
**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

ITESM Universidad Virtual

Maestría en Sistemas de Calidad y Productividad

**Fernando Sánchez Domínguez
Matricula: A00353390**

Tesis

**“Aplicación de proceso iterativo para la identificación de variables críticas
en proyectos que utilizan la metodología Seis Sigma.”**

Diciembre 2008

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

ITESM Universidad Virtual

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que el presente Proyecto de Tesis presentado por el Ing. Fernando Sánchez Domínguez sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

**Maestría en Ciencias
Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad**

Comité de Tesis:

Asesor:

Dr. Roberto Zepeda

Nombre y Firma

Sinodal:

M. en C. Antonio Alejandro Alanís Peña

Nombre y Firma

Sinodal:

M. en A. Daniel Alejandro Sánchez Domínguez

Nombre y Firma

Título: “Aplicación de proceso iterativo para la identificación de variables críticas en proyectos que utilizan la metodología Seis Sigma.”

Fernando Sánchez Domínguez

■ Tesis presentada a la facultad del ITESM

Este trabajo es requisito parcial para obtener el título de maestro en ciencias con especialidad en calidad y productividad.

Agradecimientos

A Dios, por siempre estar y bendecirme.

Al ITESM, Campus Guadalajara y Campus Monterrey, por ser la base de mi formación profesional y personal, por darme la oportunidad y facilidades de adquirir este conocimiento y vivir esta experiencia.

A mi asesor, Dr. Roberto Zepeda, a mis sinodales, Ing. Antonio Alejandro Alanís Peña e Ing. Daniel Alejandro Sánchez. Por su paciencia y disponibilidad así como por sus aportaciones que fueron de valor para el desarrollo y término de esta tesis.

A mis padres, por motivarme a seguir en mi proyecto de vida y forjar las bases que lograron este resultado.

A mi familia por su paciencia y comprensión.

- La sabiduría es la habilidad de ver con mucha anticipación las consecuencias de las acciones actuales. *Russell Ackoff.*

Resumen

El propósito por el cual se ha desarrollado ésta tesis es el evaluar la aplicación del proceso iterativo como una alternativa para la identificación de variables críticas en problemas en los que se ha decidido resolverles con la metodología Seis Sigma, buscando con la aplicación de ésta el reducir la cantidad de variables a validar así como el tiempo invertido para ello.

En el capítulo uno se presenta la descripción del problema, justificación de la investigación, objetivos, hipótesis de trabajo, alcance y utilidad esperada. Así como la metodología utilizada para la realización de esta tesis.

En el capítulo dos, se expone el marco teórico de lo que es Seis Sigma, teoría de sistemas y el pensamiento sistémico del cual se deslinda el proceso iterativo, se describen orígenes, secuencia de aplicación, las fase en la que se aplicara el análisis propuesto, así como alternativas y justificación de aplicación.

En el capítulo tres, se mencionan tres proyectos Seis Sigma en los cuales se desarrolla el análisis, se describe su problemática, objetivos, alcances y etapa en la cuales se aplicará el proceso iterativo.

En el capítulo cuatro, se muestra la aplicación del análisis iterativo y sus resultados, así como también la resultante por la metodología Seis Sigma de los tres proyectos.

En el capítulo cinco, que constituye la contribución de la tesis, se presenta el resultado comparativo de la aplicación del análisis iterativo contra las herramientas utilizadas comúnmente en procesos Seis Sigma para la fase de identificación de variables críticas y finalmente se propone una Metodología de aplicación de análisis iterativo simple y práctica para la identificación de variables.

En el capítulo seis, se presentan algunas de las conclusiones encontradas, los elementos significativos o de relevancia, y propuestas para estudios futuros.

Tabla de Contenido	Página
Lista de Figuras	iv
Lista de Tablas	vii
Capítulo 1: Problemática y Justificación de la Investigación	1
1.1 Introducción	1
1.2. Descripción del problema	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos	3
1.5. Hipótesis de trabajo	3
1.6. Alcance.....	3
1.7. Utilidad esperada de los resultados (beneficios)	3
1.8. Metodología de la investigación.....	4
Capítulo 2: Marco Teórico.....	6
2.1 Metodología Seis Sigma	6
2.1.1 Historia	7
2.1.2 Métrica y Proceso de Mejora.....	8
2.2 Alternativas e introducción a la Teoría de Sistemas.....	12
2.2.1 Pensamiento sistémico.	17
2.2.2 Proceso Iterativo	20
Capítulo 3: Proyectos Seis Sigma	24
3.1 Antecedentes de la empresa	24
3.2 Estructura de documentación de proyectos.....	26
3.3 Proyecto Seis Sigma 1	27
3.4 Proyecto Seis Sigma 2	33
3.5 Proyecto Seis Sigma 3	37
3.6 Resumen.....	42
Capítulo 4. Aplicación del análisis iterativo	43
4.1 Procedimiento de aplicación	43
4.2 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 1.....	44
4.3 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 2.....	45
4.4 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 3.....	47
Capítulo 5. Evaluación comparativa y método sugerido.....	48
5.1 Resultado proyectos Seis Sigma.....	48
5.2 Evaluación comparativa.....	57
5.3 Método propuesto para aplicación de análisis iterativo.....	63
Capítulo 6. Conclusiones y propuestas para estudios futuros.....	68
6.1 Conclusiones	68
6.2 Propuesta para estudios futuros	68
Glosario	70
Referencia Bibliográfica.....	72

