



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MEDICIÓN POR ATRIBUTOS

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO Y ELÉCTRICO**

PRESENTA:

Luis Fernando Domínguez Lobatón

ASESOR:

M.C. Víctor Galindo López

Puebla, Pué.

Junio 2015

Agradecimientos:

Principalmente quiero agradecer a Blanca Leticia mi Madre por su apoyo incondicional, por siempre recordarme cual es el camino correcto y a no olvidarme de mis metas, siempre con grandes palabras y acciones de vida, me hizo tener presente que el camino no es fácil pero siempre trabajando y con esfuerzo se vencen los problemas y se alcanzan los objetivos.

A Pedro Octavio mi hermano que de igual forma siempre he contado con su apoyo y su sinceridad para afrontar los problemas.

A Pedro Octavio mi Padre porque siempre me hizo presente lo mucho que me gustaba mi pasión y que de ahí origino el estudio y el gusto por la ingeniería, además de enseñarme todos sus conocimientos sobre la industria automotriz y motivarme a hacer lo que me gusta.

A los diferentes profesores que aportaron sus conocimientos durante la carrera y por aquellos que siempre han tenido esa sed de enseñar a las siguientes generaciones. A mis amigos de la carrera que sin duda alguna hoy en día, varios de ellos forman mi círculo de amigos más cercanos ya que en la universidad pudimos compartir grandes gustos a fines. A Montserrat una que me ha recordando, ayudando y animado a concluir este proyecto y esta etapa de mi vida.

Capítulo I

- 1.0 Introducción
- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivo General
- 1.4 Objetivos Específicos

Capitulo II – Factores y errores que intervienen en la fabricación de piezas NOK

- 2.1 Medición de piezas por dimensión y por atributos
- 2.2 Errores frecuentes en la fabricación de piezas
- 2.3 Falta de cumplimiento en entregas debido a la falta de calidad en las piezas
- 2.4 Factores que influyen en el incumplimiento de las normas y/o especificaciones de calidad de las piezas
- 2.5 Detección de piezas con defectos
- 2.6 Detección de errores del operador en el proceso de selección de piezas para el cumplimiento de sus requerimientos y/o especificaciones según el cliente
- 2.7 Evaluación al operador para conocer su capacidad de discriminación por atributos de piezas con defectos

Capitulo III – Principios y procesos de selección de piezas con defectos

- 3.1 Procesos de detección de piezas defectuosos
- 3.2 Proceso de separación de piezas con defectos
- 3.3 Criterios de selección de piezas por el operador
- 3.4 Principios de evaluación al operador

Capitulo IV – Desarrollo de una metodología para realizar estudios de atributos.

- 4.1 Sistemas de discriminación por atributos
- 4.2 Método para determinar la capacidad de discriminación de los evaluadores
- 4.3 Presentación del método.

Capítulo I

Introducción

Tanto en la línea de producción automotriz como en procesos productivos y diseños de proyectos de esta existen procesos y/o normas de calidad para así asegurar un correcto funcionamiento de las partes o sistemas ensamblados, según los requerimientos y/o especificaciones del cliente o del usuario final de la pieza o producto.

En la industria automotriz es muy utilizado el concepto de las proveedoras OEM (Original Equipment Manufacturer), que son aquellas que cumplen con los requerimientos tanto técnicos como de calidad y diseño para las armadoras de autos. Las proveedoras OEM cuentan con distintos filtros de aseguramiento de la calidad, para diferentes etapas de sus procesos para así asegurar los menores desperdicios posibles al igual que reducir los retrabajos de piezas. Para ello es necesario tener bien establecidos los procesos de calidad de cada etapa del producto desde una correcta selección y manejo de las materias primas hasta el óptimo desempeño de las máquinas, de los empleados. Así como una capacitación continua a sus empleados para la actualización de sistemas de calidad y de procesos.

Hoy en día con el avance tecnológico en general, se han podido optimizar procesos y dispositivos que nos ayuden al correcto funcionamiento de las máquinas, o a la detección de algunos errores en los procesos de producción. Sin embargo existen procesos en los que no es posible realizarlos ciento por ciento por las máquinas, por diversas circunstancias, un claro ejemplo es el costo de una automatización total, o que no esté disponible la automatización para ciertas partes del proceso.

Muchos filtros de calidad siguen realizándose por personas por ello es importante una evaluación para saber si la persona está calificada o no para la detección de piezas con defectos y así poder enfocarlo a la capacitación adecuada de acuerdo a sus puntos a mejorar.

1.1 Planteamiento del problema

En la industria automotriz existen una gran cantidad de elementos para conformar un proyecto automotriz. Gran parte de ese trabajo es dividido entre diferentes grupos multidisciplinarios y/o proveedores en ellos conlleva la elaboración de piezas o partes que conforman un automóvil, las cuales deben de cumplir con ciertas especificaciones tanto técnicas como funcionales y normas de calidad, todas ellas establecidas anteriormente por el cliente que en este caso se les puede conocer como OEM'S.

Existen una gran variedad de productos en este campo y a su vez existen diferentes métodos de producción de los diferentes elementos que componen un automóvil, para una empresa que es proveedora de alguna OEM es muy importante cumplir con los lineamientos de los requerimientos del cliente por ejemplo: Llegar al Stock solicitado por el cliente, calidad en la pieza, funcionalidad en la pieza y en muchos casos apariencia de la pieza. Todo esto incluye retos importantes para la aplicación de la calidad de las empresas y así con un buen método o sistema de calidad para poder evitar la mayor pérdida de producto, re trabajos y hasta sanciones por no llegar a un stock o especificaciones solicitadas por el cliente (OEM'S).

Hoy en día se busca optimizar las funciones de los operarios y de los supervisores en los procesos de calidad para así cumplir de mejor forma con las exigencias de la industria automotriz, con la implementación de sistemas de calidad que apoyen a las empresas de una forma eficiente y confiable es como muchas empresas pueden llevar a cabo todo un análisis y un proyecto de calidad confiable con un sistema que los ayude a identificar los problemas de su diferentes procesos y a su vez que sea flexible y lo puedan aplicar a las diferentes áreas involucradas con la calidad en sus procesos.

1.2 Justificación

En los diversos procesos que existen en la industria siempre es necesario garantizar la calidad y el correcto funcionamiento de los productos y/o servicios, lo cual muchos de estos procesos de aseguramiento de la calidad se llevan a cabo mediante diversas herramientas de control estadístico, como los estudios de RyR.

Para llevar a cabo un buen estudio estadístico de calidad sobre mediciones, límites y parámetros de las piezas producidas para la industria automotriz, es necesario tener una base confiable que rijan los valores de discrepancia para los operadores, ya que recaen en la manera en la que un operador se vuelve un filtro de selección en el proceso de producción, lo que nos lleva a tener en cuenta algunas variables que pueden afectar la forma en la que el operador está o no discriminando las piezas, materiales o productos como parte de un proceso de producción.

Por ello es importante tener un sistema que nos ayude a evaluar por medio de atributos la forma en la que el operador está haciendo su filtro de calidad y así poder tener un base general de evaluación y establecer las bases para hacer una mejora continua del proceso y del producto final, de la misma forma tener constancia en las mediciones obtenidas por el operador y así poder aplicar de forma correcta las soluciones a los problemas que estén generando las fallas o defectos a las piezas o a el proceso de producción. Un sistema de atributos es una herramienta que nos sirve para verificar como están los parámetros y los criterios de discriminación de piezas con errores, lo complicado del sistema de atributos es que no siempre se cuenta con personal especializado en los sistemas de detección de piezas con errores por atributos, lo que se plantea es una guía para realizar los estudios, en esta guía está basada en una programación de Excel en la cual solo es necesario ingresar los valores y requerimientos a evaluar y así poder entregar un resultado estadístico de un sistema de atributos donde nos muestra los resultados de los datos que buscamos evaluar en un operador. Y con ello poder tomar las decisiones adecuadas para la corrección o detección de los errores o defectos del operador al momento de su proceso de discriminación de piezas de producción que cuenten o no con errores.

1.3 Objetivo General

Garantizar la calidad en cada uno de los procesos que se generan en las áreas productivas de las empresas en la industria automotriz.

Un claro ejemplo es la detección oportuna de los errores cometidos al momento en que el operador hace la selección de piezas como OK o NOK. Ya que es de vital importancia garantizar el envío de piezas OK a la línea de producción de alguna armadora automotriz, esto genera grandes pérdidas económicas para la empresa proveedora por generar re trabajos o paros de línea de producción de la planta armadora.

La guía para el desarrollo de un sistema de medición por atributos es una herramienta precisa para encontrar los errores, en el momento de discriminar las piezas como OK o NOK. El uso de esta guía promueve la detección de errores en el proceso de discriminación de piezas y con ello podemos generar un plan de acción con el proceso o el operador para evitar los errores de discriminación de piezas, sin que necesariamente el evaluador sea un experto en la medición por atributos, puede implementar la evaluación simplemente definiendo los valores que quiere evaluar dentro del desarrollo que hemos generado en Excel.

1.4 Objetivos Específicos

- Detectar los errores y factores que hacen que nuestras piezas no cumplan con las especificaciones y se consideren piezas NOK.
- Entender para luego estandarizar los principios y los procesos de selección de piezas con defectos.
- Desarrollo y ejemplificación de una metodología para realizar estudios por atributos.

Capítulo II – Factores y errores que intervienen en la fabricación de piezas NOK

2.1 Medición de piezas por dimensión y por atributos

Un sistema de medición de atributos compara cada parte con un estándar y acepta la parte si el estándar se cumple.

La efectividad de la discriminación es la habilidad del sistema de medición de atributos para discriminar a las piezas buenas o malas (OK – NOK).

Por ello mismo es primordial establecer como primer objetivo los parámetros y rangos de especificación de las piezas que se les va a realizar las mediciones; es decir tenemos que tener bien establecido las dimensiones con sus tolerancias previamente establecidas según los requerimientos de nuestro cliente, además de considerar las dimensiones como un criterio de evaluación de calidad de la pieza podemos incluir diferentes tipos de elementos o partes que deben complementar la pieza. Recordemos que las piezas pueden pasar por diferentes procesos de producción donde se les pueden ir agregando elementos o terminados, todos ellos son según los requerimientos de nuestro cliente. Una vez teniendo bien definidos los criterios a evaluar de nuestras piezas, es necesario establecer el tamaño de la muestra que se va a considerar para realizar el estudio y el número de elementos OK y NOK para poder determinar si la pieza cumple o no con los parámetros previamente establecidos para nuestro estudio y así ir estandarizando un método para la discriminación de piezas con errores.



Figura 2.1.1 Medición con vernier.

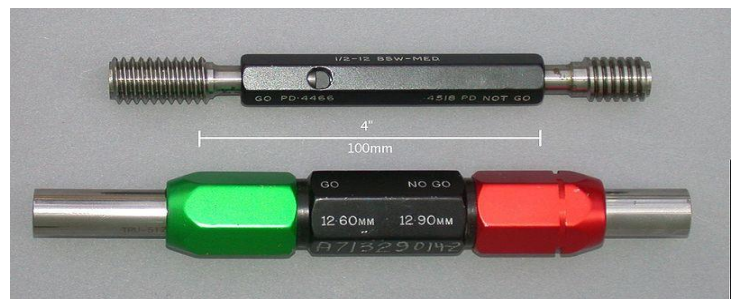


Figura 2.1.2 Herramientas de medición Go–no Go

2.2 Errores frecuentes en la fabricación de piezas

En la industria automotriz existe una gran variedad de aplicaciones para la producción de autopartes las cuales varían de acuerdo a sus especificaciones y requerimientos de uso, podemos encontrar piezas con mismas materias y/o terminados diferentes. Podemos encontrar también piezas metálicas, polímeros, fibras, elastómeros, etc. Todo esto va de acuerdo según los requerimientos de la pieza, según su funcionamiento o el tipo de uso al que va a estar expuesto.

Hoy en día en la industria automotriz se emplean cada vez más, diversos tipos de plásticos de alta resistencia debido a sus múltiples aplicaciones. Su fabricación suele ser más económica que la de piezas metálicas, además ya se cuentan con diferentes mezclas de plásticos y de polímeros de alta resistencia que aunado a esto se le pueden hacer algunas incrustaciones metálicas como por ejemplo barrenos con una incrustación metálica para una sujeción de mayores requerimientos.

Esto nos lleva a una amplia gama de métodos de producción de las piezas y diferentes pasos para el ensamble o el detalle final de la pieza de acuerdo con los requerimientos de la pieza misma, por ello podemos contar con múltiples tipos de fallas, como deformaciones en las piezas, mala inyección del plástico, marcas en el plástico, tolerancia de espesores, diámetro de barrenos, dimensiones de espacios de función. Y podremos seguir nombrando una gran cantidad de diferentes tipos de errores en una pieza plástica, metálica etc.

Lo que necesitamos ver es la forma para poder detectar de una forma concisa y constate este tipo de fallas para poder determinar su causa y así poder aplicar un método correctivo en la producción de la pieza. Pero para ello necesitamos establecer muy claramente los criterios de detección de fallas en nuestros operadores que se encargan de discriminar una pieza OK de una NOK para así poder obtener un reporte detallado sobre el estado de calidad de nuestras piezas y/o producto para así tener un claro valor de referencia estadístico sobre cuáles son las fallas que se presentan en el

producto, algunas de las fallas pueden aparecer muy esporádicamente y otras pueden ser fallas constantes.

Todo ello es necesario lograrlo con un sistema de discriminación estandarizado para todos los operadores encargados de la discriminación de las piezas OK de las NOK.

El sistema de medición por atributos nos sirve para tener un estado de cómo se está realizando las mediciones o las discriminaciones de piezas entre piezas OK y NOK, el estudio lo podemos aplicar entre operadores de los diferentes turnos para así tener una evaluación general de cómo se están evaluando las piezas, si existe un diferente criterio entre operadores e incluso si entre los resultados del mismo operador tenemos discrepancia con sus resultados. Teniendo este apartado totalmente estandarizado podemos partir de ahí para hacer un estudio, para ello es necesario identificar de acuerdo a nuestro tipo de producción que sistema y que pasos de la creación del producto estamos utilizando para así detectar las posibles fallas que se nos pueden presentar por nuestro sistema de fabricación, ya que cada método de elaboración de piezas conlleva sus errores más frecuentes, como pueden ser: rechupes, marcas de humedad, rebabas, marcas en el plástico por una mala distribución en el molde etc.

