10		6,30	0,11
	TOTALES	1,60	6,30	16,00	15,30	16,20	55,40	1,00

Figura 16. Matriz de Priorización

▪ **Proceso de Decisión:**

Este instrumento se basa en que en la realidad a la hora de llevar a la práctica lo que hemos planificado, siempre surgen desviaciones y problemas. Esta herramienta nos sirve para prever o identificar las posibles desviaciones o problemas que puedan surgir y buscar posibles contramedidas, (posibles vías para solucionar o atenuar el problema).

Vamos a analizar esta herramienta mediante un ejemplo conciso:

Vamos a suponer que queremos organizar un curso para algunos empleados de nuestra empresa, los pasos lógicos que debemos dar son:

1. Buscar personal docente para nuestro curso.
2. Establecer fecha y localización.
3. Llevar a cabo el curso.

A continuación se buscan los posibles problemas que pueden surgir en la preparación de nuestro curso. Por ejemplo “no hay un aula disponible”. Por último se buscan posibles soluciones a los posibles problemas, se las denomina contramedidas. En caso de no tener un aula podemos decidir alquilar un local o dar la clase en el pasillo.

El último paso es decidir entre las distintas contramedidas. En nuestro caso, dar la clase en el pasillo no es una opción adecuada, por tanto se indica con una “X”, es mejor que en caso de no conseguir un aula libre, alquilemos un local, por tanto lo indicamos con un círculo “O”.

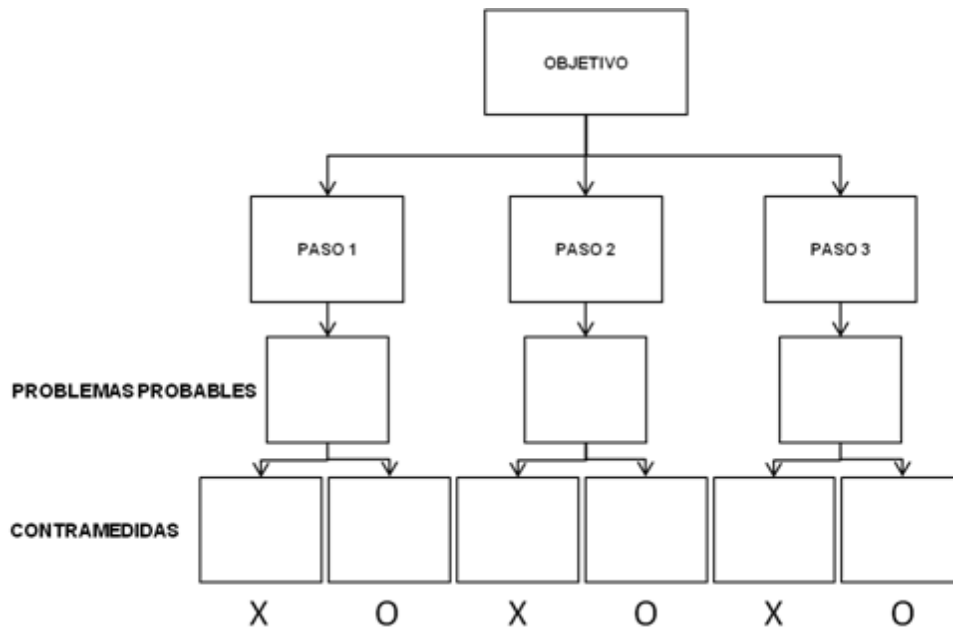


Figura 17. Diagrama de Proceso de Decisión

▪ **Diagrama de Flechas:**

Un Diagrama de Flechas es una técnica de administración de redes de uso generalizado para la planeación e implantación de tareas complejas.

Para poder emplear esta herramienta necesitamos que las actividades o tareas correspondientes al proyecto en cuestión, su secuencia y su duración sean conocidas.

El procedimiento a seguir para llevar a cabo esta herramienta es el siguiente:

1. Reunir el equipo apropiado.
2. Identificar todas las tareas que requiere el proyecto.
3. Determinar la secuencia de actividades.
4. Calcular el tiempo que se requiere para cada actividad.
5. Calcular la ruta crítica del proyecto.
6. Calcular la fecha más tardía de inicio y más temprana de determinación de cada sub-tarea.

7. Calcular la holgura total.
8. Diseñar el diagrama de redes de actividades.

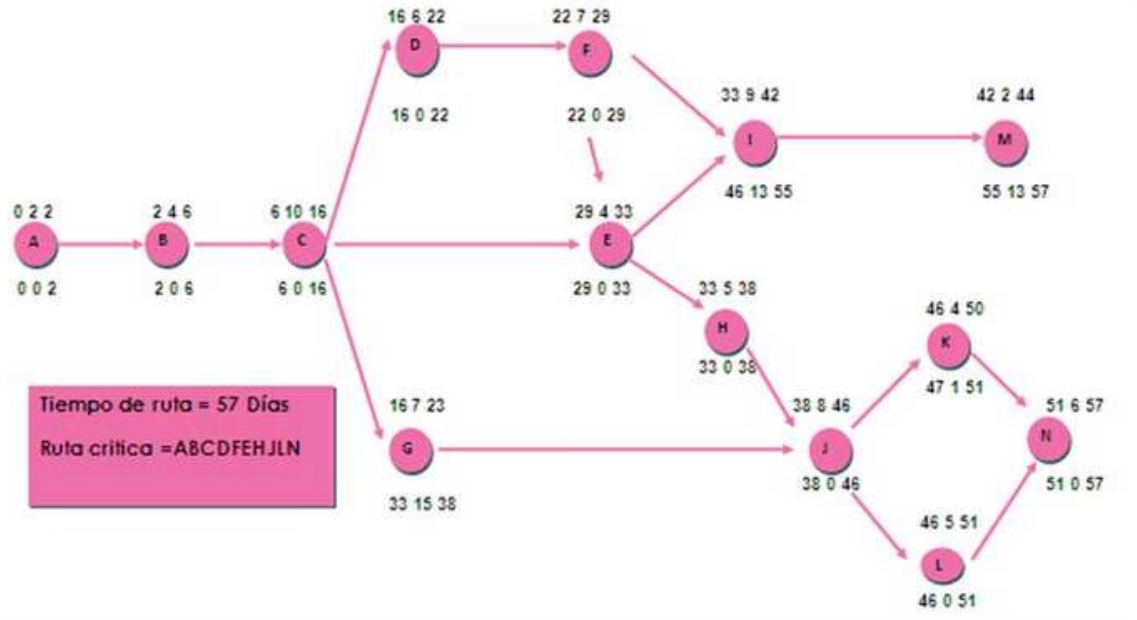


Figura 18. Diagrama de Flechas

Además de las catorce herramientas mencionadas hasta el momento, existen otras herramientas de mejora de la calidad. Vamos a analizar la siguiente clasificación funcional de las distintas herramientas:

- **Para identificar y evaluar las causas de un problema:**
 - Las 7 herramientas de la calidad (ya analizadas).

- **De diseño:**
 - Análisis del valor (AV):

El Análisis del Valor es un método para diseñar o rediseñar un producto o servicio, de forma que asegure, con mínimo coste, todas las funciones que el cliente desea y está dispuesto a pagar, y únicamente éstas, con todas las exigencias requeridas y no más.

Es utilizado por equipos multidisciplinares en la fase de identificación de oportunidades de mejora y, sobre todo, en el diseño de soluciones. Asimismo, está estrictamente relacionado con otras herramientas como son la tormenta de ideas, la recogida y análisis de datos, el diagrama de flujo y la matriz de planificación.

Con la aplicación del Análisis del Valor no sólo se consigue una reducción de los costes, sino que además trae pareja una mejora de la calidad y otras relacionadas con ambos factores como son, la reducción del tiempo de suministro, mejoras en el funcionamiento, mejoras en los métodos de elaboración, facilidad y seguridad en las tareas de mantenimiento, entre otras.

La aplicación del Análisis del Valor en la Gestión de una empresa implica la integración de toda ella en la tarea, por lo que debe convertirse en una herramienta de trabajo para todos los componentes de la misma.

El empleo del Análisis del Valor tiene como objetivos empresariales primordiales, los siguientes:

- Incremento de la utilidad para el productor.
- Mejora de la calidad.
- Incremento de la productividad.
- Mejora de la rentabilidad.
- Mejora de la calidad de vida en el trabajo.
- Apertura a la innovación.

La metodología del Análisis del Valor se desarrolla a partir de las cinco preguntas siguientes:

- ¿En qué consiste el producto? Definición del producto.
- ¿Para qué sirve el producto? Funciones que realiza.
- ¿Cuánto cuesta el producto? Valor actual.
- ¿Qué opciones pueden realizar la misma función? Alternativas.
- ¿Cuánto costarían estas opciones? Valor comparativo. Ahorro.

- o Despliegue funcional de la calidad (QFD):

Es una técnica de origen nipón, que se utilizó por primera vez en los astilleros en 1972 en la ciudad de Kobe. Más tarde, Toyota y sus proveedores desarrollaron nuevas variantes al modelo original, que inmediatamente pusieron en práctica, obteniendo notable éxito y provocando que su uso se extendiera a numerosos sectores industriales.

QFD o también conocido como Casa de la Calidad, es un proceso que asegura que los deseos y las necesidades de los clientes sean traducidos en características técnicas. Estas características son manejadas por la compañía mediante la función del diseño, o mejor aún, a través de un equipo multifuncional que incluye ventas, marketing, Ingeniería de diseño, Ingeniería de manufactura y operaciones. El principal objetivo de las funciones realizadas es centrar el producto o servicio en la satisfacción de los requerimientos del cliente. QFD es una valiosa herramienta que puede ser utilizada por toda la

compañía. Su flexibilidad y adaptabilidad permite un buen desempeño en las industrias manufactureras y de servicios.