Lista de Figuras

- Figura 2.1- Distribución normal con la media corrida 1.5 veces.
- Figura 2.2 Pensamiento Sistémico
- Figura 2.3 Análisis Iterativo
- Figura. 2.4 Ejemplo Análisis Iterativo
- Figura 3.1 Logo y disco
- Figura 3.2 Ubicación
- Figura 3.3 Grafica barras femto
- Figura 3.4 Grafica barras pico
- Figura 3.5 Mapa wire bonding
- Figura 3.6 diagrama causa y efecto
- Figura 3.7 represtación hipótesis crestas
- Figura 3.8 represtación hipótesis cuña
- Figura 3.9 represtación hipótesis pistón
- Figura 3.10 FMEA
- Figura 3.11 RPN
- Figura 3.12 Métrico aprendizaje
- Figura 3.12 Mapa capacitación
- Figura 3.13 Matriz Viabilidad
- Figura 3.14 Grafico de costo
- Figura 3.15 Mapa tarjeta
- Figura 3.16 Pareto fallas tarjetas
- Figura 3.17 FMEA tarjetas
- Figura 3.18 Matriz tarjetas
- Figura 4.1 Análisis Iterativo Wire bonging
- Figura 4.2 Análisis Iterativo Entrenamiento
- Figura 4.3 Análisis Iterativo tarjetas
- Figura 5.1 Graficas error de operador
- Figura 5.2 Boquillas
- Figura 5.3 Mangueras
- Figura 5.4 Grafica pico
- Figura 5.5 Grafica femto
- Figura 5.6 Situación Actual vs. Deseable proceso de selección
- Figura 5.7 Análisis Herramientas
- Figura 5.8 Rampas
- Figura 5.9 Eficiencia aprendizaje
- Figura 5.10 Ejemplo estándar reparación 1
- Figura 5.11 Ejemplo estándar reparación 2
- Figura 5.12 Grafico costo final
- Figura 5.13 Grafico tiempo invertido proyecto 1
- Figura 5.14 Grafico variables proyecto 1
- Figura 5.15 Grafico tiempo invertido proyecto 2

-
- Figura 5.16 Grafico variables proyecto 2
 - Figura 5.17 Grafico tiempo invertido proyecto 3
 - Figura 5.18 Grafico variables proyecto 3
 - Figura 5.19 Formato análisis iterativo
 - Figura 5.20 Ejemplo sistema de ventas análisis iterativo

Lista de Tablas

- Tabla 2.1 Números Seis Sigma.
- Tabla 3.1 Sumario proyecto 1
- Tabla 3.2 Sumario proyecto 2
- Tabla 3.3 Sumario proyecto 3
- Tabla 5.1 tabla resultados proyecto 1
- Tabla 5.2 tabla resultados proyecto 2
- Tabla 5.3 tabla resultados proyecto 3

Capítulo 1: Problemática y Justificación de la Investigación

1.1 Introducción

Actualmente las empresas trasnacionales adoptan técnicas y metodologías probadas en el mercado con historias de éxito para poder incluirlas dentro de sus estrategias de mejora continua, tal es el caso de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, por su traducción al español de Define Measure Analyze, Improve, Control), también llamada Seis Sigma.

Esta metodología ofrece un marco extenso de herramientas estadísticas y de análisis a utilizar en cada uno de los pasos descritos, desde la definición, considerada como la primer etapa, hasta la ultima fase, controlar; aún así, dentro de esta misma, existen puntos clave de éxito de los cuales pueden depender los resultados y tiempo invertido en estos proyectos; esto se refiere concretamente a la definición del problema, la validación del sistema de medición y la identificación de variables críticas de calidad (CTQ). A medida que sea más certera nuestra definición del problema, nuestro sistema de medición más confiable e identifiquemos mejor nuestras variables críticas, más fácil será encontrar soluciones óptimas para el problema con análisis estadísticos y experimentos.

Así mismo el proceso iterativo seleccionado para la evaluación de identificación de variables, nace de una corriente de pensamiento sistemático la cual ofrece alternativas de percepción y causalidad que ayudan al entendimiento de organizaciones y procesos, razón por la cual se contempla en esta tesis su aplicación como una alternativa viable.

1.2. Descripción del problema

Las condiciones y características de los procesos en los que se llevan a cabo proyectos Seis Sigma, generalmente son complejas, con una solución no conocida y de alta importancia y prioridad para las empresas. En algunas ocasiones, por la particularidad de los proyectos, estos cuentan con algunas desventajas o condiciones especiales que dificultan en parte la utilización y el seguimiento de las herramientas de análisis, sobre todo cuando existen muchos pasos en el proceso, intervienen diferentes equipos, materiales, personas, existen especificaciones con baja tolerancia, etc.

Estas condiciones se ven desfavorecedoras en aquellos escenarios donde se tenga poco tiempo para encontrar las variables críticas y proponer una solución;

los sistemas de medición no cuentan con confiabilidad alta, procesos en constante cambio con parámetros y herramienta adaptado que cambia el modo en el que operan, poca caracterización de procesos, fenómenos complejos de entender por la alta sensibilidad del material al medio ambiente, al manejo, a los procesos, etcétera; que al final trae consigo el que muchos proyectos busquen avanzar con aquellas variables críticas que lograron identificar en ese tiempo y al final tengan que ser abortados por cambio de tecnología, fin de vida del producto o que los análisis posteriores de estas variables no revelen nada y no se encuentre ninguna relación, interacción o relación que nos muestre que las variables detectadas son significativas, invirtiendo tiempo y recursos sin obtener los resultados deseados en tiempo y forma. Con base a lo anterior, se considera necesaria la exploración de otras herramientas de análisis para la selección y/o adaptación, en lo que considero el punto crítico a reforzar en este tipo de proceso, de identificación de variables críticas.