Existen diferentes tipos de elaboración de piezas de plástico:

Calandrado: Es un proceso en el cual fibras, polímetro etc. Pasan entre rodillos para lograr una lámina de dicho material. En este método podemos encontrar con errores que nos afecten en el espesor del material que se está trabajando, ya que puede variar por la temperatura, humedad y presión de los rodillos.

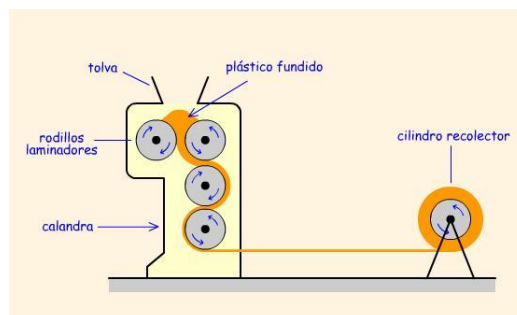


Figura 2.2.1 Ejemplificación Calandrado.

Extrusión: Es un proceso en el cual la materia prima (pellets) se introducen a una máquina que cuenta con un engrane sin fin al generar calor y fricción los pellets se derriten formando así el compuesto a extruir. Sus errores frecuentes pueden ser. Piezas manchadas, líneas de flujo, rechupes y hasta piezas incompletas.

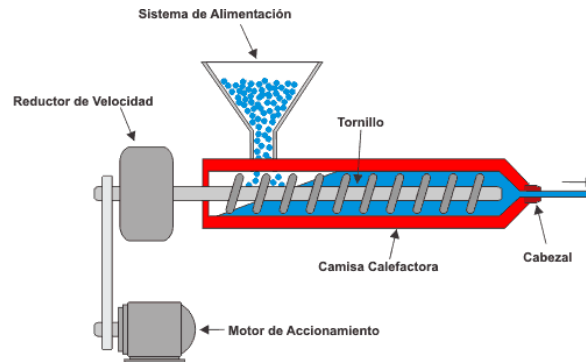


Figura 2.2.2 Ejemplificación Extrusión

Roto molde: Es un proceso en el cual se va agregando la materia prima (pellets) y el molde comienza a girar al mismo tiempo que se va calentando para así derretir los pellets y dar una forma circular. Es muy utilizado en la creación de tinas, tambos, etc. Un error común puede ser la falta de esparcimiento uniforme del material, dejando diferencia en espesores y/o espacios.

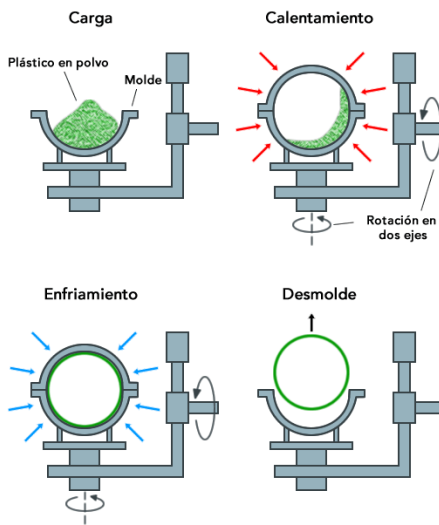


Figura 2.2.3 Ejemplificación Roto molde

Soplado: Es un proceso en el cual la materia prima se introduce en un cilindro calefactor, y con el husillo se mezcla y se extrusiona o se inyecta para formar una pieza de plástico tubular llamada preforma. La preforma se introduce en un molde y se le inyecta aire, soplando el plástico hasta que se empareje con el molde.

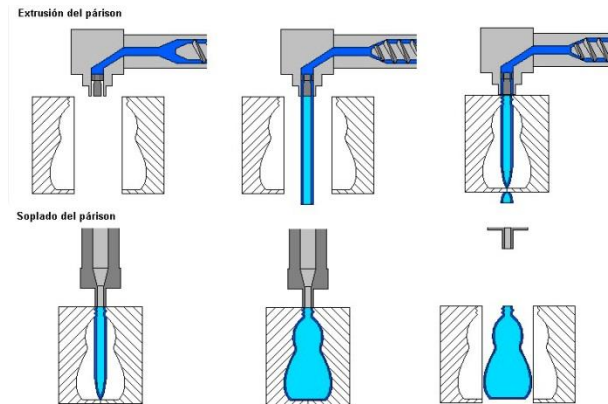


Figura 2.2.4 Ejemplificación Soplado

Inyección: Es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero, cerámico o un metal en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes. Sus errores comunes pueden ser, rechupes, partes incompletas, rebabas, líneas de flujo.

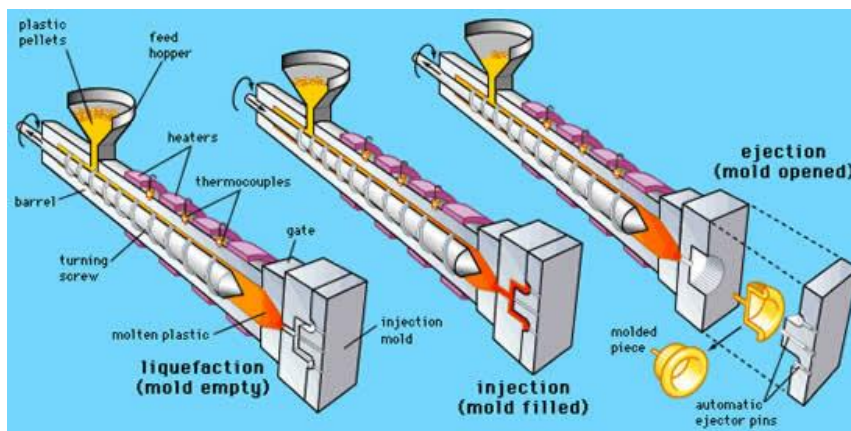


Figura 2.2.5 Ejemplificación Inyección.

Estos son los procesos de producción de plásticos más utilizados o lo más comunes, en el estudio nos vamos a enfocar más en la parte de la producción de plásticos, debido a su gran crecimiento y adaptabilidad a diferentes requerimientos en la industria automotriz, que debido a ello cada día son una parte fundamental y recurrente en la industria.

Cada uno de los métodos de producción de plásticos antes mencionados cuentan con sus diferentes complejidades y versatilidad, existen métodos de producción de plásticos que nos pueden ser muy útiles y algunas veces pueden ser muy costosos, por ellos siempre se busca encontrar el método ideal y el adecuado para la producción de nuestra pieza y podemos incluir en su proceso diferentes procedimientos para obtener un acabado o unas especificaciones especiales de la pieza, y eso nos puede generar una complejidad en el proceso que con el tiempo se pueden volver errores de producción tanto por la complejidad como por la simplicidad de cada proyecto realizado.

2.3 Falta del cumplimiento de entregas debido a la falta de calidad en las piezas.

El método *Just in Time* (traducción al español Justo a Tiempo) es un sistema de organización de la producción de las fábricas, de origen Japonés. También conocido como método *Toyota o JIT*, permite aumentar la productividad.

Permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias. De esta forma no se produce bajo suposiciones, sino sobre pedidos reales. Una definición del objetivo *Just in Time* sería:

“Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento que se necesitan”

La producción *JIT* es simultáneamente una filosofía y un sistema integrado de gestión de la producción, que evolucionó lentamente a través de un proceso de prueba y error a lo largo de un período de más de quince años. En las fábricas japonesas se estableció un ambiente adecuado para esta evolución desde el momento en que dio a sus empleados la orden de que *“eliminaran el desperdicio”*. El desperdicio puede definirse como:

“cualquier cosa distinta de la cantidad mínima de equipamiento, materiales, partes, espacio y tiempo, que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto” (Suzaki, 1985).

Los sistemas *JIT* han tenido un auge sin precedentes durante las últimas décadas. Así, después del éxito de las compañías japonesas durante los años que siguieron a la crisis de los setenta, investigadores y empresas de todo el mundo centraron su atención en una forma de producción que, hasta ese momento, se había considerado vinculada con las tradiciones tanto culturales como sociales de Japón y, por tanto, muy difícil de implantar en industrias no japonesas. Sin embargo más tarde quedó demostrada que, si bien la puesta en práctica de los principios y técnicas que sostenían los sistemas de producción *JIT* requerían un profundo cambio en la filosofía de producción, no tenían como requisito imprescindible una forma de sociedad específica. Tras ser adoptado

formalmente por numerosas plantas japonesas en los años 70, el sistema *JIT* comenzó a ser implantado en Estados Unidos en los años 80, y a partir de ahí comenzó a ser un método más conocido por las diferentes empresas en el mundo, hasta el día de hoy que es un referente fundamental para la producción y no solo la industria automotriz, este sistema *JIT* se ha vuelto parte de casi cualquier tipo de industria, debido a su gran adaptabilidad y eficiencia.

De acuerdo al esquema de trabajo *JIT* la producción va de acuerdo a una planeación ya especificada y acordada entre proveedor y cliente, en la cual se fijan las metas de entrega de producción para así lograr los avances especificados en tiempo y forma.

El esquema de trabajo *JIT* es considerado hoy en día como la base para las entregas entre proveedor y cliente y al mismo tiempo es dependiente de las dos partes proveedor y cliente.

Proveedor: Debe garantizar siempre la entrega del producto sin descuidar ningún aspecto como calidad, funcionalidad de las piezas, cantidad de producto requerido y tiempo especificado de las piezas.

Cliente: debe garantizar el consumo de las piezas requeridas al proveedor con las especificaciones antes acordadas entre proveedor y cliente como. Tiempo, calidad, y cantidad de piezas requeridas.

El proveedor debe de generar un esquema de trabajo sustentable para poder lograr las metas establecidas en un sistema de entregas tipo *JIT*, el esquema de trabajo está fundamentado desde las partes más simples que influyen en la creación de las piezas requeridas por el cliente. Debe garantizar que sus proveedores de materias primas cumplan con los requerimientos de calidad, cantidad y tiempo de entrega especificados para lograr las metas de producción acordadas con el cliente final. Así mismo debe garantizar el funcionamiento de sus maquinarias, herramientas y periféricos necesarios para poder transformar esa materia prima en el producto final (la pieza).

El proveedor debe generar una estandarización en su producción para poder lograr las metas especificadas por el cliente.

En la estandarización intervienen factores internos de la empresa y externos a ella que llevan a la realización de las piezas.

Factores internos pueden ser todos ellos que dependen directamente de las decisiones o cuestiones generales de la empresa, pueden ser desde falta de personal, falta de capacitación en el personal, estandarización de procesos, ambiente adecuado para la producción, falta de acondicionamiento de ciertas zonas de la empresa para poder producir o almacenar el producto o materias primas y consumibles.

Ejemplo de factores externos pueden ser: Proveedores de materias primas, proveedores de servicios, proveedores de herramientas, proveedores de mantenimientos. Estos ejemplos de factores externos que influyen en la producción del producto conllevan su propia coordinación entre sí ya que muchas dependen de otras, un ejemplo. Si el proveedor de herramienta no ha podido concluir la reparación de algún molde en específico, no se puede contemplar esa parte de producción que este detenida debido a la falta de ese molde y sin embargo el proveedor de materia prima puede estar cumpliendo con sus entregas, pero cierta parte de su producto se quedará rezagado más tiempo, afectando así las estrategias de producción y entregas del producto y pudiendo llegar a afectar las entregas *JIT* al cliente final.

Por ello es muy importante generar una sinergia de trabajo entre los factores internos y externos que intervienen directa o indirectamente en el proceso de producción de las piezas para así poder generar un esquema de trabajo mediante una estandarización.

Con la estandarización buscamos hacer una mejora continua en todos nuestros procesos y los procesos o pasos que van funcionando adecuadamente tenemos que fijarlos al proyecto (estandarizarlos), la estandarización nos asegura que una vez mejorado o establecido este proceso no haya vuelta atrás en el proceso, así hasta lograr una estandarización total en todos los procesos que intervienen en la producción de la pieza. De esta forma es más fácil garantizar una calidad en el producto y si llegamos a tener una falla en el producto es más fácil localizar que parte del sistema estandarizado puede estar fallando y corregirlo rápidamente, ya que al no tener un sistema estandarizado de producción pueden intervenir diferentes variables en cada

etapa del proceso, lo que nos complica bastante encontrar un error en el proceso por que intervienen diferentes criterio, métodos y variables en dicho proceso.

El estándar es la cuña que asegura que una vez mejorado el proceso no haya vuelta atrás



Figura 2.3.1 Cuña de estandarización y mejora continua

En la producción pueden existir diferentes causas de un error en la línea de producción por la cantidad de factores que intervienen o dependen del proceso. Como ejemplos de factores podemos mencionar algunos: Discrepancia de materia prima, mantenimiento a los equipo, falta de capacitación al personal involucrado al proceso, condiciones climatológicas que puedan afectar al proceso como humedad, temperatura, etc.

Cada una de estos ejemplos nos puede afectar en el proceso aun teniendo un sistema estandarizado, la diferencia es que con el sistema estandarizado es más fácil localizar el error, porque podemos ver en qué parte del proceso no se está llevando el proceso como lo marca la estandarización y así detectar cual es la causante del error.

Los operadores encargados de verificar que las piezas cumplen con el control de calidad adecuado juegan un papel muy importante en la estandarización, porque debemos recordad que deben mantener un mismo criterio siempre sobre la discriminación de parte OK de parte NOK, por lo que ellos se vuelven un filtro muy importante para la detección de los errores en los procesos de producción y así poder corregir los errores lo antes posible. Tenemos que tener en cuenta que en muchas industrias proveedoras manejan tres turnos de producción, lo que nos lleva a que tenemos diferentes variables en el personal encargado de la discriminación de partes OK y NOK por ello es importante tener a los operadores en constante capacitación y evaluación de sus criterios de discriminación de piezas, para así poder eliminar la incertidumbre sobre cómo se están siendo evaluadas las piezas. Si logramos estandarizar los criterios de discriminación de los operadores podemos tener segura

una parte muy importante de la estandarización del producto, una parte que nos alertaría casi inmediatamente si tenemos algún error en algún proceso de producción. Recordemos que los operadores encargados de la discriminación de piezas OK y NOK son el ultimo filtro de calidad, el cual evita que piezas NOK lleguen al cliente y así evitar una reclamación por parte del.