QFD utiliza un método gráfico en el que se expresan relaciones entre deseos de los clientes y las características del diseño. Es una matriz que enlista las necesidades de los clientes QUES o “atributos” comparándolas con las “características de diseño” COMOs.

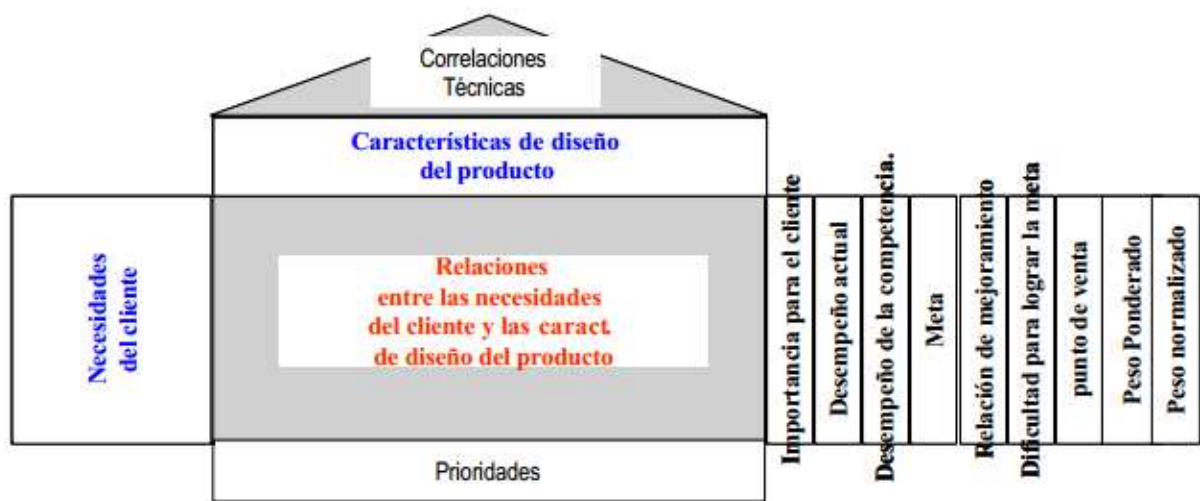


Figura 19. Despliegue Funcional de la Calidad (QFD)

Las expectativas y necesidades de los clientes son recolectadas mediante técnicas de investigación de mercados: entrevistas, encuestas, exposiciones, etc. Mediante la casa de la calidad se organizan los datos obtenidos. El uso de matrices es la clave para poder construir la casa. En la matriz se muestran las relaciones entre las necesidades de los consumidores y las características de diseño.

El hecho de reducir en gran manera los cambios después de ser definitivo el diseño, no sólo ahorra esfuerzos, sino que evita que parte de esos cambios haya que realizarlos cuando el producto ya haya sido lanzado al mercado.

- *Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)*, será ampliamente analizado posteriormente.

- **Para medir la capacidad:**

- Estudios de capacidad:

Los estudios de capacidad son una herramienta fundamental para la racionalización del control de calidad. El saber lo que la máquina es realmente capaz de hacer debe ser conocido, y no sólo por las personas involucradas en la fabricación, sino también por los comerciales cuando éstos negocian con los clientes las características de los productos.

En muchas ocasiones, en vez de capacidad de máquina hablamos de capacidad de proceso. Mientras que la primera, como ya hemos visto, se refiere a la variabilidad que presenta una máquina aisladamente, la segunda contempla el proceso productivo de una forma más global, incluyendo la variabilidad originada por inevitables variaciones en las materias primas, cambios en condiciones ambientales, etc. Se suele conocer a la capacidad de proceso como capacidad a largo plazo, y la capacidad de máquina como capacidad a corto plazo.

Esta capacidad de proceso se determina a partir de muestras tomadas en toda la variedad de condiciones en que debe trabajar la máquina, ya sea variedad de turnos, operarios, materias primas, etc.

- **Para controlar el proceso:**

- Control estadístico de procesos (SPC):

El control estadístico de procesos (SPC, por sus siglas en inglés de Statistical Process Control) es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el

resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente.

Las herramientas conocidas como gráficas de control se usan en el SPC para detectar la elaboración de productos o servicios defectuosos de una manera rápida e intuitiva, o bien, para indicar que el proceso de producción se ha modificado y los productos o servicios se desviarán de sus respectivas especificaciones de diseño, a menos que se tomen medidas para corregir esa situación.

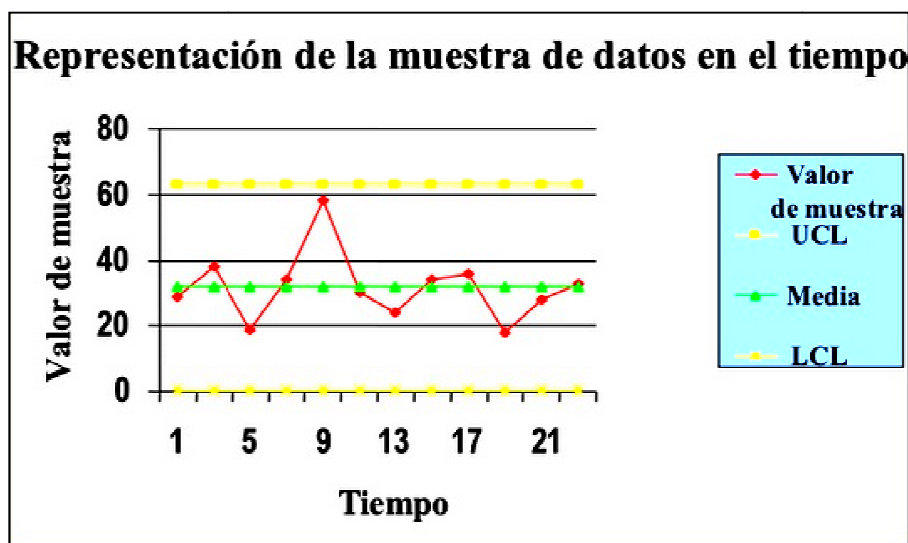


Figura 20. Control estadístico de procesos (SPC)

El SPC también suele utilizarse con el propósito de informar a la dirección sobre los cambios introducidos en los procesos que hayan repercutido favorablemente en la producción resultante de dichos procesos.

Se basa en la diferenciación entre causas no asignables o comunes y causas asignables o especiales de variabilidad. Las primeras, están continuamente presentes en cualquier proceso como consecuencia de su diseño y de sus condiciones de funcionamiento, generando un patrón de variabilidad que puede ser controlado. Por su parte las causas asignables o especiales tienen un

carácter esporádico y puntual, provocando anomalías y defectos en la fabricación perfectamente definidos en cuanto se conoce la causa que origina este tipo de defecto y, por tanto, se puede eliminar el mismo corrigiendo la causa que lo genera.

El objetivo principal del control estadístico de procesos, por tanto, es detectar las causas asignables de variabilidad, de manera que la única fuente de variabilidad del proceso sean las causas no asignables o comunes, es decir, las que sean puramente aleatorias. En esta situación, diremos que el proceso se encuentra bajo control estadístico.

- **Para medir el nivel de productos defectuosos:**

- Control de recepción:

De poco nos serviría disponer de un sistema de calidad muy elaborado y eficaz si las materias primas, componentes y servicios que nos suministran nuestros proveedores no son de calidad.

Con cierta frecuencia se escucha decir a los responsables del servicio de atención al cliente que gran parte de las reclamaciones de los consumidores son debidas a defectos en los componentes suministrados por los proveedores.

Uno de los sistemas que tradicionalmente se han seguido para evitar que productos de baja calidad entren en nuestra empresa es el llamado control de recepción. Dicho proceso consiste en realizar una inspección, total o parcial, en la recepción, de los lotes que nuestros proveedores nos envían.

3. Análisis Modal de Fallos y Efectos

3.1. Introducción al AMFE

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles.

El AMFE permite identificar las variables significativas del proceso/producto para poder determinar y establecer las acciones correctoras necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce, evitando que productos defectuosos o inadecuados lleguen al cliente.

La definición exacta por lo tanto, es la siguiente:

“El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemáticos, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Índice de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo”.

Muchos de los fallos e ineficiencias observados en los productos (bienes y servicios) y en los procesos, son debidos a causas que podían haber sido previstas y corregidas durante las fases tempranas de su desarrollo, evitando su aparición en una etapa posterior, con sus correspondientes implicaciones de idoneidad y afectando en el coste del producto final.

El coste de los fallos surgidos en las diferentes etapas de la obtención del producto, ya sea desde su desarrollo hasta su uso por parte del cliente, aumenta exponencialmente.

Por ello, lo más conveniente sería realizar todos los esfuerzos necesarios para la identificación y posterior corrección de las causas potenciales de fallos durante la etapa de creación y concepción del producto o proceso.

La herramienta AMFE es una metodología de prevención, dirigida hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta su diseño, a ser posible desde el primer momento, basándonos en:

- El análisis de los posibles modos de fallo que pueden aparecer en un producto o proceso.
- El análisis de las posibles causas que pueden generar cada uno de los modos de fallo.
- El análisis de las consecuencias derivadas de los diferentes modos de fallo, teniendo en cuenta:
 - La probabilidad de que pueda ocurrir el fallo.
 - La gravedad del fallo.
 - La probabilidad de que cuando ocurra no sea detectado.
- La asignación de prioridades a los diferentes modos de fallo, buscando la ayuda en la toma de decisiones sobre las acciones correctoras a aplicar en cada situación o caso, según la importancia del modo de fallo y sus efectos derivados.