1.3. Justificación

En un gran número de proyectos Seis Sigma uno de los principales retos a enfrentar es el número de variables a analizar, y conforme se avanza es también común darse cuenta de que las causas a eliminar o controlar no corresponden a variables independientes, si no a su interacción con otras variables, es por eso que esta teoría aporta mucha visión e información sobre este tipo de análisis.

Entender la interacción entre las partes o variables, es clave para predecir su conducta sistémica. Un análisis convencional separa las partes del problema, las analiza y luego busca una solución global. Generalmente, al separar las partes se pierde la mayor parte de la información relevante que esta contenida en las interacciones.

Esto hace que se actúe en muchos proyectos de manera estrictamente analítica, basada en muchos datos e impidiendo visualizar los patrones que dan forma a los problemas e identificar soluciones. El pensamiento sistémico en cambio, analiza el proceso y sus partes en el contexto de su entorno y estudia su rol respecto al mismo, es aquí donde el proceso iterativo es una alternativa de análisis para detectar variables críticas.

El proceso iterativo desarrollado por la corriente del pensamiento sistémico, (Enrique G., 2003) muestra ser de fácil aplicación, flexible y potente, expresados en términos de identificación de variables críticas, ya que al ser aplicado se entiende el problema o situación a mejorar como un sistema, lo que ayuda a visualizar todas las interacciones y variables que intervienen en el proceso. Se exponen las variables segmentadas en 4 diferentes rubros: función, estructura,

proceso y propósito, éste análisis, será el seleccionado para su aplicación en la investigación.

1.4. Objetivos

Determinar la efectividad de la aplicación del proceso iterativo para la identificación de variables críticas, buscando reducir la cantidad de variables a validar, y el tiempo invertido en comparación a los métodos tradicionales, como lo son tormentas de ideas, paretos y diagramas de causa efecto, por mencionar algunos, buscando a su vez proponer su uso dentro de la metodología Seis Sigma (DMAIC) para este fin.

1.5. Hipótesis de trabajo

La aplicación del análisis iterativo como herramienta alterna y de soporte en proyectos Seis Sigma ayudará a una más acertada identificación de variables críticas en menor tiempo, en comparación a los métodos tradicionales.

1.6. Alcance

La investigación se limita a la aplicación del análisis iterativo en 3 proyectos Seis Sigma para poder evaluar los resultados y efectividad del mismo en cuanto a la identificación de variables críticas y la propuesta de un método simple de aplicación del análisis iterativo.

1.7. Utilidad esperada de los resultados (beneficios)

Al finalizar el desarrollo de la tesis, se pretende contar con una referencia basada en los resultados así como una serie de recomendaciones en la aplicación del análisis iterativo, para incrementar la posibilidad de identificación de variables críticas significativas de sus procesos en la elaboración de proyectos Seis sigma.

Se documentará un método de aplicación del análisis iterativo para poder ser utilizado como herramienta alterna de análisis, el cual puede ser útil a cualquier empresa u organización que busque entender las variables de sus procesos, ya sea para caracterizaciones, mantenimientos preventivos, y mejora o control de sus procesos.

1.8. Metodología de la investigación

Debido a la temática del estudio a realizar (Selección y aplicación de herramientas de análisis alternas para la identificación de variables críticas), el método a utilizar será mixto, a manera de explorar alternativas que nos ayuden a mediar entre la descripción de las situaciones actuales, el fenómeno y necesidades que se presentan, y proceso a estudiar buscando aterrizarlo en una forma más deductiva enfocada a hechos y datos que nos permitan analizar las relaciones causales entre las variables y sus interacciones basándonos en una metodología existente (Seis Sigma)

Se utilizaran características presentes que serán de ayuda como son:

Cualitativas

- Oportunidad para comunicarse con sujetos involucrados en casos reales
- Desarrollo de puntos de partida en base a preguntas
- El involucrar mi persona en casos prácticos
- Explorar relaciones sistemáticas
- El poder encontrar el cómo, por qué y de qué manera podemos incrementar la identificación de variables significativas

Cuantitativas

- Deducir a partir de pruebas de varios casos:
- Criterios objetivos que no hagan que se pierda el enfoque a resultados
- Generalización de conocimiento obtenido
- Contestar Qué análisis, Cómo y Cuántos de estos no lograron ser significativo.

Al inicio en cuanto al entendimiento de las necesidades del estudio se utilizará un método cuantitativo que nos ayude a ver qué y cuántas veces no se seleccionan las variables adecuadas, más adelante tendremos que descifrar cómo y porqué fallan para lo cual se utilizarán los métodos cualitativos.

Los métodos que serán utilizados durante el desarrollo de la tesis son los siguientes:

Búsqueda bibliográfica sobre el tema de investigación:

1. Investigar conceptos básicos.

- Definir qué es Seis Sigma
- Investigar herramientas alternas a las que normalmente se usan en Seis Sigma

- Definir análisis iterativo (holístico).
- Analizar las fases en que es conveniente la aplicación del análisis iterativo

2. Análisis de la información.

- Analizar la metodología utilizada en Seis Sigma y sus fases.
- Analizar el modelo de aplicación de análisis iterativo (holístico).
- Integrar la aplicación del análisis propuesto en una fase de la metodología Seis Sigma

3. Contribución de la tesis.

- Evaluar la aplicación del proceso iterativo en la identificación de variables críticas en proyectos Seis Sigma
- Definir un modelo de aplicación de análisis iterativo para identificación de variables

4. Documentación de los resultados y conclusiones.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Metodología Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología que implica tanto un sistema estadístico como una forma de trabajo para dirigir de manera más inteligente a la organización. A través de ella, se ha conseguido mejorar la posición competitiva de los negocios. Seis Sigma tiene enfoque hacia el cliente, manejo eficiente de datos y metodologías para eliminar la variabilidad de los procesos hasta alcanzar una fracción defectuosa de 3.4 defectos por millón. Algunos otros efectos obtenidos por la metodología son: reducción de tiempos de ciclo, reducción de costos, alta satisfacción de los clientes y mejor desempeño financiero de la organización.