Todo lo relacionado a la detección de piezas con errores se puede ver o escuchar muy simple de realizar o de detectar, pero tiene su propia complejidad. Pongamos un ejemplo.

Nuestra pieza es la base para la batería de un auto, la cual fue realizada por inyección de >PP-GF20< (polipropileno con 20% de fibra de vidrio), además cuenta con 6 barrenos con incrustación de metal para soportar las fijaciones mediante tornillos a la carrocería. Y dos barrenos más sin inserto metálico. A simple vista la pieza se ve muy simple, pero cuando el operador revisa más 400 piezas al día esta labor tan simple se vuelve compleja, el poder seguir identificando las 6 incrustación más los 2 barrenos.

¿Por qué se vuelve complicado? Se vuelve complicado porque la mayoría de las inspecciones son visuales, y al ser esta pieza color oscura llegas a perder detalles después de repetir el proceso varias veces y el operador puede omitir 4 o 5 piezas NOK en el mejor de los casos, pero si eso lo multiplicas por 3 operadores por 3 turnos aumenta considerablemente la cantidad de piezas con errores por día. Además de que a la inspección tenemos que agregarle que la pieza este completa, sin deformaciones, mismos espesores etc. Todo esto por 400 piezas o más al día. Vuelve compleja la operación, podemos apoyarnos con sistemas Poka yoke, Go-No go y todo esto meterlo en una estandarización sobre criterios de evaluación para el operador.

Ejemplo de Pieza.



Figura 2.3.2 Base plástica para batería automotriz

Para las entregas Proveedor – Cliente tenemos como base un sistema que prácticamente hoy en día es un sistema universal, casi en cualquier rubro se utiliza y es fundamental para las entregas, estamos hablando del sistema “*Just in Time*” el cual nos asegura una producción exacta y precisa de lo que se va a producir vs consumir, sin tener inventarios detenidos o faltantes de piezas.

La estandarización. Hemos hablado que es un proceso que nos ayuda a tener un método de trabajo ya establecido que en caso de tener errores en algún proceso productivo nos permite detectarlo de forma de una manera más fácil y precisa podemos encontrar cual fue la desviación en la estandarización del proceso, ¿Qué llevo a esa desviación o cambio en él ? y mediante este proceso y la estandarización correcta de los criterios de discriminación de los operadores podemos evitar o detener la entrega de piezas NOK a nuestro cliente y así poder evitar reclamación y en casos más extremos paros de línea de nuestro cliente.

Por ello es importante tener bien establecidos los puntos antes mencionados para poder lograr sin tantos problemas los objetivos establecidos con nuestro cliente en cuanto a entregas, calidad y cantidad de producto requerido. Ya que la mayoría de las detenciones de los envíos hacia nuestro cliente surgen por tener piezas NOK, debido a que alguna parte de nuestro proceso productivo no se ha podido ajustar a la estandarización de la producción.

2.4 Factores que influyen en el incumplimiento de las normas y/o especificaciones de calidad de las piezas

Gestión de Calidad en la Industria Automotriz ISO/TS 16949

Las notables transformaciones estructurales que se están sucediendo en el mundo y en nuestro país, obligan a las empresas a aplicar nuevas modalidades de gestión, imprescindibles no solo para ser competitivas y rentables, sino que también puedan dar eficaz respuesta a las necesidades de los Clientes que asumen a la Calidad como una variable estratégica fundamental.

En este contexto la correcta valoración del cliente y la permanente búsqueda de la satisfacción de sus necesidades y expectativas, permite asumir el cambio cultural necesario para afrontar con éxito los actuales y futuros desafíos.

La industria automotriz cuenta con una norma propia de Certificación de Sistemas de Gestión de Calidad con los requisitos propios y específicos de los fabricantes de automotores. La decisión correcta para su empresa es implementar la Especificación Técnica ISO/TS 16949 y desarrollar por lo tanto, un sistema de gestión de calidad que satisfaga las expectativas y requerimientos de sus clientes.

La Especificación Técnica ISO/TS 16949 se aplica a las empresas proveedoras que producen piezas o conjunto de piezas auto partes, materiales o realizan servicios tales como pintura o tratamiento térmico de piezas, relacionados con la fabricación de automotores. Esta especificación sigue los lineamientos y requisitos de la norma ISO 9001 y por otra parte reúne los requerimientos técnicos específicos de la industria automotriz. Por tal motivo, la certificación de ésta Especificación Técnica significa además el cumplimiento de la Norma ISO 9001.

Una empresa que trabaja de acuerdo a un Sistema de Gestión de Calidad bajo los requerimientos de ISO/TS 16949 mejora la calidad de los productos, procesos y servicios para los clientes de la industria automotriz.

La empresa utilizará el Sistema de Gestión de Calidad como herramienta para trabajar bajo el concepto de seguimiento y control de procesos, todos ellos orientados permanentemente hacia la satisfacción del cliente. Estas actividades así como las auditorias, permiten la retroalimentación y mejora continua de la gestión de calidad de la organización.

Este proceso permite involucrar a los proveedores dentro del sistema y mejorar la confianza en la calidad de sus productos y servicios.

Trabajar bajo norma nos permite generar servicios de mejor calidad y mezclando la norma con las especificación técnicas del producto de nuestro cliente nos mantiene en un estándar de calidad constate, el cual genera un ambiente de calidad tanto para nuestro cliente como para nosotros como proveedores ya que podemos estar seguro que nuestros productos están bajo normas y especificaciones OEM, lo que podemos ver reflejado en montos económicos ya que nos evita el difícil camino de reclamaciones, sanciones económicas y hasta demandas de parte de nuestro cliente por incumplimiento de calidad o de especificaciones en nuestro servicios.

Influyen diferentes aspectos en la producción de las piezas, cada uno de acuerdo con el método de producción que se utilice (calandrado, extrusión, rotomoldeo e inyección) algunos procesos son más complejos que otros, además debido a la complejidad de la pieza se le pueden agregar procesos o etapas a la producción de la pieza, como agregar incrustaciones de algún material ajeno, calidad en el acabado de la pieza (si es una parte expuesta a la vista) etc.

Entre los diferentes aspectos que pueden influir en el incumplimiento de las normas o especificaciones de producción podemos mencionar algunos tan simples como: Cambio de materia prima, cambio de moldes o reparación de moldes, variaciones de temperatura, filtración de humedad en los procesos, malos ajustes, por ejemplo. Tiempos de inyección o secado, etc.

Algunos de los factores que controlan la calidad se conocen como 9M o “9 EMES” y resalta algunos puntos importantes para tener claro los conceptos de calidad.

La influencia total de factores que de una u otra forma se ven involucrados en lo que se llama calidad de un producto o servicio, debe ser considerada, aceptada en distintos mercados y en la captación total de la atención y gustos del cliente. Es conveniente lograr un equilibrio de estos en cuanto a las proporciones y consideración de cada uno para el éxito de las empresas que pretenden satisfacer las necesidades de poblaciones específicas, sin perder la idea de que todo esto es forma parte de un proceso interminable, por lo que se habla también de mejora continua del mismo.

La calidad de los productos y servicios está influida directamente en nueve áreas básicas, o lo que podría considerarse como las “9 e Mes”: Mercados (markets), dinero (money), administración (management), personal (men), motivación (motivation), materiales (materials), máquinas y mecanización (machines and mechanization), métodos modernos de información (modern information methods) y requisitos crecientes del producto (mounting product requirements). En cada área, la industria se encuentra sujeta a condiciones que actúan sobre la calidad de la producción.

1. Mercados: El número de productos nuevos o modificados ofrecidos al mercado crece de una manera explosiva. Los compradores están exigiendo más y mejores productos para cubrir sus necesidades actuales. Los mercados se ensanchan en capacidad y se especializan, funcionalmente, en efectos y en servicios ofrecidos.

2. Dinero. El aumento en la competencia en muchos campos de acción, aunado a las fluctuaciones económicas mundiales, ha reducido los márgenes de ganancia. El resultado del aumento en las inversiones, que se deben amortizar aumentando la productividad, ha provocado que cualquier pérdida importante de producción, debida a desperdicios y a reproceso, se convierta en asunto serio. Algunas gerencias se han enfocado hacia el campo del costo de calidad como un “punto débil” para ayudar a mejorar las utilidades, disminuyendo sus costos y pérdidas operativas.

3. Administración. La responsabilidad de la calidad se ha distribuido entre varios grupos especializados. Todos los departamentos son responsables de la calidad del producto a lo largo del proceso de producción.

4. Personal. La especialización se ha hecho necesaria porque los campos de conocimiento se han incrementado no sólo en número sino en amplitud. Al mismo tiempo, la situación ha creado una demanda de ingenieros capacitados en la elaboración de planes que comprendan todos estos campos de especialización y organización de sistemas, que aseguren los resultados que se desean.

5. Motivación. La creciente complejidad de llevar un producto de calidad al mercado ha aumentado la importancia de la contribución de la calidad por parte de cada empleado. La investigación de la motivación humana ha mostrado que además de la recompensa en dinero, los trabajadores requieren de refuerzos con un sentido de logro en sus tareas y el reconocimiento positivo de que están contribuyendo personalmente al logro de las metas de la compañía.

6. Materiales. Debido a los costos de producción y a las exigencias en cuanto a calidad, los ingenieros están usando los materiales dentro de límites más estrechos que antes. El resultado ha sido especificaciones más estrictas en los materiales y una mayor diversidad en éstos. Los materiales son sometidos a pruebas más rigurosas para ser aceptadas.

7. Máquinas y mecanización. La exigencia dentro de las compañías de lograr reducciones de costos y mayor volumen de producción ha conducido al uso de equipo más y más complicado, que depende mucho de la calidad de los materiales empleados. Se hace más crítica una buena calidad que efectivamente haga real la reducción en costos y eleve la utilización de hombres y máquinas a valores satisfactorios.

8. Métodos modernos de información. La nueva tecnología de la información ha proporcionado los medios para un nivel de control sin precedente de máquinas y procesos durante la fabricación y de los productos y servicios aun después que ya han

llegado al consumidor. Y los nuevos métodos de procesamiento de datos han puesto a la disposición de la administración información mucho más útil, exacta, oportuna y predictiva para tomar decisiones.

9. Requisitos crecientes del producto. Los avances en los diseños ingenieriles que exigen un control más estrecho en los procesos de fabricación han transformado a las “cosas insignificantes”, que no se tenían en cuenta en otros tiempos, en cosas de gran importancia potencial.

Además existen cuatro factores que deben ser considerados al aplicar el proceso de control de calidad: Cantidad, Tiempo, Costo y Calidad.

Podemos ver a la calidad desde la perspectiva de la producción.

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad o también como comúnmente es encontrar la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente, siendo así controlado por reglas las cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto. Para conseguir una buena calidad en el producto servicio hay que tener encuentra tres aspectos importantes (dimensiones básicas de la calidad)

Dimensión técnica: engloba los aspectos científicos y tecnológicos que afectan al producto o servicio.

Dimensión humana: cuida las buenas relaciones entre clientes y empresas.

Dimensión económica: intenta minimizar costos tanto para el cliente como para la empresa.

Siempre es necesario tener presente los objetivos o las partes fundamentales que considerar algunos parámetros de la calidad como:

- **Calidad de diseño:** es el grado en el que un producto o servicio se ve reflejado en su diseño.
- **Calidad de conformidad:** Es el grado de fidelidad con el que es reproducido un producto o servicio respecto a su diseño.
- **Calidad de uso:** el producto ha de ser fácil de usar, seguro, fiable, etc.
- **El cliente es el nuevo objetivo:** las nuevas teorías sitúan al cliente como parte activa de la calificación de la calidad de un producto, intentando crear un estándar en base al punto subjetivo de un cliente. La calidad de un producto no se va a determinar solamente por parámetros puramente objetivos sino incluyendo las opiniones de un cliente que usa determinado producto o servicio.

Control calidad.

CONTROL. - Un proceso para delegar responsabilidad y autoridad para la actividad administrativa mientras se retienen los medios para asegurar resultados satisfactorios.

El procedimiento para alcanzar la meta industrial de la calidad es pro tanto llamada control de calidad, de la misma manera que los procedimientos para alcanzar la producción y objetivos de costos se llaman respectivamente control de producción y control de costos.

CALIDAD. - conjunto de características de un elemento que le confiere la actitud para satisfacer necesidades implícitas y explícitas.

CONTROL DE CALIDAD. - técnicas y actividades de carácter operacional utilizadas para cumplir los requisitos de calidad.

Un control de calidad involucra técnicas y actividades de carácter operacional tanto para monitorear un proceso como para eliminar las causas de funcionamiento no satisfactorio en todas las fases del ciclo de calidad a fin de alcanzar la eficiencia económica.

Algunas actividades de control de calidad y aseguramiento de calidad se interrelacionan.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD. - conjunto de actividades planeadas y sistemáticas implantadas dentro de un sistema de calidad y demostradas.

PLANEACION DE LA CALIDAD. - son las actividades que determinan los objetivos y requisitos para la calidad, así como los requisitos para la implantación de los elementos del sistema de calidad.

ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD. - conjunto de actividades de la función general de administración que determina la política de calidad, los objetivos, las responsabilidades y la implantación de estos por medios tales como: planeación de la calidad, el control de la calidad, aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad dentro del marco de sistema de calidad.

SISTEMA DE CALIDAD. - la estructura organizacional, los procedimientos y los recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD. - es un sistema efectivo para integrar los esfuerzos de desarrollo, mantenimiento y mejoramiento de la calidad de los diferentes grupos en una organización, de tal manera que pueda producir e incorporar la ingeniería, comercializar y servir a los niveles más económicos permitiendo la satisfacción del cliente.



Hemos hablado sobre los principios básicos de la calidad, de sus fundamentos y de algunas normas de gestión de calidad para la Industria Automotriz (ISO/TS 16949) Los “9 EMES” y control de calidad. Sin embargo además de la falta de normas y/o calidad en los procesos productivos podemos encontrarnos con problemas con las especificaciones que nos ha pedido nuestro cliente, las fallas por falta de especificaciones pueden ser diversas. Nos ayudan a tener un mejor control sobre las especificaciones de las piezas el apoyo de piezas patrón y parámetros bien establecidos y acordados por nuestro cliente.

