

IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANTIERRORES: POKA YOKE

López Mortarotti*, Iván E., Sanchez-Varretti, Fabricio O., García, Guillermo D.

*Grupo de Físico-Química de Sistemas Complejos (GFQSC) - Universidad Tecnológica Nacional,
Facultad Regional San Rafael.
Gral. J. J. de Urquiza 340M5602GCH.
rydlamas@hotmail.com*

RESUMEN.

En un mundo cada vez más competitivo, las empresas están obligadas a mejorar a un ritmo más acelerado. A través del tiempo se llegó a establecer que la forma de hacerlo es a través de un proceso de mejoramiento continuo. Éste busca lograr, entre otras cosas, el “cero defectos” en un proceso. Una de las técnicas que apuntan literalmente a ese objetivo es el sistema Poka-Yoke, en su traducción: “A prueba de errores”. Son métodos que se incluyen en cualquier parte o etapa del proceso y de la empresa.

Es un sistema que apunta a ser sencillo y simple. Se enfatiza en realizar cosas obvias, en las que detecta errores o evita que se cometan. El objetivo final es concretar un proceso o terminar un producto sin la posibilidad de que exista un defecto.

Con el fin de potenciar la utilidad del sistema, éste se puede combinar con el uso de otras herramientas de calidad contribuyendo a la obtención de la Calidad Total. En la actualidad es muy común ver dispositivos “a prueba de error” en actividades cotidianas. No solo las vemos dentro de una empresa de producción o de servicio, sino en la vida común de todos nosotros.

“Es bueno hacer las cosas bien la primera vez. Pero es aún mejor hacer que sea imposible hacerlas mal desde la primera vez” ese fue el pensamiento de su creador, Shigeo Shingo, en la década del '60.

Como objetivo expusimos una implementación básica del sistema de 6 pasos. El sistema propuesto es de aplicación sencilla, práctica y al alcance de cualquier emprendimiento productivo. Cualquier empresa puede implementar este método y mejorar su eficiencia y productividad, repercutiendo económicamente de forma positiva.

Palabras Claves: Error, defecto, inspección, control de calidad y producción.

1. INTRODUCCIÓN

Mejorar continuamente involucra un proceso que se repite hasta lograr los estándares deseados y sigue su curso para mantenerse en ese nivel y pulir los detalles atendiendo las nuevas necesidades que siempre va a exigir el mercado. No existe una regla que determine a la mejora continua ni una fórmula única para aplicarla. Al investigar contenidos de la mejora continua, pudimos contar 56 teorías, filosofías, enfoques y conceptos que son parte y son utilizados cuando intentamos mejorar el proceso [1].

Sabemos que no hay una teoría que funcione por sí sola y mucho menos que sea la solución definitiva. Pero de lo que sí estamos seguros es que mientras menos defectos tengamos, de una forma u otra, nos irá mejor. Uno de los conceptos más modernos y completos es el "Kaizen [1] que propiamente significa mejora continua, este es el conjunto de muchas teorías. La calidad tiene muchas formas de medirse y una de las más exigentes es la de cumplir con el objetivo de que todos los productos se fabriquen con el propósito deseado, sin defectos. Es una meta muy exigente que antes era impensada, hoy con ayuda del *six sigma* nos acercamos bastante. El *Seis Sigma* es la metodología de mejora de procesos que hace hincapié en la obtención de cero defectos. Su objetivo final es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades: 6 sigma= 3,4 DPMO (Defectos por millón de oportunidades) = 99,99966% de eficiencia. Este resultado es magnífico pero no el ideal el cual es 0 defecto por millón [2].

Para esto, la respuesta la buscamos en el sistema Poka-Yoke. Esta es una técnica de calidad que se traduce "a prueba de errores", también se le suele llamar "anti-errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. Su finalidad es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. "Es debido a que el Sistema Poka Yoke tiene la verdadera capacidad para reducir y eventualmente, eliminar defectos, por lo que me gustaría verlo adoptado en tantas compañías como sea posible" en palabras de Shigeo Shingo su creador [3].