Seis Sigma es una filosofía de mejora continua que ayuda a identificar los requerimientos críticos del cliente. Su principal enfoque está en la eliminación de costos generados como resultado de producir productos o servicios defectuosos. Estos costos incluyen la deficiencia en la capacitación, tiempo de retrabajo, cuellos de botella en el proceso, insatisfacción del cliente, retardos, trabajos defectuosos, recursos mal utilizados, problemas de comunicación y los costos que sobresalen cuando el producto o servicio no satisfacen las expectativas del cliente (Taghaboni-Dutta y Moreland, 2004).

Su aplicación requiere el uso de herramientas estadísticas para eliminar la variabilidad de los procesos y lograr los resultados esperados, con el mínimo de defectos posibles, bajos costos y máxima satisfacción del cliente. La reducción de variabilidad en los procesos se consigue mediante el uso de métodos estadísticos (diseño de experimentos, Análisis de Varianza, regresión, gráficos de control, etc.) y otras herramientas no estadísticas. Existe mucha información sobre la metodología de seis sigma, la cual ha adoptado diferentes tipos de análisis y herramientas (Thomas Pyzdek, 2003) para encontrar las variables críticas, entre estas se pueden listar algunas de las que más coinciden en los diferentes autores:

- QFD (Quality function deployment): Traducir los requerimientos del cliente a CTQ's (Critical to Quality).
- Diagrama de Pareto: Identificar la principal problemática a atacar.
- AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla): Identificar parámetros que no desea el cliente o fallas potenciales.
- Mapa del proceso: Identificar procesos principales.
- SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer): Identificar proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. (Kai Yang, 2003)
- Diagrama Causa – Efecto y Matriz Causa – Efecto: Encontrar las causas raíz de un problema determinado. (Edward, 1995)

Estas herramientas nos ayudan a identificar las variables críticas para poder entonces verificar las relaciones entre ellas, igualdades y sus diferencias mediante pruebas de hipótesis, regresiones, Análisis de Varianza, entre otros. Al final del análisis de los datos se espera como resultado, entender las fuentes de variación, las variables susceptibles a mejorar y/o discriminar, así como la comprobación de la relación causal entre las variables críticas y el métrico primario.

2.1.1 Historia

Seis Sigma es una estrategia iniciada en la empresa Motorola a mediados de la década de los 80's bajo la directiva de Robert W. Galvin cuando Bill Smith, ingeniero y científico de la División de Comunicaciones de Motorola notó que las pruebas del producto final mostraban bajos niveles de calidad; por esto, sugirió a la compañía tener altos niveles de calidad en los procesos internos, llevando su idea directamente con el CEO Bob Galvin.

Esta iniciativa se convirtió en el punto de partida para mejorar la calidad en Motorola, donde ha sido lugar de prestación de programas de mejora en calidad y productividad por varios expertos como Joseph Duran, G. Taguchi y Eliyahu Goldratt. Robert Galvin, se comprometió en mejorar la calidad por medio de la estrategia de Seis Sigma (James, 2005) y de esta forma ayudar a Motorola a ser acreedor del primer Premio de Calidad Nacional Malcolm Baldrige en 1989.

Esta iniciativa llegó a oídos de Lawrence Bossidy, quien a mediados de los 90's y después de su exitosa carrera en General Electric (GE), toma las riendas de Allied Signal para convertirla de una empresa con problemas a una máquina exitosa. Durante la implementación de Seis Sigma en los 90's, Allied Signal multiplicó sus ventas de manera sorprendente. Este ejemplo fue seguido por Texas Instruments logrando el mismo éxito. Durante el verano de 1995, el CEO de GE, Jack Welch se entera del éxito de esta nueva metodología por parte de Lawrence Bossidy, dando lugar a la mayor transformación iniciada en esta enorme organización.

Con su buen trabajo, Jack Welch transforma a GE en una organización "Seis Sigma", con resultados impactantes en todas sus divisiones: GE Medical Systems, y GE Plastics (Rath y Strong, 2003). Esta estrategia ha sido adoptada por diferentes empresas, entre los casos de éxito mas sonados son: G.E., Sony, Polaroid, FedEx, Dupont, NASA, Toshiba, Ford, ABB, Black & Decker, entre otras. (Serope 2001)

2.1.2 Métrica y Proceso de Mejora

Es común que se mencione la estrategia seis sigma y se lleve a cabo todo un programa para su implementación, sin embargo el objetivo no es conseguir procesos seis sigma, si no tan solo utilizar su metodología y herramientas. La palabra "Sigma" se origina de la letra griega (σ) para representar el parámetro que mide la variabilidad de los procesos, por medio del empleo de una distribución estadística, entendida comúnmente como desviación estándar.

El concepto de Seis Sigma de reducir la variabilidad de los procesos, consiste en que los límites de especificación (LE) estén a seis desviaciones estándar de la media, cuando el proceso alcanza el nivel de calidad Seis Sigma puede estar expuesto a sufrir 1.5 desviaciones estándar del valor de la media original, cuando esto sucede se logran las 3.4 partes por millón, la cual se considera la meta de Seis Sigma.

Con la escala que usa Seis Sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo, el cual es definido por los límites de especificación superior (LES) y el inferior (LEI).