Muestra maestra o master.

El proveedor debe retener una muestra master del mismo periodo como el de los registros de la aprobación de partes de producción, o a) hasta que una nueva muestra master es producida por el mismo número de parte del cliente para aprobación del cliente o b) donde una muestra master es requerida por los registros de diseño, plan de control o criterio de inspección, para ser usado tanto como estándar o referencia.

El proveedor debe retener una muestra master por cada posición o un dado de cavidad múltiple, molde, herramienta o patrón, o proceso de producción a menos que otra cosa sea especificada por el cliente.

Ayudas de verificación

Si es requerido por el cliente, el proveedor debe incluir la ayuda de verificación de cualquier ensamble de parte específica o componente.

El proveedor debe certificar que todos los aspectos de las ayudas de verificación concuerdan con los requerimientos dimensionales de la parte.

El proveedor debe documentar todos los cambios de diseño de ingeniería que han sido incorporados en las ayudas de verificación hasta el tiempo de sumisión.

El proveedor debe proveer el mantenimiento preventivo de cualquier ayuda de verificación para la vida de la parte.

Requerimientos específicos del cliente

El proveedor debe tener registros de complacencia para todos los requerimientos específicos del cliente.

1. requisitos de la notificación y sumisión del cliente
2. notificación del cliente.

El proveedor deberá notificar al responsable de la actividad de aprobación, actividad del producto del cliente para su aprobación para cambio en el proceso o en el diseño.

Para poder llevar una planeación correcta sobre el estatus de la aprobación de los parámetros y especificaciones realizados por el cliente nos podemos apoyar en diferentes tipos de diagramas, uno muy utilizado es el *diagrama de causa efecto (Ishikawa)*. A continuación podemos ver un ejemplo de tono de pintura fuera de especificación, este diagrama nos es muy útil para poder identificar en que parte del proceso podemos tener uno o varios errores o factores que nos estén influyendo en el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos por nuestro cliente.

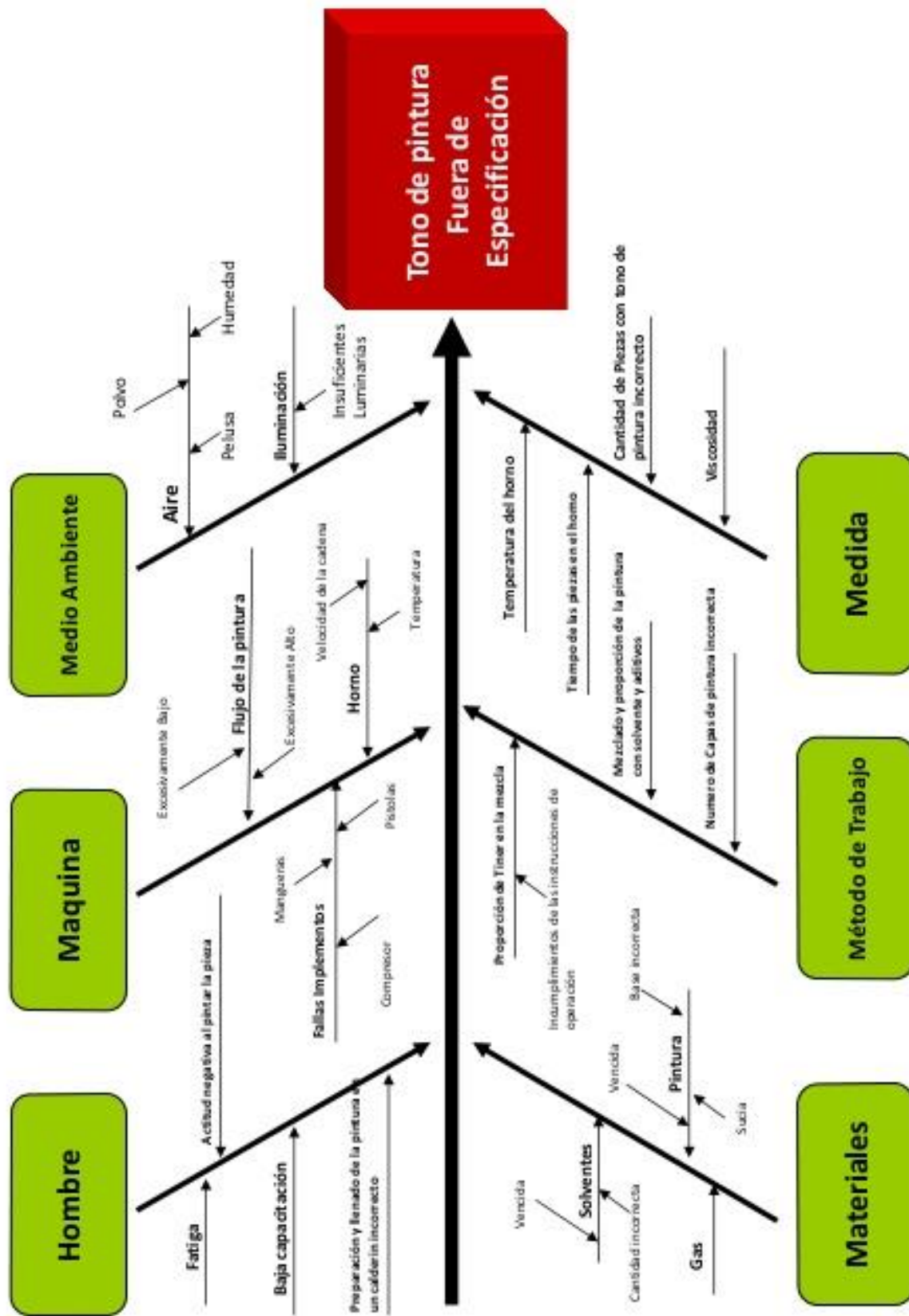


Figura 2.4.1 Diagrama causa efecto “Ishikawa”

En este diagrama de causa efecto podemos ver los diferentes factores que influyen en el proceso del tono de pintura, como es en este caso. Y a su vez podemos identificar las causas que conforman a cada factor como la maquinaria, medio ambiente, materiales etc. Con este diagrama podemos identificar gran parte de los errores o fallas en el proceso que nos impiden tener el cumplimiento de las especificaciones de calidad de algún producto. Este caso fue que el tono de pintura esta fuera de la especificación dada por nuestro cliente.

2.5 Detección de piezas con defectos

En este punto podemos analizar a fondo la importancia que tiene hacer una correcta detección de piezas con errores. Se pretende determinar las piezas con fallos en una cadena de producción a fin de evitar el ensamblado de estas piezas con otras de mayor complejidad. Existen algunos métodos en los que nos podremos apoyar para tener un control más exacto sobre la manera en la que las piezas con errores son detectadas, para así poder evitar re trabajos y grandes pérdidas económicas que esto conlleva.

Recordemos que si estamos trabajando con un sistema *JIT* las entregas tienen que ser eficaces en cuanto a tiempo, calidad y cantidad de las piezas. Ya que para la empresa proveedora el no hacerlo de esta forma representa pérdidas económicas por que los paros de línea de producción se cobran por minuto detenido. Alrededor de \$800 USD por minuto detenido.

Introducción:

En los últimos tiempos, se ha empezado a hablar del concepto de confiabilidad, en la medida que se comprendió que no era suficiente lograr una alta disponibilidad, sino también disminuir al mínimo la probabilidad de falla de las máquinas críticas durante la operación, es decir lograr conseguir una alta confiabilidad.

Las consecuencias de una falla pueden ir desde el lucro cesante o pérdida de producción, pasando por las horas hombre improductivas de operaciones, hasta la degradación y rotura de las propias máquinas.

Una alta disponibilidad no implica necesariamente una alta confiabilidad, pero una alta confiabilidad si implica una buena disponibilidad y seguridad, en la medida que la maquinaria, el proceso o equipos, presentan una baja probabilidad de falla. Para el caso de la maquinaria pesada, la confiabilidad será el producto de la confiabilidad individual de cada sistema que la compone.

Cuando hay una falla:

1. Cuando la pieza queda completamente inservible.
2. Cuando a pesar de que funciona no cumple su función satisfactoriamente.
Cuando su funcionamiento es poco confiable debido a las fallas y presenta riesgos.

Causas:

1. Mal diseño, mala selección del material.
2. Imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación.
3. Errores en el servicio y en el montaje.
4. Errores en el control de Calidad, mantenimiento y reparación.
5. Factores ambientales, sobrecargas.

Generalmente una falla es el resultado de uno o más de los anteriores factores.

Deficiencia en el diseño:

1. Errores al no considerar adecuadamente los efectos de las entallas.
2. Insuficientes criterios de diseño por no tener la información suficiente sobre los tipos y magnitudes de las cargas especialmente en piezas complejas (No se conocen los esfuerzos a los que están sometidos los elementos)
3. Cambios al diseño sin tener en cuenta los factores elevadores de los esfuerzos.

Deficiencias en la selección del material:

1. Datos poco exactos del material (ensayo de tensión, dureza).
2. Empleo de criterios erróneos en la selección del material.
3. Darle mayor importancia al costo del material que a su calidad.

Imperfecciones en el Material:

1. Segregaciones, porosidades, incrustaciones, grietas (generadas en el proceso del material) que pueden conducir a la falla del material.

Deficiencias en el proceso:

1. Marcas de maquinado pueden originar grietas que conducen a la falla.
2. Esfuerzos residuales causados en el proceso de deformación en frío o en el tratamiento térmico que no se hacen bajo las normas establecidas (Temperatura, Tiempo, Medio de enfriamiento, Velocidad).
3. Recubrimientos inadecuados.
4. Soldaduras y/o reparaciones inadecuadas.

Hemos hablado de los antecedentes o causas que nos pueden llevar a una pieza con defectos, en los 5 puntos antes mencionados podemos ubicar la causa del problema.

Es importante generar un análisis de fallas, y de esa forma podemos hacer una mejora continua para retroalimentar nuestros métodos para la detección de piezas con defecto.

Etapas de análisis de fallas:

Antecedentes. Etapa inicial más importante: consiste en no hacer NADA , solamente pensar, estudiar la evidencia, hacer preguntas detalladas acerca de las partes, el equipo, las circunstancias de la falla y tomar nota de las respuestas. No destruir evidencias. Inicialmente el analista se reúne con el personal involucrado (ingenieros de mantenimiento, de proceso, etc.) para discutir el problema. Es responsabilidad del analista realizar preguntas relevantes concernientes a la pieza:

I) Proceso involucrado, II) tipo de material, sus especificaciones forma, dimensiones y técnicas de proceso, III) parámetros de diseño, IV) condiciones de servicio, V) registros de mantenimiento, VI) frecuencia de falla, VII) secuencia de eventos que precedieron a la falla., etc.

Toda esta información permite definir correctamente el problema ("Un buen planteo del problema es parte de la solución")

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

- Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:
- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.

Aunque el método del AMEF generalmente ha sido utilizado por las industrias automotrices, éste es aplicable para la detección y bloqueo de las causas de fallas potenciales en productos y procesos de cualquier clase de empresa, ya sea que estos se encuentren en operación o en fase de proyecto; así como también es aplicable para sistemas administrativos y de servicios.

La detección de piezas con defectos es una compilación de diferentes áreas involucradas en el proceso de producción, ya que cuando existe una falla es importante detectar en que parte de su proceso es donde está ocurriendo el error, para así ver la manera de corregirlo a la brevedad posible y evitar la mayor parte de desperdicios y de retrabajos.

Para la detección de piezas con defectos podemos generar diferentes tipos de sistemas, apoyos y referencias para el operador. Que podemos establecer con la información recabada de nuestros procesos de producción, teniendo en claro los procesos que influyen en la creación de una pieza podemos predecir cuales son las

posibles fallas que pueden presentar las piezas. Y de la misma forma podemos crear herramientas que nos ayuden a identificar fallas, como por ejemplo:

Sistemas Poka yoke; es un excelente apoyo para identificar si formas, barrenos, posiciones de montaje y piezas completas son correctas.

Sistemas Go-no Go]; una herramienta muy utilizada para definir si en una pieza son correctos algunos aspectos como diámetros, barrenos, espesores etc.

Ayudas visuales; las ayudas visuales son muy útiles cuando trabajamos con piezas que cuentan con diferentes elementos o formas del color o un color obscuro, el cual se vuelve una tarea difícil para el operador distinguir la falta de elementos, insertos o formas de una pieza después de revisar una cantidad considerable y constante durante su día laboral. Por ello las ayudas visuales suelen ser bases donde ellos puedan poner la pieza para inspeccionarla, pero de un color diferente a la pieza (contrastante) o de ser posible marcar las partes revisadas.

Sistemas electrónicos y de control; estos sistemas son de alta capacidad, utilizados en sistemas de una gran capacidad de producción o una detección muy específica de errores, pueden estar compuestos por sensores de proximidad y dimensión, luz ultra violeta, cámaras térmicas y sistemas de visión artificial entre otros.

Cada uno de los sistemas lo podemos adecuar a nuestro proceso, dependiendo de las necesidades que requiera y en conjunto los sistemas con la correcta capacitación del operador en el uso de las herramientas de apoyo y/o en su habilidad y criterio para la selección de piezas con errores, es como podemos establecer un sistema robusto en la selección de piezas con defectos.

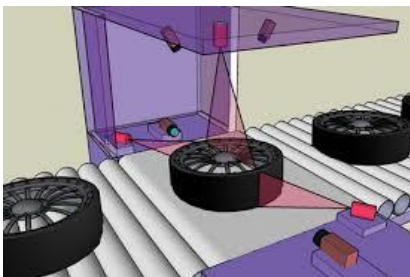


Figura 2.5.1 Revisión automatizada.



Figura 2.5.2 Ejemplificación Poka-Yoke

2.6 Detección de errores del operador en el proceso de selección de piezas para el cumplimiento de sus requerimientos y/o especificaciones según el cliente

Para poder detectar con mayor facilidad los errores que pueden tener los operadores, es necesario conocer cómo es que ellos desarrollan su trabajo, a que están expuestos y en qué condiciones trabajan, que puedan afectar su rendimiento laboral. Conocer que cuestiones de ergonomía laboral pueden afectar su desempeño.