- Evolución histórica:

AMFE, FMEA o FMECA tiene su origen en las fuerzas armadas de Estados Unidos, en el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado *“procedimientos para realizar un modo de fallo, los efectos y análisis de la criticidad”*, con fecha de Noviembre de 1949. Fue utilizada inicialmente como técnica de la confiabilidad para determinar el efecto de los incidentes del sistema y del equipo. Los incidentes fueron clasificados según su impacto en el éxito de la misión y en la seguridad del personal del equipo.

Posteriormente, fue desarrollado y aplicado más a fondo por la NASA en la década de los años sesenta en la costosa industria aeroespacial, con todo el boom que supuso la llegada del hombre a la luna, fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de

cohetes, por tanto, se hizo de la seguridad y de la obtención de la mayor calidad un valor innegociable.

Tuvo su mayor auge y expansión en la década de los setenta en las empresas del sector automovilístico, de la cual FORD fue pionero en emplear este método, debido al fracaso obtenido en el modelo “Ford Pinto”, una vez que ya estaba en el mercado, lo cual supuso una gran decepción para sus clientes, provocando una devaluación de la marca, viéndose obligados a reaccionar de manera contundente, aplicando, entre otras soluciones, el AMFE para obtener mejoras en producción y diseño. Rápidamente su metodología de trabajo fue copiada por el resto de competidores dentro de la industria del automóvil.

El avance actual del AMFE ha venido del sector automotriz, ya que los AMFE's son requeridos para todos los Diseños y Procesos a fin de asegurar la prevención de problemas. Integrado dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), el AMFE en los formatos de Diseño y Proceso provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención. Cada causa potencial debe ser considerada por su efecto sobre el producto o proceso y de acuerdo al riesgo, las acciones deben ser determinadas y el riesgo recalculado después de que las acciones se han terminado.

La compañía automovilística Toyota desarrolló el proceso Revisión del Diseño Basada en Modos de Falla (RDBMF). Este RDBMF lleva al usuario a través del proceso del AMFE considerando todos los cambios intencionales e incidentales y sus efectos en el desempeño de un producto o proceso. Estos cambios enfocados en causas potenciales requieren acciones de seguimiento para resolver el riesgo. Las revisiones al Diseño son el principal lugar para verificar el progreso y anotar esos riesgos.

En el campo de los servicios presenta igualmente grandes posibilidades de aplicación, siendo recientemente aplicado en sistemas sanitarios.

3.2. Procedimiento de elaboración de un AMFE

La elaboración de un AMFE concierne a un equipo multidisciplinar, formado por todos los departamentos involucrados en el diseño de un producto o proceso, extendiendo el concepto de proceso a todos los relacionados con el producto sean de fabricación o de servicios que acompañan al mismo.

En el desarrollo de un AMFE partimos del producto o proceso de diseño, con la elaboración de un diagrama donde aparecen todos los elementos posibles y a través de un método sistemático. En la siguiente figura presentamos esquemáticamente el procedimiento a seguir a la hora de elaborar un AMFE.

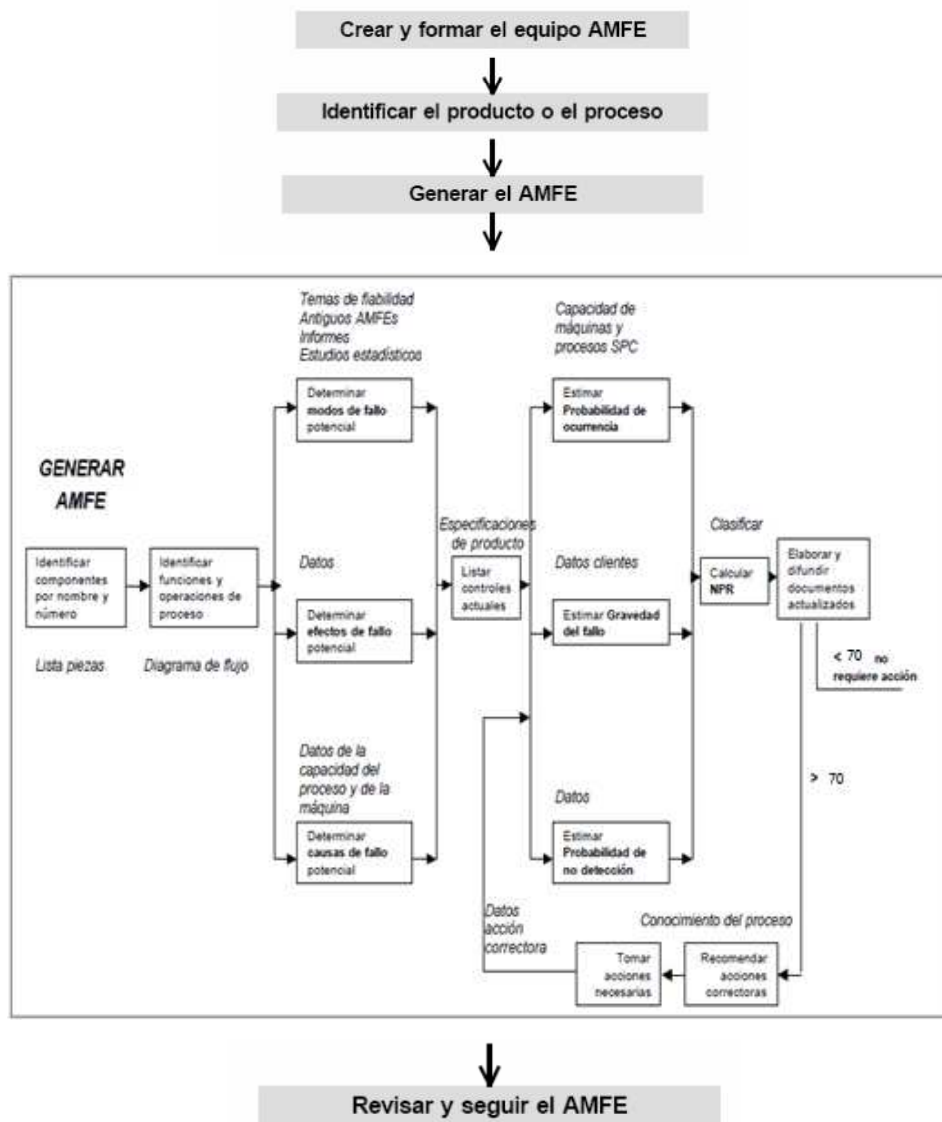


Figura 21. Proceso de elaboración de un AMFE

1. Determinar el proceso o producto a analizar. Tipos de AMFE:

- **AMFE de diseño (FMAD):** Enumerar qué es lo que se espera del diseño del producto, que es lo que quiere y necesita el cliente, y cuáles son los requerimientos de producción. Así mismo listar el flujo que seguirá el producto a diseñar, comenzando desde el abastecimiento de materia prima, el(los) procesos(s) de producción hasta la utilización del producto por el usuario final. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallos.

En éste AMFE es posible detectar un problema de fabricación que no tenga nada que ver con el diseño en sí, sino con fases siguientes como la producción.

Ya que a continuación del AMFE de diseño se llevará a cabo el AMFE de proceso, toda la información relativa a problemas de producción detectados en éste paso serán de gran utilidad e incluidos en el posterior AMFE de proceso. De igual forma se trabajará en el AMFE de proceso, los fallos de diseño detectados se comunicarán al departamento de diseño para que se incluyan en el AMFE de diseño.

- **AMFE de procesos (FMEAP):** Listar el flujo del proceso que se esté desarrollando, comenzando desde el abastecimiento de la materia prima, el proceso de transformación hasta la entrega al cliente (proceso siguiente). Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallos. En el caso de empresas de servicios no hay materias primas, para estos casos se toman en cuenta las entradas del proceso.

Este paso se debe realizar antes de que comience el proceso en sí. En definitiva el AMFE de proceso se centra en el proceso de fabricación del producto o realización del servicio.

- **AMFE de medios:** En la actualidad las empresas están muy interesadas en obtener la mayor disponibilidad de sus medios de producción. Para lograrlo es fundamental trabajar en pro de la fiabilidad con el objetivo principal de

reducir la tasa de fallo de maquinaria, herramientas, motores, etc, que se emplean para llevar a cabo el diseño, desarrollo, producción, mantenimiento, y otras actividades diferentes.

Por tanto, el AMFE de medios se convierte en una herramienta esencial en el análisis y prevención de fallos en los medios de producción que se emplean para obtener el producto o servicio, asegurando una adecuada disponibilidad y mantenimiento.

La aplicación del AMFE de medios ha de ser rápida y eficaz y se debe realizar para todos los elementos o sistemas que sean susceptibles de producir fallos. Este AMFE abarca todos los departamentos y áreas involucradas en los medios de producción, diseño, desarrollo, mantenimiento, etc, tanto en su elaboración como en su utilización.

2. Establecer los modos potenciales de fallo

Para cada una de las áreas sensibles a fallos determinadas en el punto anterior se deben establecer los modos de fallo posibles. Modo de fallo es la manera en que podría presentarse un fallo o defecto, sin ser necesario que el modo de fallo haya ocurrido realmente.

Para determinarlos nos cuestionamos ¿De qué forma podría fallar el proceso?

Para el AMFE de diseño, se reflejan los Modos de Fallo de los componentes (por ejemplo: Rotura, desgaste, fatiga, vibraciones, corrosión, fugas, pandeo, desalineación, mal funcionamiento).

Para el AMFE de proceso, se reflejan los Modos de Fallo del proceso en cada etapa del mismo (por ejemplo: Materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operarios no especializados).