Este efecto se puede ver en la figura 2.1:

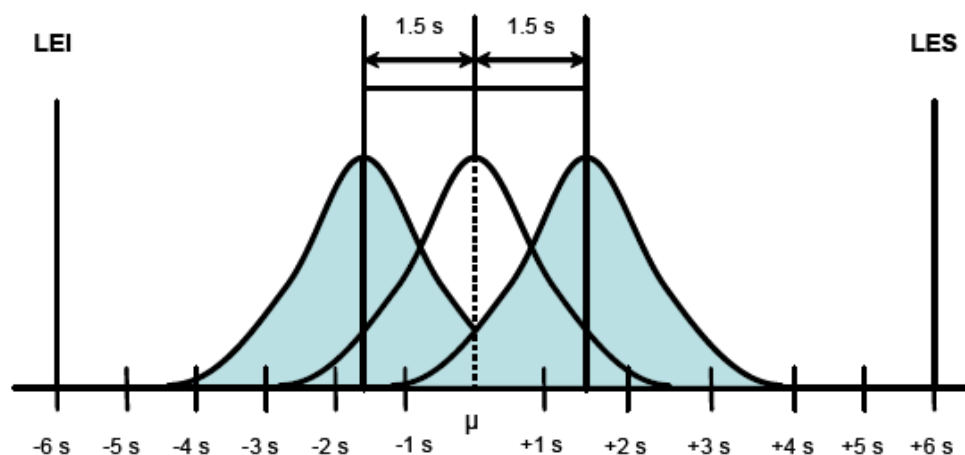


Figura 2.1- Distribución normal con la media corrida 1.5 veces.

Fuente: Montgomery, D. C. (2004). *Control estadístico de la calidad* (3ra. ed.) México: Limusa, pp:24.

El proceso sigue una función de distribución de probabilidad normal, representada por la campana de Gauss, con un intervalo de tolerancia de 12σ (seis desviaciones estándar a cada lado del valor nominal).

En la tabla 2.2 se muestran los números Seis Sigma, representando una distribución normal con la media movida 1.5σ del objetivo:

LIMITE DE LAS ESPECIFICACIONES	% DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES	PPM DEFECTUOSAS
± 1 sigma	30.23	697 700
± 2 sigma	69.13	608 700
± 3 sigma	93.32	66 810
± 4 sigma	99.3790	6 210
± 5 sigma	99.97670	233
± 6 sigma	99.999660	3.4

Tabla 2.1 - Números Seis Sigma.

Fuente: Montgomery, D. C. (2004). *Control estadístico de la calidad* (3ra. ed.) México: Limusa, pp:24.

La ventaja de Seis Sigma es que puede llevarse a cabo una y otra vez hacia la mejora o diseño de nuevos procesos, los cuales, continuamente dirigen a la organización según los cambios que se vayan presentando en las necesidades o requerimientos del cliente, buscando la excelencia en los negocios (Andersson, Ericsson y Torstensson, 2004).

El proceso de mejora seis sigma se apoya en la metodología o proceso de mejora llamado DMAIC (Define Measure Analyze, Improve, Control). A continuación se describe de manera básica cada una de estas fases del proceso.

Definir: El propósito de esta fase consiste en definir el problema y clarificar las metas del proyecto. Se evalúa la magnitud de la oportunidad, los recursos requeridos, y un diseño del proceso de solución del problema (George, 2002).

Se establecen como base en esta etapa las siguientes preguntas críticas (Pande et al.,2002):

- a) ¿Cuál es el problema u oportunidad en el cual se enfocarán?
- b) ¿Cuál es la meta? (Esto es, qué resultados se quieren lograr y para cuando).
- c) ¿Quién es el cliente a quien se sirve y/o es impactado por el proceso y el problema?
- d) ¿Cuál es el proceso que se está investigando?

Un punto clave que en ocasiones es el disparador del proyecto y puede incluirse en esta fase o antes es la definición y entendimiento de los requerimientos del cliente. Se busca el desarrollar una "imagen" del proceso involucrado en el proyecto. En general se sugiere que se comience con un diagrama. Una vez que éste haya sido completado, es posible decidir si se requiere un mapa del proceso más detallado.

Medir: En esta fase el equipo recolecta información del problema. Aquí, se utilizan herramientas primarias de recolección de datos, mapeo del proceso, análisis de Pareto, gráficos, etc. (George, 2002). La medición es la Fase clave de transición, la cual sirve para validar o refinar el problema y para comenzar la búsqueda de causas raíz. La medición tiene que ver con dos preguntas clave (Pande et al., 2002):

1. ¿Cuál es el enfoque y extensión del problema, basado en mediciones del proceso y/o salidas? (comúnmente llamado la medida base).
2. ¿Qué datos clave pueden ayudar a simplificar el problema a sus principales factores o causas raíz "pocos vitales"?

Involucra principalmente:

- Entender cómo es medido el proceso y cómo se está desempeñando.
- Decidir qué medir y cómo se va a medir.
- Medir el desempeño actual del proceso
- Evaluar el sistema de medición (Antony, 2000).

Algunas veces no es posible realizar las mediciones que se desean, por lo tanto la capacidad de encontrar alternativas de medición o cualquier forma de hacer mejor uso de la información que se pueda recolectar es importante.

Ya sea una nueva medición o una ya existente, es indispensable validarla, es decir, asegurarse que la variación de esa medición es aceptable, para esto se utiliza generalmente los análisis R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad), los cuales ayudan a conocer la variabilidad tanto del equipo como de las personas, si no se cuenta con una variabilidad aceptable en la medición, se sugiere corregirla antes de continuar.