Por lo general, es muy eficaz examinar las condiciones laborales de cada caso al aplicar los principios de la ergonomía para resolver o evitar problemas. En ocasiones, cambios ergonómicos, por pequeños que sean, del diseño del equipo, del puesto de trabajo (véase la sección A, Puestos de trabajo, para más detalles sobre esta cuestión) o las tareas pueden mejorar considerablemente la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad del trabajador. A continuación figuran algunos ejemplos de cambios ergonómicos que, de aplicarse, pueden producir mejoras significativas:

Para labores minuciosas que exigen inspeccionar de cerca los materiales, el banco de trabajo debe estar más bajo que si se trata de realizar una labor pesada.

Para las tareas de ensamblaje, el material debe estar situado en una posición tal que los músculos más fuertes del trabajador realicen la mayor parte de la labor. Hay que modificar o sustituir las herramientas manuales que provocan incomodidad o lesiones. A menudo, los trabajadores son la mejor fuente de ideas sobre cómo mejorar una herramienta para que sea más cómodo manejarla. Así, por ejemplo, las pinzas pueden ser rectas o curvadas, según convenga. Ninguna tarea debe exigir de los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.

Hay que enseñar a los trabajadores las técnicas adecuadas para levantar pesos. Toda tarea bien diseñada debe minimizar cuánto y cuán a menudo deben levantar pesos los trabajadores.

Se debe disminuir al mínimo posible el trabajo en pie, pues a menudo es menos cansador hacer una tarea estando sentado que de pie.

Se deben rotar las tareas para disminuir todo lo posible el tiempo que un trabajador dedica a efectuar una tarea sumamente repetitiva, pues las tareas

repetitivas exigen utilizar los mismos músculos una y otra vez y normalmente son muy aburridas.

Hay que colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas rectas.

Podemos poner como ejemplo lo siguiente; una persona que realiza su trabajo sentado y la revisión de las piezas es sobre una mesa, si tanto la silla y la mesa no están en una posición adecuada para el operador, su desempeño laboral va a disminuir conforme pasan las horas, puede ocasionar diferentes lesiones como en la espalda, cadera, cuello e incluso vista. Lo que afecta en gran medida la forma en la que puede dejar pasar algunas piezas con defectos, por ello es importante garantizar la ergonomía laboral de los operadores, para así poder evitar un factor más o generar un factor más que influya en la discriminación por parte del operador.

Altura de la cabeza:

Debe haber espacio suficiente para que quepan los trabajadores más altos. Los objetos que haya que contemplar deben estar a la altura de los ojos o un poco más abajo porque la gente tiende a mirar algo hacia abajo.

Altura de los hombros:

Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura. Hay que evitar colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

Alcance de los brazos:

Los objetos deben estar situados lo más cerca posible al alcance del brazo para evitar tener que extender demasiado los brazos para alcanzarlos o sacarlos. Hay que colocar los objetos necesarios para trabajar de manera que el trabajador más alto no tenga que encorvarse para alcanzarlos. Hay que mantener los materiales y herramientas de uso frecuente cerca del cuerpo y frente a él.

Altura del codo:

Hay que ajustar la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

Altura de la mano

Hay que cuidar de que los objetos que haya que levantar estén a una altura situada entre la mano y los hombros.

Longitud de las piernas:

Hay que ajustar la altura del asiento a la longitud de las piernas y a la altura de la superficie de trabajo.

Hay que dejar espacio para poder estirar las piernas, con sitio suficiente para unas piernas largas.

Hay que facilitar un escabel ajustable para los pies, para que las piernas no cuelguen y el trabajador pueda cambiar de posición el cuerpo.

Tamaño de las manos:

Las asas, las agarraderas y los mangos deben ajustarse a las manos. Hacen falta asas pequeñas para manos pequeñas y mayores para manos mayores.

Hay que dejar espacio de trabajo bastante para las manos más grandes.

Tamaño del cuerpo:

Hay que dejar espacio suficiente en el puesto de trabajo para los trabajadores de mayor tamaño.

Dos ejemplos de puestos de trabajo correctos:

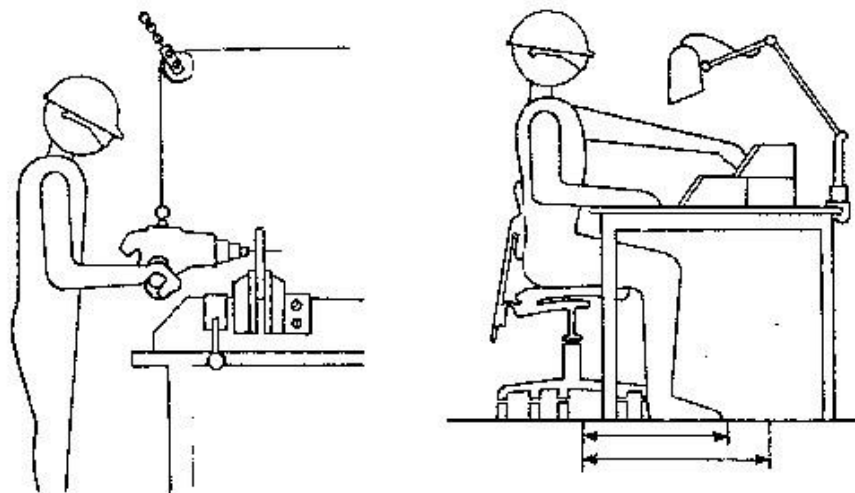


Figura 2.6.1 Posturas de ergonomía.

Hay que tener en cuenta qué trabajadores son zurdos y cuáles no y facilitarles una superficie de trabajo y unas herramientas que se ajusten a sus necesidades.

Hay que facilitar a cada puesto de trabajo un asiento cuando el trabajo se efectúe de pie. Las pausas periódicas y los cambios de postura del cuerpo disminuyen los problemas que causa el permanecer demasiado tiempo en pie. Hay que eliminar los reflejos y las sombras. Una buena iluminación es esencial.

La ergonomía la consideramos como una parte fundamental para el desempeño adecuado del operador ya que esto influye en gran medida la forma en la que el operador puede realizar su trabajo y al tener completa la parte de la ergonomía podemos tener una ayuda más hacia el operador que pueda influir con su rendimiento.

El operador puede tener dos tipos de errores en la selección de piezas, un error puede ser que esté pasando como piezas OK piezas que en realidad son NOK, este error es el más grave ya que nos ocasiona que lleguen piezas NOK al cliente y eso nos puede generar paros de línea de producción y reclamaciones por parte del cliente. Sin embargo la selección de piezas OK como NOK nos genera un problema interno, en cuanto a retrabajos y pérdidas de material y tiempo por generar una nueva selección de piezas OK dentro de las NOK.

La detección de los errores del operador se puede ir detectando mediante un control estadístico sobre qué cantidad de piezas está discriminando y cuál es el promedio o la mayoría de errores por los cuales discrimina o aprueba una pieza ya sea OK como NOK o NOK como OK.

Es importante identificar en que turno u horario es cuando más se presenta este problema de la mala discriminación de piezas, de ahí podemos generar una evaluación a los operadores para poder detectar en cual está ocurriendo el problema. Lo podemos identificar de una forma práctica pero sencilla. Utilizando una pieza Ok o NOK, pero que nosotros como evaluadores sepamos la calidad de la pieza (si es OK o NOK) podemos

ir presentando la pieza o infiltrarla en el proceso de selección hasta obtener un resultado, podemos ver de qué forma la están considerando los operadores, por ejemplo; si sabemos que la pieza es NOK y a la hora de la evaluación uno o varios operadores la están colocando como pieza OK, podemos saber cuáles fueron los puntos o las variables que consideraron para que la pieza la aprobaran como pieza OK.

“Centrar la atención las causas posibles de errores, para eliminarlas y evitar defectos. Se usan dispositivos sencillos para ayudar durante la revisión del producto. Fixtures o dispositivos que evitan errores de selección”

Por ejemplo, si la mayoría de las piezas con error cuentan con errores enfocados hacia tolerancias de medición, barrenos, bases, espesores etc. Podemos identificar fácilmente que el problema es causado por una mala medición por parte del operador, la mala medición se puede dar por múltiples razones, que el equipo utilizado para la medición (un vernier) este des calibrado, deformado, o simplemente el operador no está haciendo un correcto uso del instrumento, o simplemente no está midiendo en la posición ni en la forma correcta para la evaluación, O si utiliza un sistema GO – NO GO, el sistema puede estar dañado o no lo utiliza de la correcta forma.

Por ello es importante estar al pendiente en esta área, en cómo están realizando las mediciones y como forman los criterios para determinar el estado de la pieza (OK, NOK)



Figura 2.6.2 Selección de piezas OK y NOK.



Figura 2.6.3 Medición correcta.



Figura 2.6.4 Inspección de piezas

2.7 Evaluación al operador para conocer su capacidad de discriminación por atributos de piezas con defectos

¿Para que es importante conocer la capacidad del operador para la discriminación de piezas? Este aspecto nos ayuda a saber la confiabilidad del operador mediante sus habilidades, y con ello poder corregir las fallas presentadas en su proceso y así ir eliminando el margen de error a un punto casi 0 (cero nos podemos referir a que es esporádica la aparición del error por parte del operador).

Esto lo podemos traducir a números. Por ejemplo si el operador "A" revisa por turno 480 piezas y su porcentaje de error es menor o igual 3% podemos saber que si 480 piezas son su 100% y su error está en 3% eso representa 14 piezas que pueden ser NOK y están evaluadas como OK o viceversa.

Sin embargo ese porcentaje de 3% puede sonar muy bajo, pero la realidad es muy diferente, ya que podemos encontrar que de las entregas al cliente 14 piezas por día pueden contar con defectos, o de igual forma podemos tener en nuestro scrap (desperdicios) 14 piezas OK como piezas NOK.

La evaluación al operador la podemos realizar mediante un estudio simple pero de gran ayuda. Supongamos que al operador "A" le presentamos 3 piezas a medir, nosotros como evaluadores conocemos bien las medidas de esas 3 piezas A, B, C con A= 14.5, B= 13.9, C= 14.0. El operador desconoce los resultados. Si el operador nos da en su primera medición que la pieza A mide 14 mm de espesor y la B 13.5 mm y la C 14.15 mm, y para la segunda medición cambiamos las etiquetas de las piezas sin que el operador se entere, para la segunda medición donde B ahora es A y C es B y B es A, las medidas en teoría deben corresponder con sus criterios anteriores de medición y podríamos concluir que no está midiendo correctamente y es por ello que no está llegando a los resultados reales, pero si sus mediciones vuelven a variar a las de la primera medición, podemos concluir que hay una inconsistencia en su método de medición, que no está siguiendo o contemplando los mismos pasos en cada pieza que está midiendo. Esta es una manera simple pero muy efectiva de poder detectar los

errores que está teniendo el evaluador al momento de hacer la discriminación de las piezas, de tal forma que podemos generar una capacitación generada por la retroalimentación que nos dejó su evaluación.

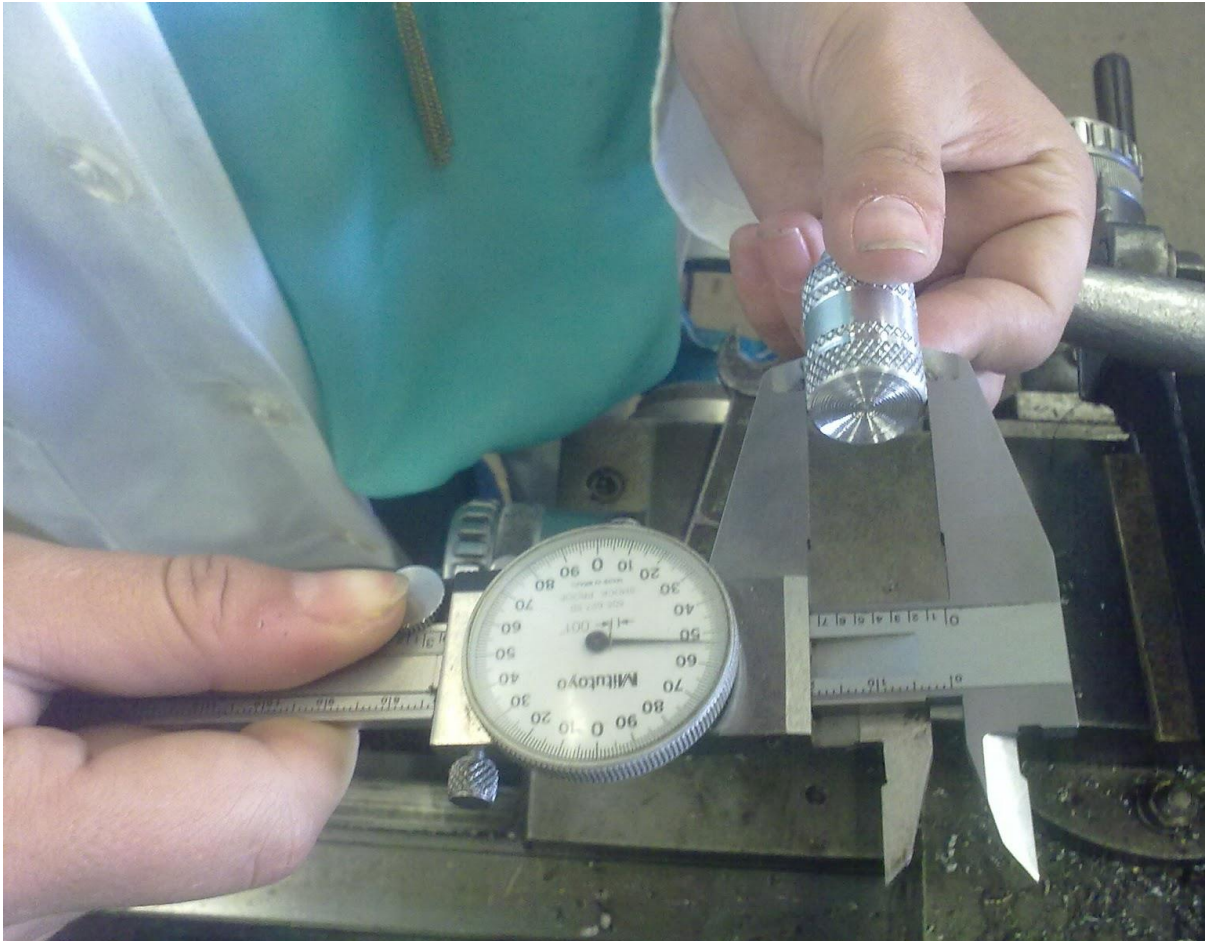


Figura 2.7.1 Ejemplo de medición

Con las evaluaciones a los operadores encontraremos cuales son los errores más comunes en la discriminación de elementos, este ejemplo fue sobre medición, pero de igual forma lo podemos aplicar para detectar faltantes de partes (si es una pieza compuesta) detalles de acabados, malformaciones en el material como: Rechupes, rebabas, ondulaciones etc. Y así empezar a trabajar en ellos implementado ayudas visuales, Poka Yokes sistemas Go- No Go etc.