También hay que tener en cuenta las condiciones extremas de funcionamiento para encontrar modos potenciales de fallo, que en condiciones normales de trabajo no aparecerían.

3. Determinar el efecto del fallo

Se determina para cada Modo de Fallo analizado, el o los efectos que el fallo produce en el producto para el usuario final, éstos efectos han tenido lugar precisamente como consecuencia de los fallos cuando se han dado, de hecho, los efectos es lo que realmente se percibe como resultado del fallo y a partir de ellos debe identificarse el modo de fallo. Es conveniente que se identifiquen los efectos de forma que estén en consonancia con las observaciones y experiencias del cliente usuario del producto.

De acuerdo con la percepción del cliente pueden darse las siguientes categorías de fallos:

- *Sin consecuencias*
- *Ligeras molestias*
- *Descontento*
- *Gran descontento*
- *Problemas de seguridad*

4. Determinar la causa del fallo

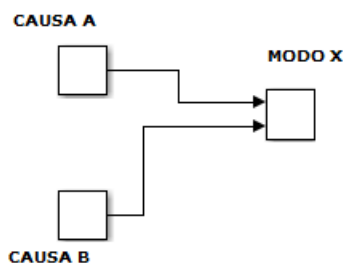
Se determina para cada Modo de Fallo analizado, las posibles causas que lo pueden ocasionar.

Este es uno de los elementos críticos del AMFE, ya que su conocimiento permite el establecimiento de acciones correctoras a priori para evitar la aparición de fallos, eliminando las causas que los provocan, como podrían ser:

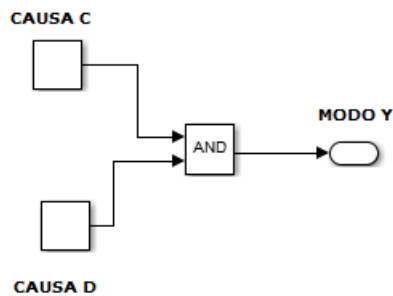
- Causas relacionadas con el diseño (características de la parte):
 - Selección de Material
 - Tolerancias / valores objetivo
 - Configuración
 - Componente de Modos de Fallo a nivel de Componente
- Causas que no pueden ser Entradas de Diseño, tales como:
 - Ambiente, Vibración, Aspecto Térmico
- Mecanismos de Fallo:
 - Rendimiento, Fatiga, Corrosión, Desgaste

Pueden existir una o varias causas para un único modo de fallo. Cuando son varias las causas que afectan a un modo de fallo pueden ser independientes entre sí, pero es más frecuente que exista una relación de dependencia entre ellas.

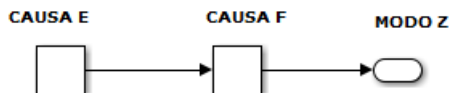
A) Causas independientes entre sí:



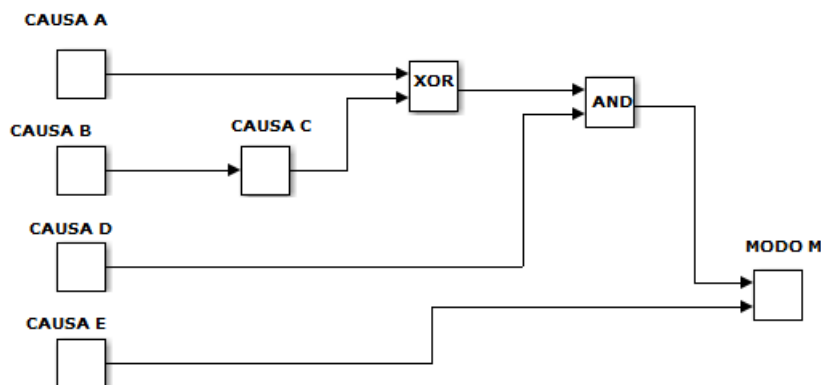
B) Causas dependientes, para que exista el modo de fallo es necesario que se produzcan ambas:



C) Causas encadenadas que dan lugar a un modo de fallo:



D) Relación múltiple de distintas causas que producen un único modo de fallo:



Finalmente, podríamos decir que en todo proceso, sistema o producto, podrán darse distintos modos de fallo, que a su vez podrán estar producidos por diversas causas y podrán tener además asociados a ellos diferentes efectos.

5. Describir las condiciones actuales: Anotar los controles actuales que estén dirigidos a prevenir o detectar la causa del fallo

Se identifican los diferentes controles existentes o previstos, con objeto de evitar que se produzcan los diversos fallos y detectarlos en el caso de que aparezcan.

Los controles actuales son aquellos que han sido diseñados en proyectos similares y que deban servir a la prevención o detección de los modos o causas específicas de fallo. Estos controles han de llevarse a la práctica si están incluidos en las especificaciones de ingeniería, o bien sean normas industriales de obligado cumplimiento o acostumbradas en sistemas análogos. Cualquier otro tipo de control que sea considerado como necesario deberá estar de acuerdo con las acciones recomendadas y ser añadido a las especificaciones de ingeniería.

En un diseño complementario nuevo puede suceder que los controles actuales sean muy limitados para el mismo e incluso carezcan de ellos, pero es recomendable usar controles generales ya especificados, adaptándolos a las características de nuestro diseño, siempre con la aceptación de los responsables del proyecto.

6. Determinar el grado de ocurrencia o Coeficiente de Frecuencia (F):

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y de lugar al modo de fallo. El índice de ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se dispongan de datos históricos de fiabilidad o se hayan modelizado y previsto éstos. En esta tabla se colocará un valor de probabilidad de ocurrencia de cada causa específica.

Es necesario estimar el Coeficiente de Frecuencia de la causa del fallo potencial. Para ello se utiliza una escala de evaluación que va del 1 al 10, donde el “1” indica remota probabilidad de ocurrencia y el “10” indica que el fallo es ya inevitable.

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Fallo
Remota	1	Fallo improbable. No existen fallos asociados con este proceso o con un producto casi idéntico	<1 en 10,000
Muy Poca	2	Sólo fallos aislados asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico	1 en 5,000
Poca	3	Fallos aislados asociados con procesos similares	1 en 2,000
Moderada	4	Este proceso o uno similar ha tenido fallos ocasionales	1 en 1,000
	5		1 en 500
	6		1 en 200
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo	1 en 100
	8		1 en 50
Muy Alta	9	El fallo es casi inevitable	1 en 20
	10		>1 en 10

Tabla 2. Escala de evaluación del Coeficiente de Frecuencia

7. Determinar el grado de severidad o Coeficiente de Gravedad (G):

Este coeficiente está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El coeficiente de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- La instalación del cliente. Si se produce un gran descontento, el cliente no comprará más.
- La degradación de las prestaciones. La rapidez de aparición de avería.
- El coste de la reparación.

El coeficiente de gravedad o también llamado de “severidad” es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se determine de forma objetiva la asignación de valores de G.

Para evaluar este coeficiente se utiliza una escala con rango de 1 a 10, donde el ‘1’ indica una consecuencia sin efecto y el 10 indica una consecuencia grave.

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Fallo parcial, pero operable
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo del fallo. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo
Peligro	10	Efecto peligroso. Problema de seguridad - fallo repentino. Incumplimiento con reglamento del gobierno

Tabla 3. Escala de evaluación del Coeficiente de Gravedad

8. Determinar el grado de detección o Coeficiente de Detección (D):

Este coeficiente indica la probabilidad de que una causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente, sin ser detectado previamente.

Se está definiendo la “no-detección”, para que el coeficiente de prioridad crezca de forma análoga al resto de coeficientes a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa.

Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si las no conformidades no son resueltas antes de que lleguen al cliente.

Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un aumento de coste, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad. Algunos cambios en el diseño también pueden favorecer la probabilidad de detección.

Se estimará la probabilidad de que el modo de fallo potencial sea detectado antes de que llegue al cliente, tomando como ‘1’ alta probabilidad de que el fallo se pueda detectar y ‘10’ como que es improbable que sea detectado.

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección del fallo
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar el fallo. El defecto es una característica obvia	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable	98%

Muy Baja	9	No es fácil detectar el fallo por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede chequear fácilmente en el proceso	Menor a 90%

Tabla 4. Escala de evaluación del Coeficiente de Detección

9. Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR) o índice de prioridad de riesgo (IPR): Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación de los coeficientes de frecuencia, gravedad y detección. Este índice provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de fallo, identificando ítems críticos.

$$\text{IPR (ó NPR)} = F \times G \times D$$

Prioridad de IPR:

- 500 - 1000** Alto riesgo de fallo, realizar cambios significativos del sistema.
- 125 - 499** Riesgo de fallo medio, evaluación selectiva para implantar mejoras específicas.
- 70 - 124** Riesgo de fallo bajo, alguna acción se debe tomar.
- 0 - 69** No existe ningún riesgo de fallo, no se toma ninguna acción.

10. Acciones recomendadas: Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo los responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación.

Una vez aplicadas las acciones correctivas o preventivas, se recalculan los coeficientes de frecuencia, gravedad y detección de cada uno de los modos de fallo, y por último se recalcula también el IPR, buscando que éste coeficiente se encuentre dentro de los intervalos para considerarlo como válido.

Hay que tener claro que cada vez que se realice una modificación en el proceso o producto, se debe actualizar el AMFE.

3.3. Análisis e interpretación de los resultados

El AMFE es una herramienta útil para la priorización de los problemas potenciales, marcándonos mediante el IPR, la pauta a seguir en la búsqueda de acciones que optimicen el diseño de un producto/servicio o el proceso planificado para su obtención.