Analizar: En esta fase se busca caracterizar la naturaleza y extensión del defecto.

Las herramientas ayudan al equipo a identificar aquellas variables que afectan al proceso, el objetivo es identificar las críticas y poder priorizar de alguna manera su impacto. Este conocimiento detallado acerca del problema se enfoca en encontrar mejoras (en la siguiente Fase) que proveerán la base fundamental de las causas del problema (George, 2002). Esta fase involucra de manera básica lo siguiente (Antony, 2000):

- Identificar la causa raíz de los defectos o fallas.
- Entender la información (estadística básica)
- Uso de herramientas simples análisis de varianzas, hipótesis, análisis de regresión, matrices, etc. Para analizar la información.

- Seleccionar las pocas causas vitales de las muchas causas triviales para la fase de mejora.

La idea es poder contar con variables críticas identificadas con una medición confirmada, sólida y repetible que clarifique la oportunidad y/o el problema. Es una fase de detección, las herramientas que se utilizan y el orden en el que se aplican dependerán mucho del problema, del proceso y es donde en ocasiones se extiende el proyecto en tiempo, pues la búsqueda de aquellos factores significativos para solucionar el problema no siempre se muestran en los análisis realizados, esto hace que se tengan que realizar pruebas, mediciones y experimentos sin éxito y costosos en algunos casos antes de encontrar las variables críticas.

Una vez que tenemos las variables identificadas a analizar, se trabaja con la evaluación de "hipótesis" como causas del problema.

Algunas de las herramientas utilizadas en la etapa Analizar, con el objetivo principal de encontrar causas raíz, son: Diagrama de causa – efecto, Mapeo, Matriz de causa y efecto, paretos, Graficas de corrida, histogramas, diagramas de correlación, etc.

Mejorar: En esta fase se da la generación, selección e implementación de Soluciones. Se aplica un conjunto de herramientas para eliminar defectos tanto en calidad como en velocidad del proceso (George, 2002).

Esta fase involucra (Antony, 2000):

- ¿Cómo pueden ser removidas las causas de defectos o fallas?
- Identificar las variables clave causantes del problema.
- Documentar las soluciones.
- Probar las soluciones y medir los resultados.

En esta fase es clave tanto la experiencia del equipo como el conocimiento adquirido con los datos obtenidos en las fases anteriores, se pasa de un problema práctico a un problema estadístico, para encontrar una solución estadística, y al final poder plantear soluciones prácticas,

Los pasos clave para definir una solución final DMAIC son los siguientes (Pande et al., 2002):

- Generar ideas de solución: utilizar la lluvia de ideas, sentido común, y otras técnicas como análisis de mejores prácticas, diseño de experimentos, regresión, etc. Para crear un arreglo amplio de posibilidades para manejar la causa raíz.

- Simplificar opciones y generar la declaración de solución: refinar la idea en estrategias funcionales que puedan ser implementadas en el proceso del negocio.
- Seleccionar la solución a ser seleccionada/implementada: Revisar la lista de opciones e identificar la solución a ser implementada para lograr la meta. Estar consiente de que otras soluciones potenciales pueden ser puestas en plan para implementaciones posteriores.

Controlar: Cuando los procesos de mejora o proyectos de diseño logran la meta de reducir los defectos, la disciplina es esencial para mantener los resultados (Pande et al., 2002).

Una vez implementadas las acciones de mejora y el proceso ha logrado el nivel de calidad requerido, se busca asegurar la no reincidencia y el control de las variables claves, en esta fase se utilizan herramientas como prueba y error (conocida como Poka-Yoke), sistemas de monitoreo de cartas de control, calibración y retroalimentación para detectar y corregir instantáneamente tendencias - y para detener el proceso si es necesario. Los dispositivos de prueba y error hacen que sea imposible para el proceso el crear defectos (George, 2002).

Esta fase involucra (Antony, 2000):

- ¿Cómo pueden ser mantenidas y sustentadas las mejoras?
- Documentar los nuevos métodos.
- Seleccionar y establecer estándares de medición para monitorear el desempeño.

La primera consideración es ¿cómo solidificar las ganancias inmediatas hechas a través de los esfuerzos del proyecto?

El uso de Seis Sigma junto con su metodología DMAIC es una alternativa poderosa para optimizar los indicadores claves, es una muestra de que las organizaciones aplicándose a la disciplina así como la toma de decisiones costo-beneficio, resulta en un gran impacto en la mejora continua (Allway y Corbett, 2002).

2.2 Alternativas e introducción a la Teoría de Sistemas

Antes de entrar en materia sobre lo que es el proceso iterativo, se mencionarán algunas alternativas evaluadas con el fin de justificar la selección del mismo y explicar por que fue la mejor opción para la identificación de variables en proyectos Seis Sigma.

Un dato importante para la tesis es el entendimiento de un problema y de las variables que interactúan, en el libro “El Arte de Resolver problemas” (Russell Ackoff, 1998) el autor menciona que un problema se presenta cuando el que ha de decidir, tiene alguna duda sobre la relativa efectividad de los cursos de acción. El proceso de solución es el que se ocupa de disipar esas dudas. Propone para la concepción del problema la siguiente ecuación:

El valor del resultado = Una relación específica entre las variables controlables y las variables incontrolables.

Esta ecuación puede estar sujeta a restricciones en ambas variables.

Si observamos detenidamente nos habla de la identificación de variables y su control, esta es la función clave de un proyecto y la metodología que utiliza Seis Sigma.