Capitulo III – Principios y procesos de selección de piezas con defectos

3.1 Procesos de detección de piezas defectuosas

Los procesos de detección de piezas con defectos nos ayudan a trabajar de una forma ordenada y sistematizada, de esa forma es más fácil general un plan de control sobre el trabajo que se está realizando. Para obtener buenos resultados siempre se busca la estandarización de algún método o proceso, el que por el momento estamos trabajando es sobre calidad, y una parte muy importante de la calidad es las etapas finales de los procesos de producción, la inspección final. El objetivo de la inspección final es poder asegurar la calidad de las piezas que se van a enviar con nuestro cliente. Esto lleva un esquema sistematizado sobre los procesos de selección de piezas OK, para seleccionar una pieza como OK tenemos que establecer estándares de calidad. Factores y elementos que nos aseguren que la pieza cumple con los valores y especificaciones adecuadas, para ello es importante contemplar cada detalle o elemento de la pieza a evaluar que es necesario evaluar, para así considerarla una pieza como OK.

Cuando vamos a trabajar sobre la evaluación de alguna pieza es necesario establecer los puntos que la consideren una pieza OK de una NOK.

Tenemos que generar una serie de elementos que contenga la pieza a evaluar que nos indique cuando la pieza se considera OK, como ejemplo podemos nombrar una breve lista de algunos elementos que podríamos considerar para nuestro proceso de selección de una pieza plástica automotriz

Pieza sin rebabas

Marcas de molde

Betas de inyección

Rechupes

Barrenos obstruidos por el mismo material

Espesor mínimo de la pieza (4 mm)

Diámetro de barrenos

Coloración del material en oscuro.

Con esta lista podemos poner como referencia los elementos a evaluar en la pieza, la falta de alguno de ellos es considerada como pieza NOK porque cada uno de estos elementos fueron elegidos de acuerdo a las especificaciones y requerimientos del cliente, y el cliente puede solicitar sus requerimientos por varias razones; Seguridad de la pieza, funcionalidad y/o estética de la pieza. Lo que explicaría la parte de seguridad de la pieza pedir espesor mínimo del plástico (4 mm), barrenos obstruidos por el mismo material, diámetro de barrenos.

En cuanto a funcionalidad, vienen siendo los puntos antes mencionados en seguridad, barrenos obstruidos, diámetro de barrenos y espesor de plástico (4 mm) estos también entran dentro de funcionalidad debido a que la falta de alguno de estos elementos generaría un problema en el ensamble de la pieza.

En cuanto a estética, existen partes que son visibles y por cuestiones de calidad e imagen se pide que tengan cierto tipo de acabados, como pueden ser. Rebabas, marcas de molde, betas de inyección, rechupes, coloración del material.



Figura 3.1.1 Pieza plástica con barrenos obstruidos



Figura 3.1.2 Pieza plástica con Falta de inserto metálico



Figura 3.1.3 Pieza plástica con rebaba en la parte superior

Falta de inserto

3.2 Proceso de separación de piezas con defectos

Después de haber realizado la detección de piezas con defectos, de acuerdo a los criterios a valorar previamente ya establecidos, tenemos que seguir al siguiente paso que es este tema.

¿Por qué es importante hacer una separación de las piezas con defectos?

Es importante realizar la separación de las piezas con defectos (NOK) y asignarles un lugar específico de piezas NOK, teniendo un lugar determinado para las piezas que están siendo discriminadas (NOK) y que ya no corren el riesgo de mezclarse con piezas OK. Ya que muchas piezas se encuentran como NOK por factores mínimos o poco perceptibles a simple vista, y de no estar en un lugar específico para piezas NOK podemos correr el riesgo de volverlas a mezclar o confundir con piezas OK.

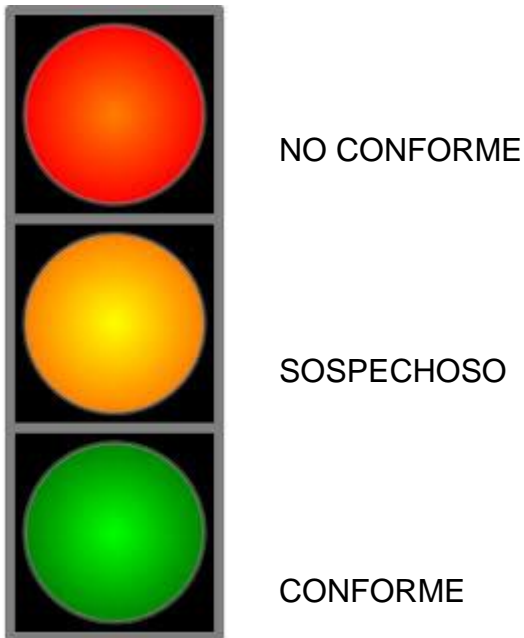
Las áreas de segregación deben tener el piso pintado, deben ser identificadas claramente.



Figura 3.2.1 Contenedores para clasificación de piezas OK - NOK

Generamos una clasificación sobre como catalogamos las piezas OK y NOK en ella incluimos 3 etiquetas diferentes. Piezas NOK las identificamos con una etiqueta color rojo (aquellas que son SCRAP), las piezas sospechosas las identificamos con color amarillo (Retrabajos), y las piezas con etiqueta color verde son piezas OK.

Semáforo de conformidad del producto.



Etiquetas de clasificación de material:

MATERIAL NO CONFORME

FECHA AA __ MM __ DD __ LÍNEA __ TURNO __

PRODUCTO __ LOTE __

DESCRIPCIÓN DEFECTO _____

OPERARIO _____

DISPOSICIÓN FINAL

DESTRUCCIÓN __ CENTRO DE COSTOS _____

AUTORIZADO POR _____

Rojo para productos / contenedores de SCRAP. Las cajas de SCRAP deben ser Pintadas de rojo.

MATERIAL SOSPECHOSO

FECHA AA __ MM __ DD __ LÍNEA __ TURNO __

PRODUCTO __ LOTE __

DESCRIPCIÓN DEFECTO _____

OPERARIO _____

DISPOSICIÓN FINAL

REPROCESO __ DEVOLVER A _____

DEROGACIÓN __ DEVOLVER A _____

DESTRUCCIÓN __

AUTORIZADO POR _____

Amarillo para retrabajos, re inspección, Containers / productos sospechosos. La etiqueta debe mostrar la última Operación para garantizar una adecuada Reintegración.

MATERIAL CONFORME

NOMBRE DE EMPRESA _____

FECHA AA ___ MM ___ DD ___ SECCION _____

TURNO _____ PRODUCTO _____

MODELO _____ LOTE _____ No PIEZA _____

HECHO EN _____

RETRABAJADO SI NO PROCESO _____

Para producto conforme y aceptable OK.

Una vez separadas y clasificadas las piezas NOK de piezas OK podemos generar una revaloración a las piezas, que quiero decir con esto. Dentro de las piezas NOK pueden existir diferentes variables que hicieron que la pieza fuera considerada NOK, pero dentro de ese tipo de variables podemos encontrar algunos errores que pueden permitir a la pieza un retrabajo y volverse a integrar como piezas OK, otras más pueden tener ciertos detalles que las vuelven material de desecho “SCRAP” o material para reciclaje. Es aquí donde podemos hacer una selección sobre en qué categoría puede encajar cada una de las piezas detectadas como NOK, ya que esto nos ayuda a disminuir nuestros números de SCRAP, obviamente una pieza que ya tuvo uno o varios retrabajos ya es una pieza que no genera la misma ganancia que una pieza OK, pero muchas veces estas piezas nos ayudan a recuperar una parte del costo de su propia producción a diferencia de piezas que son totalmente piezas SCRAP (estas piezas nos generan mermas económicas, ya que algunas veces no es posible recuperar una parte considerable de su costo de producción).

Además de considerar a las piezas NOK como SCRAP o material que puede incorporarse de forma OK mediante retrabajos, las piezas NOK son utilizadas frecuentemente para evaluaciones de los procesos de producción. Podemos observar cómo es que las piezas están siendo afectadas, si es por variantes de materias primas, herramientas, condiciones climatológicas y por procesos de producción. Por medio de la realización de evaluaciones al personal, pruebas destructivas y análisis de fallas.

Posterior mente tenemos que generar un reporte sobre las piezas NOK, es donde definimos si se pueden retrabajar, si es derogado o rechazado y debe ser destruido o

puede darse un uso interno (pruebas, análisis, capacitación). El siguiente paso es la documentación de tratamiento del producto, para sí poder obtener un resultado para hacer una mejora del proceso con la lección aprendida por medio de las piezas NOK. Es importante identificar y hacer una evaluación consiente al área en donde podemos identificar cual es la mayoría de errores en las piezas y así poder implementar métodos de corrección de errores en la parte del proceso donde se detectó la falla según las piezas analizadas. Por ejemplo si encontramos que la causa de la falla de algunas piezas es debido a la puesta a punto de un equipo de control defectuoso hay riesgo de no haber detectado piezas NOK. Por eso en este caso es importante aplicar la contención le lotes de entrega mediante:

- Paro de producción y entregas
- Inspección de lotes/piezas sospechosas (incluyendo lote anterior)
- Registro de acciones.

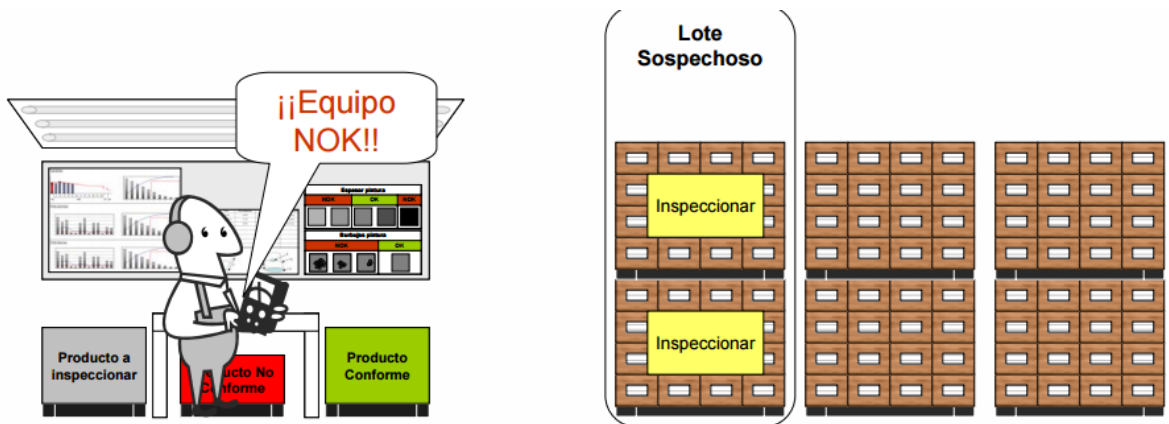


Figura 3.2.2 ilustración sobre selección y agrupación de piezas.

Los procedimientos mencionados nos apoyan para poder tener un control sobre la separación y destino de las piezas detectadas como NOK.

3.3 Criterios de selección de piezas por el operador

Los criterios de evaluación del operador son puntos de discusión constantemente dentro de un sistema de producción, ya que muchas veces influyen en el operador diferentes factores que pueden afectar su desempeño laboral, como factores económicos, condiciones laborales, cuestiones personales. Cada una de ellas puede llevar a que el operador tenga variaciones en sus métodos de discriminación de piezas, por ello es importante establecer un método de trabajo, estandarizar la forma y los pasos en los que el operador debe realizar su inspección de piezas.

En puntos anteriores hemos hablado sobre cómo establecer los parámetros de evaluación de piezas (según los requerimientos y funciones de las piezas). Cuando contamos con personal de nuevo ingreso a estas áreas es importante lograr y asegurar que todos los puntos de la capacitación al operador queden totalmente aprendidos y cuando se integre al proceso de producción tenga la capacidad para detectar cada uno de los procedimientos aprendidos para la selección de piezas con defectos. Así lograríamos que desde la integración del personal se haya contado con la calidad de su proceso y la que la experiencia laboral que valla obteniendo con el tiempo refuercen los procesos conocidos y se pueda hacer una retroalimentación sobre la manera en la que se evalúan las piezas OK y NOK.

Los criterios de selección de piezas del operador deben de estar en constante evaluación o monitoreo. Los procesos son rutinarios y con el paso del tiempo ese tipo de actividades dejan de hacerse mediante un razonamiento consiente por parte del operador y se vuelven parte inconsciente del operador (de memoria) lo que nos afecta a la selección porque se empiezan a pasar detalles de evaluación. Es fácil verlo desde este punto de vista, pero cuando el operador esta sometido a una revisión de 400 piezas o más al día, los detalles que al inicio de su jornada laboral puedes ver con gran claridad, a paso de las horas se van volviendo difíciles de detectar, es ahí donde se apoya al operador con ayudas visuales, Poka Yokes etc. Sin embargo puede fallar la forma en la que el operador está usando estas herramientas de ayuda o eliminar pasos del proceso de selección de piezas, debido al ciclo rutinario de su proceso.

Los criterios de selección de piezas del operador son fundamentos de acuerdo a las especificaciones y necesidades de nuestro cliente. Tenemos que recordar que tenemos que plantearnos objetivos claros sobre si nuestro proceso es lo suficientemente robusto para poder llegar a los resultados de calidad establecidos por el cliente, de lo contrario tendremos que tener en cuenta un porcentaje mayor de retrabajos en piezas y/o SCRAP.

Debemos poner a disposición de inspectores previamente conocedores de los defectos y capacitados según criterios de vista, colores, dimensiones, diámetros, etc. Una colección de los diferentes tipos de defecto que pueden encontrar con "piezas tipo" OK y NOK con los máximos defectos permitidos y no permitidos. Los máximos defectos permitidos son definidos por nuestro cliente.