La situación actual del Poka-Yoke, como sistema completo, es poco común en comparación del resto de otras teorías de mejora continua, sobre todo en empresas occidentales. Pero en su país de origen, Japón, es una metodología infaltable para las empresas. Ha evolucionado desde su aparición haciéndose más adaptable a distintos ámbitos y áreas de la organización. Pero ha mantenido su exigencia con respecto a la eficacia de los métodos que utiliza. Los administradores utilizan sus métodos para el logro de la calidad organizacional. Hoy en día es muy común ver dispositivos a prueba de error en actividades cotidianas no solo dentro de una empresa de producción o de servicio, sino en la vida común de las personas. Los sencillos métodos Poka-Yoke son una ventaja para todos los usuarios logrando evitar errores y llegando al extremo de salvar vidas. También aparecen en numerosos artefactos tecnológicos y en software siendo una garantía para los fabricantes que los consumidores utilicen correctamente su producto. Este sistema se ha visto influido por el éxito de otras teorías de calidad lo que se complementa con herramientas para que la empresa en la que opera logre sus objetivos cumpliendo con la satisfacción del cliente.

2. METODOLOGÍA

2.1. El sistema Poka Yoke.

Pretende evitar los errores de forma simple y sencilla. No quiere defectos. La mayoría de los defectos tienen un culpable: el hombre, pero no está solo. Trabaja con otros operarios, con máquinas y herramientas, y es ahí donde sí se pueden reducir el número de fallas, se pueden evitar errores, y se puede lograr "cero defectos".

Con el sencillo pensamiento de "no hay que cometer ningún error" apareció el método Poka-Yoke. Lo que hacemos es crear un sistema en el proceso para evitar que podamos equivocarnos. Podemos realizar básicamente 2 funciones: *alertar* o *corregir*. Dentro de estas funciones hay 3 métodos que se utilizan para detectar o corregir errores. Funcionan de la siguiente manera: alertando que existe el error, separando el producto con el error o evitando que se genere el error [4]. Estos métodos utilizan dispositivos que pueden ser mecánicos o electrónicos y de distintas clases. (Ver punto 2.3 Funciones del sistema Poka-Yoke.)

Cuando controlamos el proceso hacemos inspecciones [4], estas tienen una característica diferente a una inspección común. El fin que tienen las inspecciones Poka-Yoke es ir corrigiendo el sistema y su implementación. Lo controlamos de 3 formas diferentes y cada vez que se repita una inspección debe tener un porcentaje de mejora. (Ver punto 2.4 Inspección.)

La regla de oro del sistema es: Al proveedor no le puedo aceptar un defecto, yo no puedo cometer un defecto y el cliente no puede recibir un defecto.

2.1.1 Cosas imposibles de hacerlas mal.

Es bueno hacer las cosas bien la primera vez. Pero es aun mejor hacer que sea imposible hacerlas mal desde la primera vez. Todo cliente quiere que su producto sea 100% satisfactorio. Pareciera imposible técnicamente ya que hay un pequeño porcentaje de errores que pueden escapar a nuestro control, existe el descuido, la desconcentración, existe el des-calibre de una maquina o robot y las personas que intervienen en el proceso, por eso hay que trabajar mucho en mejora continua. Con esto no se quiere decir que la excelencia sea imposible, se quiere decir que hay que pensar un poco más, hay que esforzarse para lograr el producto especificado. Esto llevó a que se generara este nuevo método, el que hace que lo errores sean evitables, el que pone a toda empresa al conocimiento de su utilización. Los administradores necesitan pensar en acciones especificas para llevar a cabo el principio de este método: hacerlo bien a la primera vez.

2.1.2 Como buscar el problema.

Primero establezcamos el estándar ideal, luego encontremos los defectos y lleguemos a la raíz de su causa. Por último los solucionamos siempre y cuando tengamos un costo/beneficio positivo. Establecimos 2 grandes pasos para la identificación del problema. (Véase paso 3.1.2. Llegar a la raíz del error que origina el defecto y 3.1.3. Decidir el tipo de Poka-Yoke a utilizar. Página 7.)

2.1.3 Poka Yoke: parte arte parte ciencia.

El diseño de un sistema "anti-errores" no es un simple cálculo o la consulta en un manual de instrucción para ver que se puede mejorar. Esto es un proceso que requiere la invención de una actividad, un movimiento, un sensor, o el rediseño del proceso o producto. Pero a veces, solo usando el sentido común se logran evitar errores. El secreto es ver las cosas lo más sencillo que se pueda, por ejemplo la conexión eléctrica de una impresora hogareña, el chip del teléfono celular, se diseñaron para evitar conectarlo incorrectamente y con el 100% de efectividad; cualquier persona pueda hacerlo bien. Estos beneficios aportan un ahorro de costos debidos a errores evitables y aumentan la productividad y la seguridad de realizarlo satisfactoriamente; que repercute directamente en términos de calidad.