- Los puntos prioritarios de actuación serán:
 - Aquellos ítems con IPR elevado.
 - Aquellos ítems con Coeficiente de Gravedad muy elevado, aunque el IPR se mantenga dentro de los límites considerados como aceptables.

- Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del AMFE pueden ser orientadas a:
 - *Reducir la gravedad de los efectos del modo de fallo:* Es un objetivo de carácter preventivo que requiere la supervisión del producto/servicio. Es una solución más deseable pero, en general, la más complicada. Cualquier punto donde G sea elevado, debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario.

 - *Reducir la probabilidad de ocurrencia de un fallo:* Es un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto/servicio o bien en el proceso de producción o prestación. En el caso de que se produzca el fallo, aunque éste no llegue al cliente o su gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.

 - *Aumentar la probabilidad de detección de un fallo:* Es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema. Requiere la mejora del proceso de control existente.

Obtener conclusiones del AMFE deficientes o erróneas puede provenir de:

- a) No haber identificado todas las funciones o prestaciones del objeto de estudio, o bien, no corresponden éstas a las verdaderas necesidades y expectativas del cliente o usuario.

- b) No considerar todos los modos de fallo potenciales por estar latente la idea de que alguno no podrá darse cuenta nunca.

- c) Realizar una identificación de causas posibles superficialmente o sin utilizar correctamente las herramientas que proporcionan relaciones de casualidad.

- d) Un cálculo de los coeficientes de frecuencia y detección basados en probabilidades no suficientemente contrastadas con los datos históricos de productos/servicios o procesos similares.

3.4. Ventajas e inconvenientes que aporta el AMFE

Ventajas:

- Reducción considerable del tiempo de lanzamiento y del coste, al no producirse fallos, no ser necesarios los rediseños y las modificaciones, eliminando gran parte de los ensayos y pruebas.
- Mejora continua de la calidad, aprovechando el potencial humano, la recopilación metódica de la información, la posibilidad de participación del personal, teniendo en cuenta que, por medio del AMFE, se obtiene una visión global del proceso.
- Aumentar la fiabilidad de los productos y servicios y, en consecuencia, conseguir satisfacer al cliente.
- Potencia la atención al cliente.
- Potencia la comunicación entre los departamentos.
- Facilita el análisis de los productos y los procesos.
- Mejora la calidad de los productos y los procesos.
- Reduce los costes operativos.
- Ayuda a cumplir con requisitos de la norma ISO 9001 (“*Acción Preventiva: La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales*”) y directivas de responsabilidad de productos.

Inconvenientes:

- El AMFE debería ser realizado conjuntamente con el análisis funcional del sistema. El AMFE para ser útil y efectivo debe ser llevado a cabo oportunamente en cuanto a preparación, implantación y ejecución.

- Para los sistemas redundantes, diseñados de manera que ningún fallo único provoque el fracaso del sistema, este método resulta insuficiente aplicado por sí solo, ya que no permite la consideración de fallos múltiples y, por tanto, se debe completar con otros métodos complementarios, como por ejemplo el árbol de fallos.

4. Aplicación del AMFE a una empresa **hotelera**

4.1. Calidad en el sector hotelero

Podemos distinguir entre la calidad física y la calidad interactiva cuando hablamos de la calidad en el sector hotelero. La calidad física (técnica) son los componentes visibles del establecimiento hotelero. La calidad interactiva (funcional) sería la relacionada con la forma en la que se presta el servicio, la atención al cliente, el saludo, etc. La imagen del hotel se correspondería con la tercera categoría de la calidad de servicio y sería la consecuencia de los dos primeros componentes (calidad física y calidad interactiva) así como de las acciones comerciales y de comunicación que haya realizado el establecimiento hotelero.

La dimensión interactiva es la dimensión más importante, pese a que la calidad física es una condición necesaria para la calidad de servicio, las reacciones del personal ante las posibles deficiencias del servicio (calidad interactiva) resultan claves en la calidad de servicio percibida por el cliente.

Las nuevas tendencias en los mercados turísticos junto con la mayor exigencia por parte de los consumidores, las innovaciones tecnológicas y las últimas investigaciones relacionadas con la calidad en los servicios, hacen necesario un esfuerzo constante en el planteamiento de nuevos enfoques y soluciones imaginativas para las empresas del sector. Las empresas hoteleras son un claro ejemplo de esta necesidad de continuo desarrollo de nuevos servicios y productos centrados en la calidad y la satisfacción del cliente.

El aseguramiento de la calidad es una máxima principal del sector hotelero en tanto en cuanto el consumidor cada vez está más comprometido con la información disponible y las opiniones de terceros a la hora de planificar y realizar sus viajes, hoy en día, una gran mayoría de la gente que decide organizar un viaje, realiza un chequeo previo por internet de los comentarios o referencias de anteriores clientes, acerca de los establecimientos hoteleros que tiene pensado reservar.

La calidad hotelera tiene que ver con la excelencia en el trato a los clientes, pero también con la disponibilidad y acceso de los empleados, y con muchos otros factores pero, sin duda, el éxito fundamental para la percepción de la calidad por parte de nuestros clientes es la relación calidad precio y la diferenciación con el resto de competidores.

El éxito o fracaso de la consecución de la calidad en el sector turístico está intrínsecamente relacionado con la cultura de la calidad. Todos los empleados, independientemente de sus roles o tareas han de estar mentalizados de que el cumplimiento de la calidad en la forma de desempeñar sus puestos de trabajo puede marcar la diferencia entre ser un alojamiento de calidad y no serlo.

Desde los años noventa cobra importancia la gestión de la calidad en el sector turístico español, debido al gran número de destinos turísticos similares al nuestro fuera de nuestras fronteras y nace la necesidad de diferenciarse.

En 1995 se realizó una experiencia piloto de la metodología que se podría aplicar en los hoteles y apartamentos turísticos y dicha experiencia sirvió de base para crear en 1997 el Instituto de Calidad Turística Española, que iniciaron sus propios planes de calidad. Se crea entonces la certificación Marca de Calidad Turística “Q”. A los establecimientos turísticos, esta certificación “Q” les aporta prestigio, diferenciación y fiabilidad.

A continuación, vamos a analizar las ventajas, tanto para los clientes como para las propias empresas, de contar con la certificación “Q”:

Beneficios del sistema para el cliente:

- Garantía de calidad de los productos y servicios ofrecidos por el establecimiento certificado.
- Participación activa del cliente en la mejora del establecimiento (tratamiento de quejas y sugerencias y sistema de encuestas).
- Mayor confianza en la profesionalidad del personal.
- Adecuación de los servicios a sus expectativas y necesidades.
- Mayor seguridad en la elección del establecimiento.

Ventajas del sistema para las empresas:

- Mejora de la gestión empresarial, que se refleja en la excelencia del producto y por tanto de la competitividad.
- Aumento de la formación del personal, lo que redundará en un refuerzo de la motivación de éste y contribuye a su integración.
- Mejora de la eficacia de las herramientas empresariales.
- Mayor satisfacción del cliente, ya que permite conocer las expectativas de éste.
- Inmersión en un proceso de mejora continua del establecimiento.
- Reconocimiento por parte del sector turístico y del cliente.
- Utilización de la Q como instrumento de promoción y comercialización.
- Nueva visión del establecimiento como un “todo”.
- Disponer de herramientas de formación en calidad que elabora el ICTE (Instituto para la Calidad Turística Española).
- Disponer de apoyo técnico por parte del ICTE.

La normativa establece que el sistema de calidad debe generarse por escrito, debe administrarse de manera ordenada y lo más automatizada posible. Esto es necesario para aportar legitimidad al sistema, porque lo que se dice de palabra puede no escucharse, pero lo escrito queda ahí y es una referencia.

La documentación del sistema de calidad permite unificar criterios y facilitar la formación al personal de la empresa, sobre todo en las buenas prácticas que lleva a cabo la organización.

Es imprescindible para este sector, contar con un sistema que provea información constante, clara, fluida y fidedigna y un seguimiento continuo de cada uno de los actores que intervienen en el servicio hotelero. Para corregir errores, valorar esfuerzos y subsanar situaciones problemáticas. Este es un gran paso hacia la concreción de ese objetivo siempre instalado en el horizonte que nos lleva a ser mejores cada día, en atención y servicio: la **calidad**.

Centrándonos en los datos publicados de la evolución de este sector en los últimos años, llegamos a la conclusión de que el sector turístico de nuestro país es uno de los motores de nuestra economía, como ya era ciertamente conocido.

La actividad turística cerró 2013 con un crecimiento del 0,6% consolidándose como el principal motor de la economía española, gracias en exclusiva al crecimiento de la demanda internacional, que generó casi 45.000 millones de euros, cifras récord tanto en llegadas de turistas extranjeros (60,6 millones), como en pernoctaciones hoteleras (250 millones), compensando el nuevo descenso de la demanda interna (*Informe de valoración turística empresarial para 2013 y perspectivas para 2014 realizado por la Alianza para la Excelencia Turística, Exceltur*).

4.2. Descripción de la empresa

El hotel perteneciente a la cadena hotelera Izán, constituida por 7 hoteles, cuenta con una capacidad de 407 habitaciones (categoría cuatro estrellas) repartidas en 14 pisos, pudiendo llegar a hospedar a un número máximo de 768 huéspedes.

Se construyó en 1975, pero su última restauración se produjo en el año 2001. Actualmente consta de una plantilla de trabajadores que oscila desde los 80 empleados en temporada baja a los 150 en temporada alta.