Se dispondrá de un método de inspección visual, eventualmente seguido con los dedos de la mano, para garantizar que se barre toda la superficie de la pieza y marcan zonas conflictivas si se estima necesario. Es importante definir el tipo de luz e intensidad necesaria para la inspección, así como la distancia de inspección, establecer diferentes zonas de inspección: A, B, C según criterios acordados con cliente. Estas zonas establecen el rigor y tipo de defectos en cada una. Es importante ir eliminando las causas de los defectos para tener menos que inspeccionar.

El marco creado para los criterios de selección de piezas con defectos puede ser muy variable de un proceso a otro y de los diferentes tipos de calidades que el cliente requiera, pero para la creación de esos criterios de evaluación para nuestro operador, es muy importante recordar cuales son las principales características necesarias que el cliente nos dio en su detalle de especificaciones y requerimientos de la pieza. Tomando en base estas cuestiones establecidas es cómo podemos definir los criterios a evaluar en las piezas. De los criterios o puntos que debe tener muy claros el operador para su criterio de evaluación son:

- Capacitación en Normas y/o especificaciones de producto teóricas y prácticas.
- Lectura de procedimientos teóricos y prácticos de proceso y trazabilidad.
- Redacción de hallazgos al producto.
- Observación analítica de las piezas.

3.4 Principios de evaluación al operador

¿Por qué es importante definir la evaluación al operador? Todo proceso requiere de una estandarización para poder trabajar en un sistema de mejora continua, de ahí parte la importancia de “Definir la evaluación al operador” ya que con ello estaremos trabajando bajo procesos definidos y todas las evaluaciones de calidad hacia nuestros operadores sabremos que están regidas bajo un esquema de mejora continua y que cada uno de nuestros operadores están siendo evaluados de la misma manera y bajo los mismos esquemas de trabajo, calidad y eficiencia.

La evaluación a el operador debe de estar enfocada a mantener una mejora continua en nuestro proceso, mediante la retroalimentación de la evaluación hacia al operador y viceversa, además de incluir siempre una cultura en el operador observación analítica de fallas y defectos de los productos, para que con ello podamos hacer unas mejorar mediante la retroalimentación hacia los procesos de producción.

Asumiendo que en nuestro proceso los inspectores de calidad (no robotizados) tenemos que certificar su pericia realizando un estudio de R&R por atributos, utilizando piezas con los defectos más comunes, de esa manera podemos probar que tan capaces son los operadores (inspectores) de atrapar los defectos o dejarlos pasar y así asegurarnos dejar pasar errores en la inspección y tener un mayor control sobre las piezas OK y NOK que se están generando.

La evaluación al operador la comenzamos entregándole ciertas piezas, por ejemplo 3 piezas las cuales nosotros como evaluadores ya conocemos los resultados de las piezas y las marcamos para tener un control estadístico cada pieza cuenta con cierta característica que nos interesa evaluar, podemos dar piezas consideradas OK y

mezclarlas con otras piezas NOK, el punto es hacer que el operador las inspeccione, no solo una vez, si no 3 veces con números de identificación de piezas mezclados. Si son piezas A, B, C ir intercalando la marcación ahora B se vuelve A y A se vuelve C y C se vuelve A, el operador nos entregara sus resultados, sin saber que las 9 piezas que midió al final del estudio son las primeras 3 piezas solo que en orden diferente. Con esto podemos ver las variaciones y/o inconsistencias de sus resultados ya que nosotros Al comparar los resultados obtenidos del estudio contra nuestros datos reales sobre las características de las piezas. Podemos encontrar cuales son las fallas más comunes. Para esto explicare brevemente de que trata el estudio de RYR por atributos.

Estudio de R&R por atributos.

Medición: Es una comparación entre una cantidad desconocida y una cantidad conocida.

Ventajas de utilizar un sistema de medición correcta:

Aseguramos la confiabilidad de los datos

Conocemos la interrelación entre los datos

Aseguramos si el proceso está ajustado o necesita un ajuste

Nos permite en base a lo anterior tomar decisiones

Estudio Gage R&R.

Es el estudio donde se determina si un sistema de medición es confiable o no. Es una combinación de los estudios de repetitividad y reproducibilidad.

Gage= Significa "Instrumento de medición".

R&R= repetitividad & reproducibilidad.

- Ejemplos de posibles fuentes de variación

Variación real del proceso

Largo plazo

Corto plazo

Variación de Medición

Variación dentro de una muestra en los datos

Variación del operador

Variación del Gage (instrumento medición)

- a) Repetitividad
- b) Reproducibilidad
- c) Bias (Exactitud)
- d) Linealidad
- e) Estabilidad

- Definiciones y propiedades estadísticas de los datos.

Repetitividad. Es la variación de las mediciones realizadas por un solo operador, en la misma pieza y con el mismo "Gage".

Reproducibilidad. Es la variación de las medias de las mediciones realizadas por varios operadores con las mismas piezas y con el mismo "Gage".

Exactitud o BIAS. Es la diferencia entre el promedio de una serie de mediciones y alguna referencia con valor conocido (patrón)

Linealidad. Se define como la diferencia en los valores de Bias (exactitud) sobre el rango esperado de operación del sistema de medición.

Estabilidad. Es la variación en el tiempo para el mismo sistema de medición y la misma parte (pieza). Sin evaluar la estabilidad no es posible asegurar evaluaciones confiables sobre las demás propiedades estadísticas.

- Procesos para desarrollar un sistema de medición:

Seleccionar lo que se va a medir

Desarrollar una definición única para la interpretación del estudio

Identificar las fuentes de los datos

Preparar la recolección de datos y su plan de muestreo

Implementar el sistema de medición y su depuración

- La medición se compone de lo siguiente:

Un plan de medición de la ejecución de los requerimientos de los clientes

Desarrollar una línea base de los defectos para determinar su plan de mejora

- Criterio de decisión del Estudio Gage R&R:

Si Gage R&R total es mayor de 30%, el sistema de medición es inaceptable.

Si Gage R&R total es menor de 10%, el sistema de medición es adecuado.

Si la capacidad del proceso es alta, 30% puede ser aceptable.

Conclusiones del estudio Gage:

Todos los procesos de medición tienen variación, causada ya sea por el operador o por el mismo instrumento de variación; la importancia de los estudios R&R reside en entender qué tan grande es esta variación.

En forma general calificamos como un muy buen sistema de medición el que tiene menos de 10% de contribución total.

Análisis de los datos en un sistema de medición

- Los datos continuos son los que se pueden medir en una escala continua.

Tiempo

Temperatura

Longitud

Pesos

- Los datos de atributo son los que se pueden clasificar de acuerdo a sus características.

Color

Tipo de auto

Tipo de aviones

- Estudio de atributos

La revisión consiste en observación:

Cumple o no cumple

Rojo o azul

Caliente o frío

Son datos cualitativos.

Puede ser subjetivo y depende de la experiencia.

Realizando este estudio conocemos la efectividad del proceso de inspección.

• Elementos causa y efecto:

Mediciones

Materiales

Personal

Medio ambiente

Métodos

Máquinas

En los gráficos podemos observar los límites superiores e inferiores de control, que fueron previamente establecidos y la oscilación de la muestra realizada (los puntos) nos marcan que tanto se acercan o se alejan de los límites de control. Entre más lineales se mantenga la gráfica sobre el valor R, tendremos una menor variación entre criterios de evaluación.

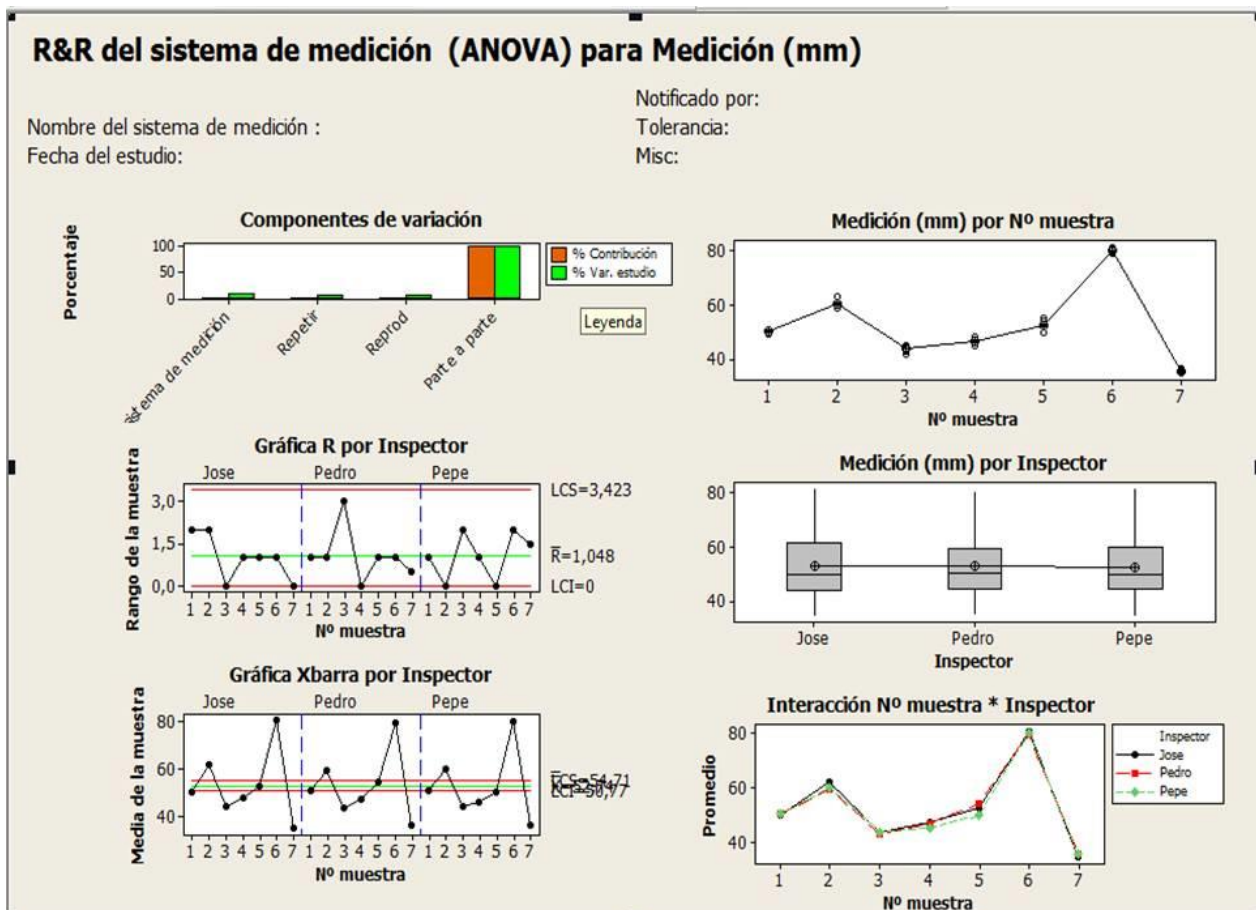


Figura 3.4.1 Imagen ilustrativa sobre ejercicio R&R con el uso de la herramienta MINITAB (gráficos de variaciones)

Capítulo IV – Desarrollo de una metodología para realizar estudios de atributos.

4.1 Sistemas de discriminación por atributos

Los estudios de gages por atributos calculan la cantidad de sesgo (desviación de la media de mediciones repetidas versus un patrón) y repetibilidad (dispersión de mediciones realizadas por un mismo operador, parte y equipo) de un sistema de medición cuando la respuesta es una variable binaria por atributos. Para obtener estimaciones adecuadas de sesgo y repetibilidad, se deben seguir las reglas del MSA para seleccionar partes con valores de referencia conocidos.

El método analítico de estudios de gages por atributos es un método para examinar la precisión de un sistema de medición por atributos.

Se deben tomar al menos 8 partes para realizar un estudio del gage por atributos. La parte más pequeña debe tener cero aceptaciones, y la parte más grande debe tener el número máximo de posibles aceptaciones. Para la AIAG, exactamente 6 partes deben tener un número mayor que cero aceptaciones y menos que 20 (máximos números de aceptaciones permitidas). Por el método de regresión, se pueden tener más de seis partes entre los extremos de valores de referencia.

Si se especifica el límite de tolerancia inferior, la parte con el menor valor de referencia debe tener cero aceptaciones y la parte con la referencia más alta debe tener el número máximo de aceptaciones posibles. Con un límite inferior conforme los valores de referencia se incrementan, el número de aceptaciones se incrementa. Si se especifica el límite de tolerancia superior, la parte con el menor valor de referencia debe tener el máximo número de aceptaciones posible y la parte con el valor más alto de referencia debe tener cero aceptaciones. Con un límite superior, conforme el valor de referencia se incrementa, el número de aceptaciones decrece.

Se puede introducir un número constante de intentos o una columna de datos. Cuando el número de intentos no es igual para todas las partes, se introduce una columna

indicando los intentos para cada parte. Los intentos deben ser mayores a 15, en el caso de la AIAG se introducen exactamente 20 intentos por parte.

“Minitab acepta ya sea datos resumidos o datos individuales de estudios de gages por atributos”
Ejemplo.

Sumario de Datos			Datos duros		
Numero de Parte	Referencia	Aceptaciones	No. Parte	Referencia	Aceptaciones
1	1.35	0	1	1.35	Rechazo
2	1.4	3	1	1.35	Rechazo
3	1.45	8	1	1.35	Rechazo
4	1.5	13	1	1.35	Rechazo
5	1.55	15	8	1.7	Aceptación
6	1.6	18	8	1.7	Aceptación
7	1.65	19	8	1.7	Aceptación
8	1.7	20	8	1.7	Aceptación
Estructura de datos resumidos de tal forma que cada fila contiene el número o nombre de la parte, el valor de referencia y la cuenta resumida.					

Estructura de datos individuales de manera que cada fila contiene el número o nombre de la parte, valor de referencia y respuesta binaria (aceptación o rechazo).

4.2 Método para determinar la capacidad de discriminación de los evaluadores

El sistema que se propone para determinar la capacidad de discriminación de los evaluadores (operadores), es un estudio de atributos, en el cual tiene como característica principal encontrar errores específicos del operador en el momento de la selección de piezas OK y NOK.