2.1.4 Confusión entre una simple técnica y un Poka Yoke.

Si no se hace una diferencia entre una y otra, podemos seguir corriendo riesgos de cometer un error y en consecuencia provocar defectos. La simple técnica colabora en la ejecución de una tarea pero no siempre tiene en cuenta el resultado final. Es decir, nos ayuda a realizar dicha tarea pero no nos asegura que se concrete con satisfacción. Un Poka Yoke utiliza técnicas y métodos para mejorar una tarea del proceso o producto final pero con la particularidad de hacernos notar la presencia del error o evitarlo. El usuario debe darse cuenta de manera inminente que está cometiendo un error o mejor aún le debe ser imposible poder cometerlo

2.1.5 Conveniencia de utilizar un Poka Yoke.

Mientras el proceso es más repetitivo, mayor dependencia del operario involucre y cuanto mayor costo por producto tenga, mejor será utilizar un método anti-error. Éste, mayor eficacia tendrá ya que resolverá más problemas.

2.2. Contenido del sistema Poka Yoke.

2.2.1. Error o defecto.

Los defectos son resultados. Los errores son las causas de los resultados. Si en un proceso o etapa no se cumple con las características exigidas o limites, se está produciendo un error que en consecuencia nos da como resultado un defecto. Por tanto el defecto se encuentra cuando, el bien terminado es carente o imperfecto en las cualidades propias establecidas, o en otros casos no supera la tolerancia permitida. Cuando hablamos del sistema Poka-Yoke clasificamos el error en dos partes, uno es el error *potencial* y el otro es el error *literal* o presencial.

Al buscar el origen del error nos encontramos con diferentes técnicas, como ejemplo podemos utilizar: El diagrama de causa efecto (CEDAC) [5], el cual puede también obtener la causa raíz aportando posibles soluciones. Los 5 porqués [6] dando un porque para cada respuesta. Y el diagrama de Pareto [7] que pondera el peso de cada error.

También tenemos en cuenta la Condición propensa al error, que es aquella condición en el producto o proceso que contribuye a, o permite, la ocurrencia de errores, es decir, un posible error.

2.2.2 Probabilidad de ocurrencia de errores.

Tratamos de disminuir la probabilidad de que las cosas ocurran. Responde a preguntas como: ¿Qué probabilidad hay de que se caiga algo que ya está en el suelo? ¿Qué probabilidad hay de conectar dos piezas siendo la parte que se unen con formas totalmente diferentes? ¿Qué probabilidad hay de enroscar una tuerca en un tornillo de mayor diámetro? Estas preguntas tienen

algo en común: la misma respuesta. Hay cosas que si o si van a suceder. La buena noticia es que, si esto deriva de un error, se puede evitar.

2.2.3 Fuentes de los defectos.

Es importante identificar los tipos de errores que hay en un proceso como así también los errores que son causados por el factor humano en sí mismo. Otra de las variables sobre la elección del Poka Yoke es la capacitación al personal, donde entra en juego lo que tiene que saber sobre el sistema aplicado y la relación que tiene con los errores que ellos pueden causar. Por tanto, se diferencia los tipos de errores en un proceso y los tipos de errores causados por el factor humano en las operaciones.

2.2.4 El efecto en el defecto.

Los efectos del sistema anti-error en reducir defectos van a depender en el tipo de inspección que se esté llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea (fuentes de inspección), auto-chequeo, o chequeo continuos (sucesivos).

Los defectos existen en dos estados, "a punto de ocurrir" o "ya ocurrido". Detectar un defecto antes de que ocurra se le llama "prevención" y encontrarlo después se le llama "detección". Cuando inspeccionamos y encontramos un defecto, automáticamente queda apartado para su posterior estudio donde se analizan las causas del mismo y lo clasificamos según su tipo.

Luego aplicamos los pasos de la implementación del sistema Poka Yoke donde va a quedar determinado que error atacar y que método "a prueba de errores" podría llevarse a cabo para evitar ese defecto. Al finalizar la implementación, si se cumplió su objetivo, la clase de defecto que fue encontrado queda en cero, con el que obtenemos el concepto de Cero Defectos. Otro sistema que nos ayuda es el Just In Time [8], orientándonos a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor.

2.3. Funciones del sistema Poka-Yoke.

Un sistema anti-errores posee dos funciones: una es hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías se da retroalimentación y acción correctiva. Es decir, controlar para que todo salga correctamente y/o advertir si algo sale fuera de los límites.

2.3.1 Funciones reguladoras, dos tipos.

I) Métodos de Control: Deben ser efectivas en influenciar las actividades del proceso. El sistema es un medio, no un fin. Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo. Estos tipos de sistemas de control tienen una función reguladora mucho más fuerte que los de tipo preventivo, y por lo tanto ayudan a maximizar la eficiencia. En los casos de defectos aislados (no en serie) no es necesario apagar la máquina completamente.