A continuación se presenta el organigrama del hotel:

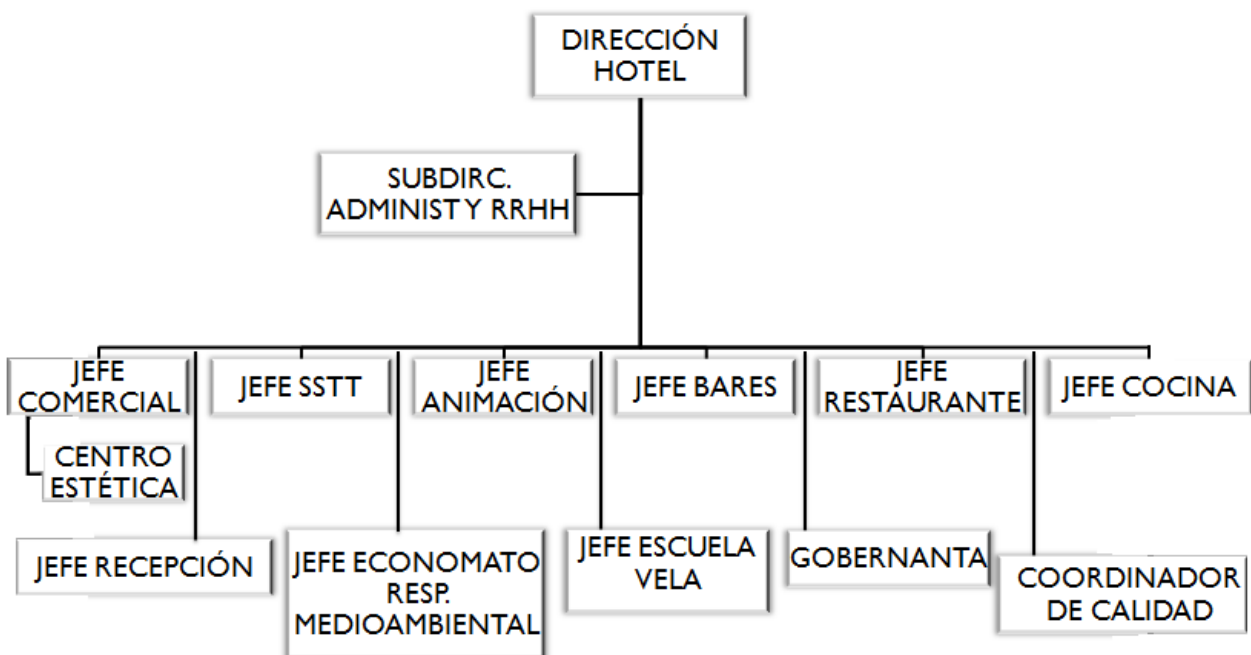


Figura 22. Organigrama del hotel

4.3. Fases iniciales

Tras una visita guiada alrededor de las instalaciones del hotel acompañado por la directora de relaciones públicas, se procedió a conocer a todo el personal implicado en el estudio.

La consulta de una variada bibliografía acerca del funcionamiento tanto externo como interno de varios hoteles o servicios similares, sirvió de apoyo y mejora de conocimiento para afrontar futuras reuniones con el personal de la empresa y poder ser más partícipe de las mismas, en busca de obtener una comunicación más fluida y directa.

En primer lugar, se decidió aplicar el estudio al servicio de limpieza de habitaciones. Posteriormente se llevaron a cabo varias reuniones con las personas encargadas de tomar los datos y de llevar a cabo el seguimiento de la hoja de recogida de datos.

A partir de las mencionadas reuniones, se definieron de forma clara los posibles modos potenciales de fallo en el servicio de habitaciones, analizando todo posible aspecto por insignificante o extraño que pareciera, que a juicio del personal y de su experiencia podría conllevar un perjuicio o molestia sobre el cliente.

Esta tarea de analizar y poner el foco en posibles fallos de funcionamiento de un servicio que ciertas personas llevan realizando diariamente durante muchos años, en ocasiones resulta difícil obtener de ellos la misma visión crítica, que sí podría tener una persona externa, ajena a dicha empresa, sin esa sensibilidad propia de una persona que evalúa su propio trabajo.

El proceso objeto del AMFE, limpieza de las habitaciones del hotel, se compone de las siguientes operaciones:

- Limpiar la habitación.
- Ventilado de la habitación y olor agradable en el ambiente.

- Vaciar papeleras y limpiar cajoneras.
- Reposición de todos los elementos de aseo y folletos informativos.
- Revisar funcionamiento de todas las luces.
- Comprobar funcionamiento de televisor y mando a distancia.
- Barrer y fregar suelo.
- Cerrar ventanas, cortinas y habitación.

4.4. Diseño de la hoja de control

El seguimiento del AMFE se realizó mediante una hoja de recogida de datos, donde se incluyeron una serie de modos de fallo, previamente definidos tras diversas reuniones con el equipo multidisciplinar del hotel encargado de llevar a cabo el seguimiento, revisando diariamente y de forma arbitraria un número suficiente de habitaciones para que el proceso sea efectivo.

Las hojas de control o también llamadas hojas de registro o recogida de datos son formas estructuradas y de fácil análisis, que facilitan la realización de un buen control de calidad y recopilación de información, previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos en sus etapas iniciales.

Los datos se anotan de forma tabular o en columnas, y una vez recogidos dichos datos, se utiliza una herramienta de análisis de los mismos, en nuestro caso la herramienta de mejora de la calidad AMFE.

Se puede afirmar, por lo tanto, que las hojas de control son las herramientas base para la recolección y análisis de datos, que permiten realizar seguimientos en el proceso de resolución de problemas.

Sus **objetivos** principales de manera general son:

- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.
- Son el punto de partida para la elaboración de otras herramientas posteriores más potentes.

Sus **Ventajas** principales son:

- Es un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Estas hojas reflejan rápidamente las tendencias y patrones derivados de los datos.
- Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.
- Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos.

A continuación se citan una serie de **características**:

- **Sencillez:** Una Hoja de Control permite registrar los datos de forma simple y directa.
- **Comunicación de información:** Permite ver si hay una tendencia en los datos conforme se va completando la hoja. Permite un análisis visual de dichas tendencias o comportamientos.
- **Flexibilidad:** La forma en la que presentan los datos, permite utilizar los mismos para múltiples análisis posteriores y contestar diferentes preguntas.
- **Disponibilidad:** Permiten tener los datos reunidos de forma ordenada y sencilla para su posterior utilización.

La hoja de recogida de datos que se diseñó, como podemos observar se ciñe en analizar los posibles modos de fallo, y tiene la siguiente estructura:

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO - semana _/2 (frecuencia de ocurrencia de fallo)						
		día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Tarea diaria	Modos de fallo							
Limpieza papeleras/cajoneras	* Desperdicios no vaciados							
Limpieza habitación y baño	* Restos de suciedad * Polvo							
Revisión de folletos de información	* Falta algún folleto * Folletos en mal estado							
Ventilado de la habitación y olor agradable en el ambiente	* Mal olor en la habitación							
Reposición baño	* Falta jabón y/o champú							
Sustitución de sábanas, mantas y toallas diariamente	* Sábanas o mantas sucias * Toallas húmedas							
Revisión funcionamiento de luces	* Algún punto de luz no funciona * Parpadeo de alguna luz							
Revisión funcionamiento de tv	* No funciona * Mal programado el tv * Falta de algún canal ofrecido en cartelera * Falta mando a distancia o funciona incorrectamente * Mala imagen o sin nitidez							
Comprobación del aire acondicionado y/o calefacción	* No funciona * Funciona irregularmente * Muy ruidoso y molesto							
Comprobación correcto cierre habitación	* Cierre ventanas y cortinas * Cierre puerta							
Correcto estado de cortinas y persianas	* Ganchos sueltos * Persiana rajada							
Número de habitaciones registradas por día								

Tabla 5. Hoja de control de modos de fallo

Se decidió llevar un seguimiento durante 2 semanas, período en el que se pudo realizar un chequeo de 392 habitaciones de las 407 que tiene el hotel. Por tanto, prácticamente se analizó la totalidad de las habitaciones.

Para la primera semana, obtuvimos la siguiente tabla de registro de la frecuencia de ocurrencia de fallo:

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO - semana 1/2 (frecuencia de ocurrencia de fallo)						
		día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Tarea diaria	Modos de fallo							
Limpieza papeleras/cajoneras	* Desperdicios no vaciados	0	0	0	0	0	0	0
Limpieza habitación y baño	* Restos de suciedad * Polvo	1	2	2	1	0	1	3
Revisión de folletos de información	* Falta algún folleto * Folletos en mal estado	2	0	2	1	0	2	1
Ventilado de la habitación y olor agradable en el ambiente	* Mal olor en la habitación	0	0	0	0	1	0	1
Reposición baño	* Falta jabón y/o champú	0	0	0	0	0	0	0
Sustitución de sábanas, mantas y toallas diariamente	* Sábanas o mantas sucias * Toallas húmedas	0	1	0	0	0	0	0
Revisión funcionamiento de luces	* Algún punto de luz no funciona * Parpadeo de alguna luz	2	1	4	1	1	0	2
Revisión funcionamiento de tv	* No funciona * Mal programado el tv * Falta de algún canal ofrecido en cartelera * Falta mando a distancia o funciona incorrectamente * Mala imagen o sin nitidez	0	0	0	0	0	0	0
Comprobación del aire acondicionado y/o calefacción	* No funciona * Funciona irregularmente * Muy ruidoso y molesto	0	0	0	1	0	0	0
Comprobación correcto cierre habitación	* Cierre ventanas y cortinas * Cierre puerta	0	1	0	0	0	1	0
Correcto estado de cortinas y persianas	* Ganchos sueltos * Persiana rajada	2	0	1	2	0	0	1
Número de habitaciones registradas por día		24	31	28	23	17	36	32