EL método en el que se va a realizar la evaluación será de la siguiente manera: Evaluaremos a 3 operadores, uno por cada turno. Los 3 evaluadores revisaran las mismas piezas por separado (3 piezas), con los mismos puntos a evaluar. Las piezas a evaluar son unas cubiertas plásticas, cuyos puntos a evaluar son:

- Barrenos completos (no obstruidos por la inyección del plástico)
- Rebabas en la parte superior o inferior
- Insertos metálicos para fijación (en total son 6 insertos)
- Falta de O-ring (un O-ring)
- Falta de pernos
- Mal corte de puntos de inyección
- Parte incompleta
- Combinación de defectos

Necesitamos que el operador detecte la existencia de alguno de estos defectos o en caso contrario si la pieza es OK clasificarla como tal, pero sin conocimiento previo por parte del operador sobre, los defectos o atributos de las piezas, solo nosotros como evaluadores conoceremos si las piezas que se le van a entregar al operador a evaluar son piezas clasificadas como OK o NOK. Al operador se le entregaran 50 piezas (A, B, C) las 50 piezas las tiene que medir 3 veces el mismo operador, sin que sepa que son las mismas piezas de la primera medición, y así encontrar coherencia en evaluación de piezas (si discrimina conforme a los parámetros que previamente le establecimos).

Una vez obtenido los resultados de la evaluación a los 3 operadores, comenzamos con el vaciado de los datos sobre nuestro sistema desarrollado en Excel.

Posterior mente la tabla nos arroja los resultados de los datos obtenidos de acuerdo a la medición. Los datos obtenidos en la evaluación corresponden a información simplemente binaria, 1 si es una pieza OK y 0 si la pieza es NOK. Nosotros como evaluadores llenaremos la tabla con la respuesta entregada por cada operador, ejemplo: Si el operador A considera que la pieza número 1 es una pieza NOK corresponderemos a anotar el número "0" y viceversa. Así hasta llenar la tabla con las 3 mediciones de las 50 piezas de cada operador.

Esos resultados obtenidos nos arrojaran en total del conteo observado comparado contra el conteo esperado (comparación de resultados de las 3 mediciones por pieza) Así obtenemos un porcentaje de discrepancia por cada operador y entre los operadores, además los resultados son comparables contra la cantidad de piezas detectadas como OK contra la cantidad de piezas correctas OK. Y así podemos definir una calificación dentro o no del estándar para un operador.

4.3 Presentación del método.

El estudio de medición por atributos, no es un estudio complejo, es una herramienta estadística que nos ayuda a transformar aspectos generales (piezas incompletas, rebabas, rechupes etc.) en un modelo matemático con el apoyo de la estadística, el cual mediante porcentajes podemos ver de forma más clara cómo se comporta el desempeño de nuestros operadores.

A continuación desarrollaremos mediante un ejemplo el propósito de esta tesina, que es un Excel en el cual puedes ingresar los datos a evaluar (que errores se buscan en las piezas a evaluar), con las variables (cuantas piezas OK y NOK se encuentran en el estudio), cuantos operadores van hacer evaluados.

1° Hoja de atributos

El estudio es simple comenzamos introduciendo los siguientes datos en la hoja de Excel.

- Cantidad de piezas a evaluar
- Número de piezas NOK
- Número de piezas OK
- Cuantas mediciones quieres (Rondas por operador)
- Que defectos quieres en tu estudio (rechupes, rebabas, etc.)
- Si existen defectos convídanos
- Numero de evaluadores.

Tabla desarrollada en Excel "Hoja de atributos"


Puntos a Evaluar	Datos	
CANTIDAD DE PIEZAS A EVALUAR		GUARDAR
PIEZAS NOK		GUARDAR
PIEZAS OK		GUARDAR
¿CUANTAS RONDAS QUIERES?		GUARDAR
QUE DEFECTOS SON LOS QUE REQUIERES EN TU ESTUDIO		GUARDAR
¿TIENES DEFECTOS COMBINADOS?		GUARDAR
¿CUANTOS EVALUADORES?		GUARDAR
		ESTUDIO PROPUES

A continuación llenamos la hoja de atributos con la información que requerimos para el estudio.

Para el siguiente ejercicio contamos con los siguientes requisitos a evaluar:

- 30 piezas a evaluar
- 10 piezas NOK
- 20 piezas OK
- 3 rondas por operador
- Defectos que se requieren en el estudio; falta de insertos, rebabas y barrenos obstruidos.
- Con efectos combinados
- Evaluados

Puntos a Evaluar	Datos	
CANTIDAD DE PIEZAS A EVALUAR	50	GUARDAR
PIEZAS NOK	15	GUARDAR
PIEZAS OK	35	GUARDAR
CUANTAS RONDAS QUIERES	3	GUARDAR
QUE DEFECTOS SON LOS QUE REQUIERES EN TU ESTUDIO	FALTA DE INSERTOS	GUARDAR
TIENES DEFECTOS COMBINADOS	SI	GUARDAR
CUANTOS EVALUADORES?	3	GUARDAR
		ESTUDIO PROPUES

 DATOS A EVALUAR
INGRESAR 1X1 Y GUARDAR


 CLICK AL FINALIZAR
PROPUESTA

Figura 4.3.2 Tabla de requerimientos y valores a evaluar.

Una vez ingresados los parámetros del estudio, debemos comenzar con la evaluación de los operadores, e ir vaciando sus resultados en la tabla de Excel, donde están clasificados por operado A, operador B y operador C con sus diferentes rondas de mediciones 1, 2,3. Dónde las piezas los evaluadores las clasifican como: P= OK y NEG= NOK.

Al llenar la tabla nos vaciara los resultados correspondientes de la medición.

Part	A - 1	A - 2	A - 3	B - 1	B - 2	B - 3	C - 1	C - 2	C - 3	Ref.	Ref. value	Code
1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.476901	+
2	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.509015	+
3	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.576459	-
4	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.566152	-
5	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.570360	-
6	P	P	NEG	P	P	NEG	P	NEG	NEG	P	0.544951	x
7	P	P	P	P	P	P	P	NEG	P	P	0.465454	x
8	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.502295	+
9	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.437817	-
10	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.515573	+
11	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.488905	+
12	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	P	NEG	NEG	0.559916	x
13	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.542704	+
14	P	P	NEG	P	P	P	P	NEG	NEG	P	0.454518	x
15	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.517377	+
16	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.531939	+
17	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.519694	+
18	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.484167	+
19	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.520496	+
20	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.477236	+
21	P	P	NEG	P	NEG	P	NEG	P	NEG	P	0.452310	x
22	NEG	NEG	P	NEG	P	NEG	P	P	NEG	NEG	0.545604	x
23	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.529065	+
24	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.514192	+
25	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.599581	-
26	NEG	P	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	P	NEG	0.547204	x
27	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.502436	+
28	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.521642	+
29	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.523754	+
30	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	P	NEG	NEG	NEG	NEG	0.561457	x
31	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.503091	+
32	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.505680	+
33	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.487613	+
34	NEG	NEG	P	NEG	NEG	P	NEG	P	P	NEG	0.449696	x
35	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.498698	+
36	P	P	NEG	P	P	P	P	NEG	P	P	0.543077	x
37	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.409238	-
38	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.488184	+
39	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.427687	-
40	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.501132	+
41	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.513779	+
42	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.566575	-
43	P	NEG	P	P	P	P	P	P	NEG	P	0.462410	x
44	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.470832	+
45	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.412453	-
46	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.493441	+
47	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.486379	+
48	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.587893	-
49	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0.483803	+
50	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	0.446697	-

										Ref.	
P =	34	34	32	34	34	35	34	33	32	34	++ OK
NEG =	16	16	18	16	16	15	16	17	18	16	- Not OK
				Total					Total		x - Marginal
KAPPA Entre operadores											
A=N & B=P	0	2	4	6	A=N & B=N	16	14	14	44	31.33	
A=P & B=N	0	2	1	3	A=P & B=P	34	32	31	97	66.67	
B=N & C=P	1	3	1	5	B=N & C=N	15	13	14	42	31.33	
B=P & C=N	1	4	4	9	B=P & C=P	33	30	31	94	66.67	
A=N & C=P	1	4	2	7	A=N & C=N	15	12	16	43	33.33	
A=P & C=N	1	5	2	8	A=P & C=P	33	29	30	92	66.67	

Figura 4.3.3 Tabla de Excel con respuestas de los operadores.

P= Resultado positivo por operador
 NEG= Resultado negativo por operador

KAPPA entre operadores y valor de Referencia

A=N/REF=P	5	B=N/REF=P	2	C=N/REF=P	9	Falsa alarma
A=N/REF=N	45	B=N/REF=N	45	C=N/REF=N	42	Decision correcta
A=P/REF=P	97	B=P/REF=P	100	C=P/REF=P	93	Decision correcta
A=P/REF=N	3	B=P/REF=N	3	C=P/REF=N	6	Partes malas
				16	48	numero de partes malas x3 observaciones
				32	102	numero de partes buenas x3 observaciones

Operador	100 % marcado Bien	100 % Perdido	Mixto	Operador	100 % marcado Mal	Operador	100 % marcado Bien y Mal
A	29	0	8	A	13	A	42
B	32	0	5	B	13	B	45
C	28	0	10	C	12	C	40

Método Cruzado Kappa entre operadores.

Valores < 0.40 indica un pobre acuerdo entre operadores

Valores > 0.75 indica un buen acuerdo entre operadores (máximo = 1)

A - B Tabulacion cruzada

		B		Total	
		0	1		
A	0	Count	44	6	50
		Expected count	15.7	34.3	50.0
	1	Count	3	97	100
		Expected count	31.3	68.7	100.0
Total		Count	47	103	150
		Expected count	47.0	103.0	150.0

Kappa A - B		
Po	0.94	
Pe	0.56	
	0.38	0.44 0.86

B - C Tabulacion cruzada

		C		Total	
		0	1		
B	0	Count	42	5	47
		Expected count	16.0	31.0	47.0
	1	Count	9	94	103
		Expected count	35.0	68.0	103.0
Total		Count	51	99	150
		Expected count	51.0	99.0	150.0

Kappa B - C		
Po	0.91	
Pe	0.56	
	0.35	0.44 0.79

A - C Tabulacion cruzada

		C		Total	
		0	1		
A	0	Count	43	7	50
		Expected count	17.0	33.0	50.0
	1	Count	8	92	100
		Expected count	34.0	66.0	100.0
Total		Count	51	99	150
		Expected count	51.0	99.0	150.0

Kappa A - C		
Po	0.90	
Pe	0.55	
	0.35	0.45 0.78

Método Cruzado Kappa entre operadores y valor de REF.

Valores < 0.40 indica un pobre acuerdo entre operadores

Valores > 0.75 indica un buen acuerdo entre operadores (máximo = 1)

A - REF Tabulacion cruzada

			REF		Total
			0	1	
A	0	Count	45	5	50
		Expected	16.0	34.0	50.0
	1	Count	3	97	100
		Expected	32.0	68.0	100.0
Total	Count	48	102	150	
	Expected	48.0	102.0	150.0	

Kappa A - REF		
Po	0.95	
Pe	0.56	
	0.39	0.44 0.88

B - REF Tabulacion cruzada

			REF		Total
			0	1	
B	0	Count	45	2	47
		Expected	15.0	32.0	47.0
	1	Count	3	100	103
		Expected	33.0	70.0	103.0
Total	Count	48	102	150	
	Expected	48.0	102.0	150.0	

Kappa B - REF		
Po	0.97	
Pe	0.57	
	0.40	0.43 0.92

C - REF Tabulacion cruzada

			REF		Total
			0	1	
C	0	Count	42	9	51
		Expected	16.3	34.7	51.0
	1	Count	6	93	99
		Expected	31.7	67.3	99.0
Total	Count	48	102	150	
	Expected	48.0	102.0	150.0	

Kappa A - REF		
Po	0.90	
Pe	0.56	
	0.34	0.44 0.77

Resultados de efectividad. Decisión final.

Operador	Numero correcto buenas	Numero correcto malas	Numero correcto	Numero de falsas alarmas	Numero de perdidas	Numero total
A	97	45	142	5	3	150
B	100	45	145	2	3	150
C	93	42	135	9	6	150

Operador	Eficacia	$P_{\text{falsa alarma}}$	P_{perdida}
A	84.00	4.90	6.25
B	90.00	1.96	6.25
C	80.00	8.82	12.50

Decision del sistema de medición	Eficacia	Falsa alarma %	Perdida %
Aceptable para el operador	$\geq 90 \%$	$\leq 5 \%$	$\leq 2 \%$
Marginalmente aceptable para el operador, puede aceptar mejorar	≥ 80 - $< 90 \%$	> 5 - $\leq 10 \%$	> 2 - $\leq 5 \%$
Inaceptable para el operador, necesita mejorar	$< 80 \%$	$> 10 \%$	$> 5 \%$

Conclusiones:

Con el estudio por atributos podremos interpretar los errores más frecuentes que se presentan en nuestro proceso de producción y así saber la capacidad de nuestros operadores y conocer sus áreas de oportunidad, mediante la proyección de esos errores comunes en un modelo matemático representado con porcentajes.

Este modelo permite medir el desempeño general de la calidad en la discriminación de piezas con defectos, sin la necesidad de conocer el desarrollo completo de un estudio por atributos.

Con este desarrollo en Excel podemos implementar el sistema de forma fácil en la evaluación del personal, ya que no se necesita tener el conocimiento total sobre el desarrollo de un estudio por atributos, para poder llegar a los resultados, ya que este sistema nos permite el uso fácil de la herramienta, solo con establecer nuestros los valores que necesitamos evaluar como lo hemos visto antes (número de personas a evaluar, número de piezas a evaluar, número de piezas OK y NOK, errores en las piezas y número de rondas por operado). Son los únicos datos que necesitamos establecer en el estudio, y simplemente realizar la prueba a los operadores y registrar los datos en la tabla de Excel con la leyenda **“P=OK”** y **“NEG=NOK”**

Bibliografía.

Sentido del cálculo por atributos.

<http://www.isixsigma.com/tools-templates/measurement-systems-analysis-msa-gage-rr/making-sense-attribute-gage-rr-calculations/>

Análisis de sistemas de medición (módulo III Diplomado Core Tools)

ING. Jaime Cortés R.

Módulo SPC “control estadístico de procesos” (Diplomado Core Tools)

ING. Jaime Cortés R.

Filosofía Justo a tiempo

http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html