Variación en el proceso: Hay que determinar cuál es el rango tolerable de variación que evite que se originen problemas.

Causas: Existen variaciones en todas las partes producidas en el proceso de manufactura. Hay dos fuentes de variación, una es aleatoria que ese debe al azar y no se puede eliminar por completo y otra es asignable en la que sí se puede reducir o eliminar las causas.

II) Métodos de Advertencia: Acto con el que se llama la atención a alguien, especialmente para avisarle o aconsejarle sobre alguna anomalía. Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz y/o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo o no sea crítico, o cuando factores técnico-económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil o poco viable.

2.3.2 Clasificación de los métodos Poka-Yoke.

I) Métodos de contacto: Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anomalías en el acabado, forma o las dimensiones de la pieza; donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto. Es muy utilizado en los ensamblajes.

II) Método de valor fijo: Con este método, las anomalías son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos. Y en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces. Es decir cuando un número fijo de operaciones debe ser realizado en una estación de proceso.

III) *Método del paso-movimiento*: Este método se utiliza para determinar si un movimiento o etapa en el proceso se ha realizado en el tiempo esperado. Estos son métodos en el cual las anomalías son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este efectivo método tiene un amplio rango de aplicación, y la posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se esté planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

Estos métodos son opciones que sirven para evitar o alertar sobre los errores de forma mecánica. Existen muchas clases de medidores para utilizar según el método como veremos a continuación.

2.3.3 Medidores e inspección utilizados en sistemas Poka Yoke.

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:

Medidores de contacto: como interruptores, transformadores y relevadores.

Medidores sin-contacto: como sensores.

Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.

A continuación vamos a ver la otra parte del sistema: la inspección. Una manera que utiliza formas manuales para evitar o alertar en la cual el operario tiene mayor contacto con el producto y/o el proceso. Es una forma de exploración en la que se compara algo a través de los resultados. Al ver los tres tipos de inspección de este sistema nos preguntamos cuál es mejor. Esa respuesta va a depender de la organización en la que esté y va a tener muchas variables en juego.

2.4 Inspección

2.4.1 Inspección de criterio o juicio.

Inspección para separar lo bueno de lo malo. Es usada para descubrir defectos, en donde puede inspeccionarse una muestra representativa o el 100 % de los elementos. La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos. Este enfoque, sin embargo, no elimina la causa o defecto.

2.4.2 Inspección Informativa.

Mejor llamada acción inmediata, es una inspección para obtener datos y tomar acciones correctivas. Es decir, a medida que el proceso está en marcha se controla todos los productos que salen. Usado típicamente como *Auto-Inspección*; la persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata. También es una *Inspección subsecuente*; donde inspecciono de principio a fin de la cadena de producción e informo los datos de seguimiento estadístico.

2.4.3 Inspección en la fuente.

Inspecciona el origen de los errores. Es la inspección más profunda. Utilizada en la etapa del error y se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto. Si no es posible prevenir el error, entonces al menos se debe querer detectarlo.

Hemos visto que es error y defecto, cuales son las funciones del sistema y las distintas clases de inspección. Ahora nos toca saber cómo medir la eficacia del sistema que vamos a aplicar.

2.5. Eficacia del Poka Yoke

Es el criterio más importante a la hora de medir a un Poka Yoke para determinar cuál es el más conveniente de implementar. Aunque a medida que pase el tiempo de su utilización, comprobaremos la exactitud del sistema.. Mientras más pronto detecte el error mejor será su eficacia. Este proceso que realiza el método "a prueba de error" cumple un ciclo y el objetivo es que sea lo más corto posible. Este ciclo se encuentra en la mayoría de los dispositivos en segundos o fracciones de segundo.

Las 5 variables de la eficacia: las variables que se consideran trascendentes al decidir si un método es eficaz son: Detener el proceso. Detectar el defecto. Separar o avisar. Confiabilidad del método. Mantenimiento

Cada una tiene una ponderación o valoración distinta dependiendo del tipo de compañía en la que esté, en qué sector actúe y del criterio del administrador. El porcentaje que aparecerán en las tablas es solo un ejemplo representativo a nuestro criterio

Descripción de cada variable:

a) Detener el proceso: si se detiene el proceso para corregir el error aumenta el costo por producto. Lo ideal es que el sistema se ejecute sin detener el proceso. El costo de detener el proceso productivo se aplica a varias razones de las cuales nombramos: productividad, pérdida de materiales, tiempo y energía extra, rotura o avería ocasional, re planificación, etc.

b) Detectar el defecto: el error es mejor encontrarlo antes de que se produzca. De lo contrario perderemos mucho en el reproceso como materiales, mano de obra y dedicación. La siguiente figura (Figura 1) nos muestra de forma simple que el método puede usarse antes o después de producirse el error.