Tabla 6. Frecuencia de fallos - Primera Semana

Y para la segunda semana de registro:

POSIBLES FALLOS POTENCIALES		REGISTRO - semana 2/2 (frecuencia de ocurrencia de fallo)						
		día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Tarea diaria	Modos de fallo							
Limpieza papeleras/cajoneras	* Desperdicios no vaciados	0	0	0	0	0	0	0
Limpieza habitación y baño	* Restos de suciedad * Polvo	3	2	2	1	1	1	2
Revisión de folletos de información	* Falta algún folleto * Folletos en mal estado	5	2	2	0	1	3	3
Ventilado de la habitación y olor agradable en el ambiente	* Mal olor en la habitación	0	1	1	2	0	0	1
Reposición baño	* Falta jabón y/o champú	0	0	0	0	1	0	0
Sustitución de sábanas, mantas y toallas diariamente	* Sábanas o mantas sucias * Toallas húmedas	0	0	0	0	0	0	0
Revisión funcionamiento de luces	* Algún punto de luz no funciona * Parpadeo de alguna luz	4	3	2	1	0	1	4
Revisión funcionamiento de tv	* No funciona * Mal programado el tv * Falta de algún canal ofrecido en cartelera * Falta mando a distancia o funciona incorrectamente * Mala imagen o sin nitidez	0	0	0	0	0	0	0
Comprobación del aire acondicionado y/o calefacción	* No funciona * Funciona irregularmente * Muy ruidoso y molesto	1	0	1	0	0	0	1
Comprobación correcto cierre habitación	* Cierre ventanas y cortinas * Cierre puerta	0	1	0	1	0	3	0
Correcto estado de cortinas y persianas	* Ganchos sueltos * Persiana rajada	3	3	1	0	1	1	3
Número de habitaciones registradas por día		26	39	19	21	20	34	42

Tabla 7. Frecuencia de fallos - Segunda Semana

4.5. Resultados

Una vez recogidos los valores de frecuencia de aparición de los diferentes modos de fallo mediante nuestra hoja de control, podremos rellenar la columna F de nuestro AMFE.

Basándonos en la tabla 1 de asignación del valor del Coeficiente de frecuencia de aparición de fallos, y teniendo en cuenta que prácticamente la totalidad de las habitaciones han sido analizadas, la efectividad de éste método resulta bastante elevada. Debido a que la tabla no muestra una relación directa de fallos según el número de habitaciones analizadas, deberemos aplicar una ponderación sencilla que nos devuelva ese grado de ocurrencia buscado y ajustado a dicha tabla guía.

A continuación, se evalúan los otros dos Coeficientes (G y D), según la experiencia del personal de la empresa, asignando los valores de gravedad de afectación de los diversos modos de fallo sobre el cliente (G, tabla 2) y también de la facilidad o no de detectarlos antes de que lleguen al cliente (D, tabla 3). Estos dos coeficientes, como se citó anteriormente, se obtendrán gracias a los rangos aportados por las citadas tablas según la opinión de las personas con mayor experiencia en la empresa, con las cuales mediante una reunión se dejarán claros sus valores.

Se establecen los efectos y las causas posibles asociados a cada uno de los modos de fallo, y también se cita el personal encargado de llevar el control.

Finalmente, realizando el producto de estos 3 coeficientes, se obtiene el valor de IPR para cada modo de fallo analizado.

Como podemos observar, aquellos modos de fallo que superen el valor umbral considerado como apto, es decir un valor de $IPR > 70$, aparecerán en color rojo, lo cual nos indicará que sobre ese ítem debemos aplicar alguna acción o medida correctora, ya que existe riesgo de que ese posible modo de fallo de lugar al fallo finalmente.

op.	FUNCIÓN O PROCESO	ANÁLISIS DE FALLOS			Previsiones de control	F	G	D	IPR
		Modo	Efecto	Causa					
1	Limpieza papel/cajoneras	Desperdicios no vaciados	Falta de limpieza Servicio descuidado	Omisión operación	Personal limpieza Gobernanta	1	5	2	10
2	Limpieza habitación y baño	Restos suciedad polvo	Falta de limpieza Servicio descuidado Desagrado del cliente	Omisión operación Escaso tiempo empleado	Personal limpieza Gobernanta	9	6	3	162
3	Revisión de folletos de información	Falta algún folleto Folletos en mal estado	Falta de información	Omisión operación	Personal limpieza Gobernanta	9	2	2	36
4	Ventilado de la habitación y olor agradable en el ambiente	Mal olor en la habitación	Servicio descuidado	Omisión operación Fallo sistema ventilación	Personal limpieza Gobernanta	7	5	1	35
5	Reposición baño	Falta jabón y champú	Aseo inservible No poder ducharse cómodo	Omisión operación Omisión operación	Personal limpieza Gobernanta	5	6	2	60
6	Sustitución sábanas/mantas/toallas	Sábanas o mantas sucias toallas húmedas	Aseo imposibilitado Cliente incómodo	Omisión operación Omisión operación	Personal limpieza Gobernanta	5	8	9	360
7	Revisión funcionamiento luces	Alguna punto de luz no funciona Parpadeo de alguna luz	Poca o nula iluminación No responde interruptor	Bombilla fundida por uso o sobretensión Mal contacto interruptor	Personal limpieza Gobernanta Resp.Mantenimto	9	6	3	162
8	Revisión funcionamiento TV	No funciona Mal programado el tv Falta de algún canal ofrecido en cartelera Falta mando a distancia o funciona incorrectamente	No se enciende Algún canal no se ve TV no responde al mando Visión incorrecta	Avería interna TV desprogramada Pilas agotadas ajustes imagen mal	Personal limpieza Gobernanta Resp.Mantenimto	1	6	9	54
9	Comprobación aire acondicionado	No funciona Funciona irregularmente Muy ruidoso y molesto	Calor en ambiente Variaciones de temperatura Falta de comodidad	Avería Desprogramación Floja sujeción al ventilador	Personal limpieza Gobernanta Resp.Mantenimto	7	8	9	504
10	Comprobación correcto cierre habitación	Cierre ventanas y cortinas Cierre puerta	Posible robo en habitación Falta de seguridad	Omisión operación	Personal de limpieza Gobernanta	8	8	3	192
11	Cortinas y persianas	Ganchos sueltos Persiana rajada	Servicio descuidado	Omisión operación	Personal de limpieza Gobernanta	9	6	2	108

Tabla 8. Tabla del AMFE

4.6. Medidas propuestas y objetivos a alcanzar

Una vez conocida la causa del fallo, se convierte en una misión más sencilla definir las medidas correctoras que busquen su eliminación. Dichas medidas pueden resultar sencillas o muy complicadas, ya que quizás requiera la modificación de un procedimiento o la sustitución de un material, lo cual son tareas complicadas y que requieren de mucho análisis.

Una modificación de este tipo puede llevar consigo un trabajo importante y lo que es aún más delicado, la alteración en la manera en que determinadas personas llevan a cabo sus tareas.

Por ello es un trabajo que no siempre resulta conveniente realizar en una sesión del equipo de trabajo, siendo lo más adecuado encargar esta función a un responsable ajeno a la empresa. Dicho encargo debe hacerse con la aportación del mayor número de datos y explicaciones, indicando los recursos disponibles, señalando un plazo de ejecución y solicitando la evaluación de los resultados obtenidos.

Tras analizar los 11 ítems, observamos que sobre 6 de ellos, al obtener un valor de IPR mayor de 70, debemos implantar alguna medida correctora, haciendo mayor énfasis en aquellos ítems con mayor valor de IPR.

Tras analizar con el equipo del hotel los resultados, se proponen las siguientes acciones correctoras:

Limpieza de habitación y baño: La aparición de restos de suciedad o polvo en una habitación puede ser motivo de insatisfacción grave por parte de un cliente, por lo tanto se hablará con las camareras y se les explicará esta importancia, siendo supervisadas por la gobernanta.

Sustitución sábanas/mantas/toallas: El jefe de lavandería se da cuenta de la situación que puede producirse en el servicio de habitaciones por un posible

desabastecimiento de juegos de ropa lavada y tras un intercambio de impresiones con el personal del equipo, para evitar estos cuellos de botella, se propone adquirir una secadora de aire caliente, utilizándola solamente en momentos de máxima ocupación.

Revisión funcionamiento de luces: Las camareras llevarán consigo un pequeño listado de órdenes de trabajo para mantenimiento. En cuanto detecten una anomalía de alumbrado o de otro tipo, emitirán una orden inmediata y la depositarán en una casilla del cuarto de servicio, siendo recogida por el responsable de mantenimiento.

Comprobación de aire acondicionado: Esta tarea debido a su dedicación de tiempo, del cual las camareras no andan sobradas, podría ser ejecutada por parte del responsable de mantenimiento, analizando mediante un calendario programado, un determinado número de habitaciones semanalmente.

Comprobación de correcto cierre de habitación: Las camareras al cerrar la habitación pueden tener un descuido y dejar la puerta entreabierta o sin cerrar correctamente, esto podría evitarse asignando semanalmente a una de las camareras la tarea de que, tras finalizar el servicio en cada planta del hotel, realice una comprobación puerta por puerta y solucione cualquier despiste de cierre de habitación.

Cortinas y persianas: A la hora de limpiar las habitaciones, las camareras revisarán el estado de las persianas y cortinas, al ser una parte natural de su tarea, será sencillo observar un mal funcionamiento o algún signo de suciedad o rotura, avisando a la gobernanta.