También se habla sobre el análisis, menciona que muchas veces se cree que hay relaciones simples donde solo una causa y un efecto explican todas las interacciones, explica que un sistema esta compuesto de 2 o más elementos que satisfacen 3 condiciones:

- a) el comportamiento de cada elemento afecta el comportamiento del todo.
- b) El comportamiento de los elementos y sus efectos en el todo son interdependientes.
- c) Subgrupos de elementos son formados, cada uno afecta el comportamiento del todo y ninguno tiene un efecto independiente en el (Ackoff, 1981).

Todo parte de un problema o situación a mejorar y en ocasiones “el mejor lugar para resolver un problema no es necesariamente aquel donde se manifiesta” (Ackoff, 1989). El autor menciona 4 formas básicas de tratar un problema: La absolución, la resolución, la solución y la disolución.

1. Absolver un problema consiste en ignorarlo y esperar a que desaparezca o se desenrede solo.
2. Resolver un problema consiste en tomar alguna acción razonablemente buena, que satisface. Quienes resuelven problemas los enfocan clínicamente; se apoyan principalmente en la experiencia, experimentación, juicios cualitativos y sentido común. Tratan de identificar la causa del problema, eliminarla y retornar al estado precedente.
3. Solucionar un problema consiste en tomar la mejor acción posible, la que optimiza. Quienes solucionan problemas los enfocan científicamente, se apoyan en especial en la experimentación y el análisis cuantitativo.
4. Disolver el problema es eliminarlo rediseñando el sistema que lo incluye. Quienes disuelven problemas tratan de idealizar, esto es, aproximarse a un sistema ideal, y de ese modo conseguir un desempeño en el futuro superior al mejor que pueda tenerse hoy.

Esto, es relevante para la tesis, ya que la herramienta seleccionada para su evaluación deberá estar enfocada a generar información suficiente para solucionar y/o disolver el problema, logrando así la optimización o alternativa ideal para nuestras problemáticas.

Una de las alternativas fue el análisis PM (Kunio Shirose , 1995), este tipo de análisis considera las interacciones a partir del fenómeno que se pretende estudiar o resolver, ya que esta técnica fue desarrollada para promover la completa y sistemática eliminación de los defectos que contribuyen a pérdidas crónicas. P-M (P: phenomena, physical, problem, M: mechanism, machinery, manpower, material). Muestra ser efectivo, pero su evaluación sería de una metodología contra otra, y no una herramienta de análisis para la identificación de variables, lo que la deja fuera del alcance para nuestro objetivo

Se revisaron metodologías con sistemas de dirección Lean (Thomas L. Jackson, 1996), donde se encontraron herramientas basadas en las matrices tipo X, utilizadas ya para la identificación o la asignación de prioridad de variables, en este caso, algunas herramientas ya son de uso más común con la fusión de Lean con Seis Sigma, lo que llaman algunos Lean Sigma, por lo que no proporciona una herramienta de uso no convencional.

En la búsqueda de metodologías para solucionar problemas se encontró el método de los 5 pasos (Karl T. Ulrich, 2004) para la generación de conceptos o diseños nuevos, los pasos son: Clarificar el problema, investigar externamente, investigar internamente, explorar sistemáticamente y reflexionar sobre las soluciones y el proceso, al igual como otras evaluadas son más bien metodologías y no herramientas particulares que tengan el enfoque que se busca en esta tesis.

Se investigó sobre la metodología de TRIZ donde se mencionan conceptos como campo sustancia y la evolución de los sistemas donde se pudieran detectar variables críticas, orientada más a la solución y creación de nuevas alternativas (Ellen Domb 2002), una herramienta es la matriz de contradicciones la cual parte de la identificación de una contradicción para poder sugerir alternativas de solución basada en patrones identificados en patentes (Genrikh 1998). No se considero una alternativa pues aun cuando parece sencilla, cuenta con muchos conceptos que requieren de su estudio para el entendimiento, no especifica como tal una herramienta para identificar variables críticas, se utiliza más como complemento de otras metodologías de Diseño para seis sigma o innovación (Joseph A , 2002).

Al seguir la búsqueda de alternativas se encontró a Jamshid Gharajedagy quien escribió en 1999 un libro al que llamo pensamiento sistémico, en el se encuentra el análisis iterativo, el cual se detallara más adelante. En este texto se habla en parte de la importancia del entendimiento que tenemos que lograr al analizar un sistema como un todo, por ejemplo, un reloj funciona bien debido a su maquinaria, dentro de esta cada engrane hace una función en un orden adecuado

y preciso, si cada engrane fuera autónomo y actuara por voluntad, no habría sincronización y tendería al desgaste o ruptura en ellos, por consecuencia el reloj no cumpliría su función de manera adecuada.

De manera conceptual, el pensamiento sistémico plantea parte de la problemática mencionada en la tesis, habla de que las personas pueden carecer de las herramientas y las ideas de orientación para dar sentido a las situaciones que enfrentan (Peter Senge, 2006), en esta línea se investigaron referencias donde se plantean problemas organizacionales en las empresas (Ackoff, Russell. 1986), que como sabemos, la mayoría de las herramientas buscan analizar y sintetizar aquellas variables para poder determinar si son significativas o críticas, en el pasado, en la época de reduccionismo de Descartes, esto era suficiente y efectivo, hoy en día se busca un enfoque mas sistémico (Michael C. Jackson, 2000) y efectivo, por lo cual, se desarrolla el planteamiento de la herramientas como el proceso iterativo.

Después de revisar las alternativas mencionadas, se concluyo en usar una vertiente de la teoría de sistemas, lo que se le llama pensamiento sistémico, la razón principal de esta decisión esta basada en el objetivo, identificar variables críticas de manera eficiente, con lo cual se podría reducir el tiempo y aumentar la certeza de su detección, en este tipo de teorías se manejan las variables interdependientes, esta visión facilita en entendimiento , análisis e identificación de factores críticos en los procesos, algo de mucha utilidad para nuestro fin.