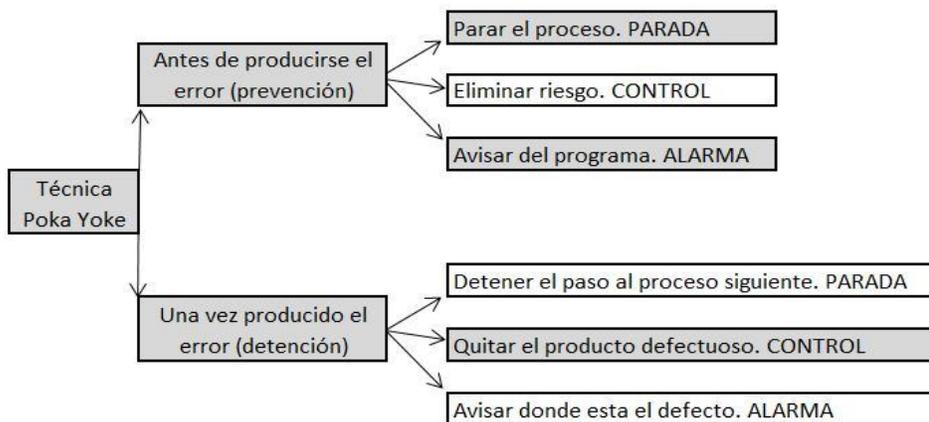


Figura 1 Diferenciación según cuándo detecta el defecto [9].

c) Separar o avisar: al detectar el defecto, si es separado sería excelente porque no tenemos que tener personal en la línea. Si solo avisa habrá que ir a controlar. No todos los métodos son iguales, algunos evitan, otros separan y otros avisan. Lo más efectivo, como sabemos, es que un Poka Yoke evite generar un error, pero en el intento de lograrlo también puede utilizarse haciendo otro aporte, separando el error o avisando que existe. La siguiente figura (Figura 2) muestra su distinción:

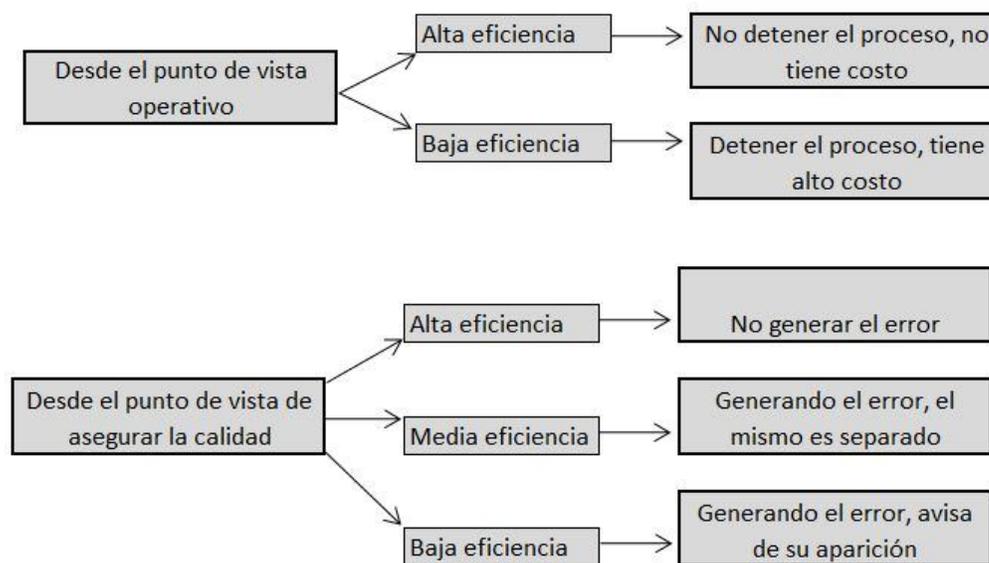


Figura 2 Diferenciación de lo que se hace cuando detecta un error/defecto

d) Confiabilidad del método: mientras más confiable es el método o dispositivo, tendremos menor probabilidad de que ocurra una desviación. Una de las consecuencias es la reducción en las inspecciones.

e) Mantenimiento: lo ideal sería una vez instalado el sistema, olvidarse de chequear que funcione correctamente o hacerle un ajuste. La importancia del mantenimiento está dada dependiendo de la importancia monetaria que tenga un paro en un equipo productivo. Es el conjunto de operaciones para que un equipamiento reúna las condiciones para el propósito para el que fue construido.