Una vez incorporadas las acciones correctoras correspondientes, se volverán a calificar los resultados, obteniendo los nuevos valores de los tres coeficientes, y actualizando el IPR.

Esta tarea de aplicar las medidas propuestas quedarán a disposición de los mandos directivos, para que debatan si ponerlas en práctica o no.

Si las calificaciones se encuentran ya por debajo del valor considerado como apto ($IPR < 70$), podríamos considerarlas superadas.

Se han alcanzado, por tanto, los objetivos señalados en la metodología AMFE, pero se ha conseguido además algo de mucho valor para la gestión eficaz y de calidad de la empresa. Un grupo de personas se han sentado alrededor de una mesa con el exclusivo objeto de resolver los problemas que pueden afectar la satisfacción del cliente. Puede garantizarse que el grupo adquirirá una fuerte mentalidad de mejora continua que deberá transmitir a sus subordinados y a las demás personas del entorno.

5. Conclusiones. Trabajo futuro

La realización del proyecto ha permitido implementar una de las diversas herramientas de control de la calidad sobre un producto o servicio, denominada AMFE, al ser una herramienta sencilla de aplicar con coste cero, requirió de dedicación, comunicación de todo el personal implicado e interés para que los resultados finales resultaran satisfactorios.

Se ha utilizado una hoja de registro, en la cual se buscó recoger todos los posibles modos de fallo del servicio de habitaciones de un hotel, para su posterior seguimiento, realizado durante dos semanas por parte del equipo de trabajo del hotel. Más tarde, tras diversas reuniones con el personal de trabajo, y haciendo uso de su dilatada experiencia, se completaron los datos requeridos de los coeficientes de gravedad y no detección.

Finalmente, los datos obtenidos fueron evaluados mediante la aplicación de la herramienta AMFE, averiguando dónde hacer más hincapié y proponiendo una serie de medidas correctoras, puestas a disposición para ser aplicadas o no posteriormente por parte de las personas encargadas de tomar las decisiones en dicho hotel.

En lo referente al **trabajo futuro**, se podría ampliar el proyecto mediante la utilización de otra herramienta de mejora de la calidad, que pudiera actuar como complemento del AMFE, lo cual aportaría a esta herramienta una mayor efectividad en casos de fallos múltiples, ya que en este tipo de situaciones no es una herramienta que por sí sola sea recomendable llevarla a cabo. Aplicada junto al árbol de fallos, solucionaría esta carencia.

La técnica del árbol de fallos nació en 1962, con su primera aplicación en la verificación de la fiabilidad de diseño del cohete Minuteman. Posteriormente ha sido aplicada sobre todo inicialmente en el campo nuclear y posteriormente en el campo químico, en estudios como el de Rijmond.

Los árboles de fallos constituyen una técnica ampliamente utilizada en los análisis de riesgos debido a que proporcionan tanto resultados cualitativos como cuantitativos.

Esta técnica consiste en un proceso deductivo basado en las leyes del Álgebra de Boole:

- Permite determinar la expresión de sucesos complejos estudiados en función de los fallos básicos de los elementos que intervienen en él y calcular su probabilidad.
- Consiste en descomponer sistemáticamente un suceso complejo denominado suceso TOP en sucesos intermedios hasta llegar a sucesos básicos para los cuales se puede calcular la probabilidad de fallos.

Otro aspecto de futuro desarrollo sería la posibilidad de aplicar el AMFE en el servicio del restaurante, ya que fue la otra alternativa inicial de estudio. De este modo, buscaríamos una mejora de la calidad en dos de las áreas más importantes y donde mayor tasa de fallos podrían aparecer, pudiendo ser directamente perceptibles, y en ocasiones molestas para el cliente.

6. Referencias bibliográficas

Durante el desarrollo de este proyecto se han consultado los siguientes libros, manuales, tesis doctorales, proyectos fin de carrera, artículos, normas y portales web:

- **Luis Cuatrecasas.** “*Gestión Integral de la Calidad*”. Ed. Gestión 2000. 2ª Edición, 2001.

- **Marta Sangüesa Sánchez,** “*Manual de gestión de la calidad*”. Cátedra de Calidad Volkswagen Navarra, Edificio Biblioteca (Entrada Este), 31080 Pamplona (Navarra), 2004.

- **Marta Sangüesa Sánchez; Ricardo Mateo; Laura Ilzarbe,** “*Teoría y Práctica de la Calidad*”. Ed. Paraninfo, 2006.

- **Ignasi Brunet y Amado Alarcón,** Revista Internacional de Sociología (RIS), Vol. LXV, N° 47, Mayo-Agosto, 73-98, ISSN: 0034-9712, “*Calidad y recursos humanos del sector hotelero en Cataluña*”, Universidad Rovira i Virgili. Tarragona. España, 2007.

- **Alfonso Fernández Hatre,** “*Técnicas avanzadas de calidad*”. Centro para la Calidad en Asturias, ETS Ingenieros industriales de Gijón. Gráficas Rigel. Avilés, 1995.

- **Librería HOR DAGO.** “*AMFE: Análisis modal de fallos y efectos*”. Departamento de promoción económica, **Diputación foral de Bizkaia**. Junio 2010.

- **Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.** “*Sistemas de gestión de calidad*”. Requisitos. (NTC ISO 9001). Santafé de Bogotá, Colombia: ICONTEC. 2008.

- Apuntes sobre técnicas de control de la calidad de la asignatura de 4ª Industriales, libro titulado: “*Organización Empresarial y Administración de la Producción*”. **Eva Martínez Caro y Alejandrino Gallego Rodríguez.** Área de Organización de Empresas, Departamento de Economía de la Empresa. Ed. MORPI, S.L, Primera Edición, Febrero 2007.

- **Patricio Mercader Siles,** Proyecto Final de Carrera: “*Análisis AMFE de un cigüeñal de fundición nodular*”. Octubre 2008.

- **Antonio Luis Gamo Sánchez,** Tesis Doctoral: “*Calidad de servicio electrónica a través de Cybermarketing*”. Facultad de Ciencias de la Empresa, Universidad Politécnica de Cartagena. Noviembre 2013.

- **Pablo Juan Verdoy,** “*Manual de control estadístico de la calidad: teoría y aplicaciones*”, Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L, 2006.

- **Alberto Galgano,** “*Los siete instrumentos de la calidad total*”, Ed. Díaz De Santos, 1995.

- Serie de normas ISO 9000.

- **Roberto Carro Paz y Daniel González Gómez**, “*Control estadístico de procesos*”, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ed. Administración de las Operaciones, 2012.

- **Hansen, Bertrand L.; Ghare; Prabhakar M.**, “*Control de la calidad: teoría y aplicaciones*”, Ed. Díaz De Santos. Madrid, 1990.

- **José Francisco Vilar Barrio**, “*Las siete nuevas herramientas para la mejora de la calidad*”, Ed. FUND. CONFEMETAL, 1997.

- **Francisco Javier Miranda González**, “*Introducción a la gestión de la calidad*”, Ed. DELTA, 2014.

- **Pedro Grima Cintas; Javier Trot-Martorell Llabres**, “*Técnicas para la gestión de la calidad*”, Ed. Díaz de Santos, 1995.

- **Vicente Carot Alonso**, “*Control estadístico de la calidad*”, Ed. Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

- **J.M. Jurán**, “*Jurán y la calidad por el diseño*”, Ed. Díaz de Santos, 1996.

- **Asociación de la Industria Navarra**, “*La calidad en el área de diseño*”, Ed. Díaz de Santos, 1991.

- **Josep Ríos y Ricard Santomá**, “*Calidad de Servicio en la Industria Hotelera desde la perspectiva del SERVQUAL*”, ISSN: 1885-1738. Septiembre 2008.

- Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad:
<http://www.fundibeq.es/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/amfe.pdf>

- Web del Ministerio de salud de Perú, “Dirección de calidad de salud”:
<http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/herramientas/AMFE.pdf>

- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo”:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf

- Centro de Información FMEA:
<http://www.fmeainfocentre.com/examples.htm>

- Web de cursos online y artículos variados:
<http://www.aulafacil.com/calidad-empresa/curso/Lecc-26.htm>

- Ministerio de Industria, Energía y Turismo, Gobierno de España:
<http://www.alojamientosconectados.es/turismo/sites/default/files/10.%20Calidad%20Hotelera.pdf>

- Web de soluciones efectivas y modulares para gestión hotelera y de restaurantes:
[\(http://creadoresdesoft.com.ar/web/la-calidad-en-el-servicio-hotelero/\)](http://creadoresdesoft.com.ar/web/la-calidad-en-el-servicio-hotelero/)

- Portal de calidad con foros de discusión y de compartir archivos:
http://www.portalcalidad.com/foros/3208resena_historica_sobre_amf

- Página web dedicado a la gestión de la calidad:
<http://diplogestioncalidad.wikispaces.com/file/view/Arbol+de+fallas.pdf>

- Métodos cualitativos para el análisis de riesgos, Protección civil de España:
http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta22/guiatec/Me todos_cualitativos/cuali_33.htm

- Características y especificaciones de la cadena hotelera Izán:
<http://www.izanhoteles.es/>

- Confederación granadina de empresarios, sección de calidad y medioambiente:
<http://www.cge.es/portalcge/tecnologia/innovacion/4114 analisis.aspx>

- Web de servicios de consultoría sobre herramientas de mejora de la calidad:
<http://www.icicm.com/files/QFD.pdf>

- Web oficial del Instituto para la Calidad Turística Española:
<http://www.ictc.es/ESP/m/40/Inicio/Preguntas-frecuentes#13>

- Portal web de una organización profesional dedicada a vender soluciones para mejorar la productividad/rendimiento en operaciones:
[\(http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/\)](http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/)