2.5.1 Eficacia relativa.

Dentro del sistema nos encontramos con dispositivos más eficiente y convenientes que otros. Lo mejor que puede hacer el método es, sin detener el proceso, detectar el error antes de producirse y separarlo del resto de los productos. A su vez, este proceso debería hacerse con 100% de confiabilidad y no tener que realizarle mantenimiento de ningún tipo. No existe una regla universal para determinar si un método es más o menos eficiente que otro. En algunas industrias puede que detener el proceso sea más costoso que cometer el error y que el alto mantenimiento sea indistinto. En otros casos, lo más importante puede ser detectar el defecto antes de producirse.

3. RESULTADOS.

3.1. Implementación de Poka Yoke.

Básicamente se utilizan 6 pasos para aplicar el sistema a prueba de errores y que se describen a continuación.

3.1.1 Identificar el defecto potencial o literal

Descubra el error de la operación, producto o proceso que origine defectos. Se priorizan las áreas donde hay un gran número de errores o donde un solo error represente un alto costo.. Para esto es muy útil describir en detalle el proceso productivo.

Nos debemos responder ¿Qué ocurre? ¿Desde cuándo ocurre? ¿Con que frecuencia aparece? ¿Qué efecto genera? ¿De qué manera afecta las especificaciones del proceso/producto?

3.1.2. Llegar a la raíz del error que origina el defecto

Debemos conocer puntualmente el error. Cuando hacemos una inspección en la fuente verificamos los factores que causan errores. En función de búsqueda podemos utilizar las siguientes alternativas: "los 5 porqués", el "análisis causa y efecto" y/o categorizar los errores a través de un "diagrama de Pareto". Luego diseñamos una priorización de errores para ayudarnos a elegir el error a corregir. Nos debemos responder ¿Dónde ocurre exactamente el error? ¿Cuáles son las posibles causas? ¿Cuáles son los síntomas del problema? ¿Cuál es el impacto generado? ¿Qué riesgo tiene? ¿Cuál es su urgencia y su importancia? ¿Se ha hecho algo al respecto anteriormente? ¿Es una causa controlable? Esta última pregunta quiere decir si el problema está en el diseño del producto y no se puede controlar en el proceso y hay que revisar el diseño.

3.1.3. Decidir el tipo de Poka-Yoke a utilizar

Según las características del error identificado en el punto anterior puede haber distintos dispositivos o métodos que aplicar. Luego de decidir que error comienzo a solucionar en primera instancia, diseñamos una priorización de Poka-Yoke para ayudarnos a elegir el método a implementar.

Nos debemos responder ¿El error necesita un método para solucionarse? ¿Cuáles son los métodos que tenemos a nuestro alcance? ¿Cuál es el costo de la inversión? ¿Cuál es el tiempo de recupero de la inversión? ¿Cuál es la eficacia del método? ¿Qué capacitación necesita el personal?

3.1.4 Probarlo

Una vez que ha seleccionado el método a utilizar, tenemos que tener el espacio, el tiempo, las herramientas, el software, etc. para poder probarlo.

Se necesita un periodo de prueba y adaptación. Hay que terminar de evaluar su eficacia. De esta manera daremos el último "si" y tendremos que tener un plan de capacitación para su utilización.

Realizando este paso podemos evitar de cometer el error de creer que funciona y que luego genere dificultades dejando pasar por alto su objetivo.

3.1.5 Capacitar al personal

Cuando el método está en periodo de prueba se detalla todo lo que es necesario conocer para su utilización. Algunos métodos están diseñados para que cualquier persona no capacitada sea capaz de utilizarlo o para que no pueda equivocarse. Pero existen otros que requieren de gente capacitada para saber cómo actuar ante lo sucedido (ej: ante una luz o un sonido). Como sucede en las inspecciones, el operario se relaciona directamente con el producto. Hay que asegurar que el conocimiento del personal implicado sea correcto.

3.1.6. Revisar el desempeño

Después de que el sistema esté operando por un lapso determinado (este periodo de tiempo depende de la frecuencia de la actividad) hay que controlar su operatividad, su confiabilidad y mantenimiento. Hay que asegurarse que cumple su función objetiva. La evaluación final se hace

corroborando los beneficios económico, financiero y/o de imagen corporativa de haber aplicado el Poka-Yoke.

Para continuar haciendo uso del sistema se debe volver al paso 1 y 2 para chequear el proceso en busca de otro error potencial y continuar con los demás pasos en caso de encontrar alguno. En la priorización de errores que se ha anunciado en el paso 2 podemos continuar implementando el sistema a los error priorizados en el ranking.

A continuación vemos particularidades implementación del sistema a través de planillas donde se especifica lo que vamos a evaluar.

3.2. Particularidades de la implementación.

En pocas palabras, lo que hace el administrador para implementar el sistema es: primero encontrar el error más significativo del proceso y luego aplicarle el método más eficiente. La Tabla 1 nos muestra a modo de ejemplo el resumen simbólico del paso 2 y 3 de la implementación. Éstos pasos son los más determinantes.

Procesos	Errores	Error más significativo	Poka-Yokes probables	Poka-Yoke más eficiente
1	a b c	a	w x y z	x
2	a b c	b	y z	z
3	a b	a	x y z	z

Tabla 1 Resumen simbólico del paso 2 y 3 de la implementación.

Cada proceso tiene distintos errores. Vale aclarar que todos son dignos de ser evaluados y corregidos, pero la idea es empezar atacando los que más afectan económicamente. En la tabla que se verá más adelante la llamada priorización de errores, que como el nombre lo indica, le da un orden a los errores encontrados estableciendo una prioridad. Esta tabla nos ayuda a decidir que error hay que solucionar primero. La prioridad con la que tomamos esta decisión es el resultado de una clasificación que tiene los siguientes criterios: Impacto: Mide la forma en que afecta el error en términos cuantitativos. Riesgo: mide la probabilidad y severidad en la que ocurra el error. Importancia: Mide la forma en que afecta el error en términos cualitativos (si le afecta al personal implicado) y Urgencia: Mide la rapidez de implementar un método para evitar causas actuales o futuras.

Cada error elegido puede tener varios métodos "a prueba de error" (probables) para aplicarle. En nuestra tabla llamada priorización de Poka-Yoke le damos un orden a los métodos potenciales estableciendo una prioridad. Nos ayuda a decidir qué solución es más conveniente aplicar. La prioridad con la que tomamos esa decisión es el resultado de una clasificación que tiene los siguientes criterios: Costo de la inversión: los costos de estudiar y aplicar el sistema. Tiempo de recupero de la inversión: Define el período posterior a la implementación donde se recupera la inversión producto de los beneficios económicos del método aplicado. Eficacia (son las 5 variables de la eficacia explicadas en el punto 2.5) y Capacitación del personal: Tiene en cuenta si la utilización del método incluye al personal y que costo tiene involucrarlo.

Cada uno de los criterios tiene una valoración distinta. Se les ha asignado un peso para poder hacer el cálculo de la priorización. Tal peso puede ser diferente según el punto de vista del administrador y de la empresa. El puntaje de los criterios es del 1 al 5 donde el número 1 es "lo más bajo" y aumenta de importancia hasta el número 5 que es "lo más alto".

3.2.1 Tablas de la implementación.

La implementación de los pasos 2 y 3 se muestra a través de tablas confeccionadas con una planilla de cálculo. Estos 2 pasos son los que mayor abanico de variables y criterios nos demandan. Aquí es en donde decidimos lo más importante: la detección del error y su solución.

La primer parte de la práctica se llama priorización de errores y la segunda parte se llama priorización de Poka Yoke. Ambas están divididas en 7 tablas pero vamos a mostrar las 2 primeras de cada una ya que son las principales, las otras 5 de cada parte solo son la extensión de la tabla 2 y 5 llamadas Ranking para errores o para métodos respectivamente, que no es necesario ejemplificar.

Resumen de las tablas de la primer parte:

ID	Nombre del error	Necesidad de un Poka yoke	Utilizaba algún método	Ranking	Orden
I01	a	si	no	3,80	2
I02	b	si	si	2,45	5
I03	c	no	no	3,00	3
I04	d	si	no	4,00	1
I05	e	si	no	2,50	4

Tabla 2 Priorización de errores.

ID	Error	Impacto		Riesgo		Importancia		Urgencia		Puntaje Final	Orden
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación		
I01	a	4	40%	4	25%	3	20%	4	15%	3,80	2
I02	b	2	40%	1	25%	4	20%	4	15%	2,45	5
I03	c	3	40%	3	25%	3	20%	3	15%	3,00	3
I04	d	4	40%	5	25%	2	20%	5	15%	4,00	1
I05	e	2	40%	4	25%	2	20%	2	15%	2,50	4

Tabla 3 Ranking para errores.

Finaliza el punto 1 de la implementación. Aquí dejamos elegido el primer error al cual vamos a buscarle la óptima solución. Recordamos que a todos los errores le podemos buscar la solución pero la búsqueda del método “a prueba de error” se hace para cada error en particular.

A continuación veremos el punto 2 de la implementación.

Resumen de las tablas de la segunda parte:

ID	Poka Yoke a elegir	Se está utilizando	Ranking	Orden
I01	a	no	3,35	2
I02	b	no	3,85	1
I03	c	si	3,00	4
I04	d	no	2,80	5
I05	e	no	3,35	2

Tabla 4 Priorización de Poka Yoke

ID	Poka Yoke	Costo		Recupero de la inversión		Eficacia		Necesidad de capacitación		Puntaje Final	Orden
		Puntaje	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación		
I01	a	3	20%	5	20%	3	55%	2	5%	3,35	2
I02	b	3	20%	4	20%	4	55%	5	5%	3,85	1
I03	c	3	20%	3	20%	3	55%	3	5%	3,00	4
I04	d	4	20%	4	20%	2	55%	2	5%	2,80	5
I05	e	5	20%	5	20%	2	55%	5	5%	3,35	2

Tabla 5 Ranking para métodos.

Ahora sí, seguimos con los siguientes pasos de la implementación: probamos el método elegido, capacitamos a las personas que van a involucrarse en el mismo y por ultimo revisamos como se desempeñó. Nuestra meta fue conocer como se detecta y elimina la probabilidad de que ocurran errores en los procesos a través del sistema Poka Yoke. Recordamos que, simplemente, si los errores más costosos son imposibles de cometerse, tendremos un progreso más favorable en nuestra organización comparado con las técnicas convencionales de ayuda como stock de seguridad, reprocesos, controles de calidad, etc.

4. CONCLUSIONES.

Cualquier corporación debe mejorar, ya sea líder del mercado o se encuentre en sus comienzos. Cuando uno se enfoca en los procesos con detenimiento encuentra errores que hacen a la pérdida de calidad total y en consecuencia perdemos beneficios como ya conocemos.

Para generar la mejora continua debemos tener un proceso productivo que cumpla con los objetivos establecidos siendo eficiente y una de las mejores maneras de lograrlo es siendo "a prueba de errores" como lo acabamos de ver en este estudio. Los métodos Poka-Yoke son simples, baratos y están en el proceso y/o en el lugar donde ocurre el error. Aplicando este sistema se puede lograr evitar errores y defectos, dirigiéndonos hacia la calidad total e incluso más allá de la misma: la excelencia. Esto es el resultado de la perfección, procesos correctos y gente adecuada. Se refleja directamente en los ingresos de la empresa y también en lo más valioso que es la imagen corporativa.

Hemos propuesto una forma simple de encontrar errores/defectos significativos y problemáticos así luego buscarles una solución para que se reduzcan en su mayoría. Aplicando los métodos Poka-Yoke, esperamos que nuestra empresa aumente sus fuerzas productivamente y comercialmente para ser más eficiente en un mundo tan competente.

5. REFERENCIAS.

- [1] Imai, Masaaki; (1995) *KAIZEN: LA CLAVE DE LA VENTAJA COMPETITIVA JAPONESA*. Grupo editorial patria. México.
- [2] Gastélum, De la Cerda José; *La Reingeniería en la Empresa*.
- [3] Shingo, Shigeo; (1986). *Zero Quality Control: Source inspection and the Poka Yoke System*. Productivity Press. USA.
- [4] Shingo Shigeo. (1997). *Mistake-proofing for operators: the ZQC*. Productivity Press. USA.
- [5] <http://www.eduteka.org/DiagramaCausaEfecto.php>
- [6] Muro, Pedro; (2010) *Los 5 Por Qué Causa-Efecto*. www.arpcalidad.com
- [7] Render, Barry, Heizer, Jay; (2009) *Principios de Administración de las Operaciones*. Mexico. 7ma Edición. Ed. Pearson.
- [8] Marín, Fernando, Delgado, Joaquín. (2000). "Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción." ETSi industriales. Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Universidad Politécnica de Madrid.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo desean agradecer a la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Regional San Rafael (FRSR). A la Licenciatura en Administración de Empresas de la UTN – FRSR. También al Grupo de Físico Química de Sistemas Complejos (GFQSC) de la UTN – FRSR y a los organizadores del COINI.