El origen de la Teoría General de Sistemas surgió con los trabajos del Ludwig Von Bertalanffy, publicados durante los años 1950 a 1968. La teoría general de sistemas no soluciona problemas o da soluciones prácticas, pero produce teorías y conceptos de aplicación en una realidad determinada.

Los supuestos básicos de esta teoría son:

- Plantear la tendencia hacia la integración de diversas ciencias naturales y sociales. Esta integración se orienta hacia una teoría de sistemas.

Al desarrollar principios unificadores que atraviesan verticalmente las partes de un todo disciplinar, entonces estamos considerando el objetivo de la unidad de la ciencia. Esto puede generar una integración muy importante en la educación científica.

- Las propiedades de los sistemas no pueden ser descritos en términos de sus partes separadas, se comprende el todo, o sea que se estudian globalmente.

Su fundamento se basa en:

- Los sistemas existen dentro de sistemas: cada sistema existe dentro de otro más amplio.
- Los sistemas son abiertos: es consecuencia del anterior. Cada sistema que se examine, excepto el menor o mayor, recibe y descarga algo en los otros sistemas, por lo general en los siguientes. Los sistemas abiertos se caracterizan por un proceso de cambio infinito en su entorno, que son los otros sistemas. Cuando el intercambio cesa, entonces el sistema se desintegra, o sea que pierde sus fuentes de energía.
- Las funciones de un sistema dependen de su estructura, esta es una afirmación intuitiva para aquellos sistemas biológicos y mecánicos, así los sistemas del organismo humano responden a la estructura celular de las mismas, un músculo se contrae porque su estructura celular lo permite. En cuanto al ámbito empresarial la estructura se concreta en la toma de decisiones tanto personal como colectiva.

Se han definido (Paul Cilliers, 1998) las 10 características centrales de los sistemas complejos:

1. Poseen un gran número de elementos, y si ese número es suficientemente grande, es difícil que los mecanismos analíticos de modelamiento permitan una predicción de su comportamiento.
2. Un gran número de elementos es necesario, pero no suficiente. Los granos de arena en una playa no son un sistema complejo, pues, debe interactuar de manera dinámica, no estática. Las interacciones no son necesariamente físicas, sino también intercambio de información.
3. Las interacciones no son "uno a uno", sino que múltiples. Cada elemento influye y es influenciado por muchos otros. Un caso típico son las redes neuronales del cerebro.
4. Una precondition esencial es que las interacciones sean no-lineales. La duplicación de un estímulo no significa necesariamente la duplicación de la respuesta. Es por ello que pequeñas modificaciones en una parte pueden en ocasiones detonar grandes cambios en el sistema.
5. Las interacciones generalmente son de corto alcance, es decir, la información la reciben primariamente los vecinos inmediatos. Esto no significa que, a través de encadenamientos, las influencias no pueda ser de largo alcance. Por ello, la influencia se modula en el camino, y puede ser amplificada, reducida, modificada, o eliminada de diversas maneras.
6. Las iteración entre las partes tienen retroalimentación. Una actividad recibe efectos sobre sí misma, a través de amplificaciones o inhibiciones, y pueden ocurrir directamente o a través de circuitos indirectos. A esto se le llama recurrencia.
7. Los sistemas complejos son "abiertos", esto es, interactúan con su entorno. Las organizaciones existen porque su propósito esencial es agregarle valor a sus clientes y usuarios, y se desenvuelven en un marco regulatorio,

institucional y/o de compendia. Es imposible comprender un sistema de esta naturaleza sin comenzar por entender su multiplicidad de interacciones con el entorno. En cambio, los sistemas cerrados son meramente “complicados”.

8. Operan en condiciones lejanas al equilibrio. Aun si están en estado “estable”, es una estabilidad dinámica, y pueden cambiar rápidamente. Por ello, hay un constante flujo de energía para mantener la organización y supervivencia del sistema. El equilibrio total, por falta de este flujo de energía, es equivalente a la muerte.
9. Evolucionan en el tiempo, y por ende tienen una historia, y esa historia influye fuertemente en su conducta presente. Cualquier análisis sistémico que ignore la variable temporal es por lo tanto incompleto. Cada elemento del sistema es mayoritariamente ignorante de la conducta del sistema como un todo, y responde primariamente a los estímulos de su entorno cercano. Si cada elemento tuviera toda la información del sistema, eso significa que toda la complejidad del sistema estaría condensada en cada una de las partes del mismo. (Olson y Eoyang, 2001)

2.2.1 Pensamiento sistémico.

Podemos entender el pensamiento sistémico como la capacidad de comprender las relaciones entre los diversos componentes de un sistema organizacional que obtiene resultados deseados e indeseados. En el libro La nueva economía (Dr. Deming, 2000) menciona que solo existe un sistema cuando sus componentes se relacionan para buscar un fin común. Es decir, sin un fin común no habría sistema, lo que implica que nada más habría una serie de componentes desunidos y hasta competitivos individualmente. Teniendo en cuenta esta definición de sistema del Dr. Deming, el pensador sistémico ve los patrones y las estructuras de la organización a través del tiempo desde arriba sin perder de vista los detalles de los procesos, los recursos y las personas que la componen.

El pensador sistémico busca comprender a cambio de culpar, ya que sabe que las culpas traen consecuencias negativas para la organización y la gente. La comprensión de la dinámica de la organización en comparación con su visión de futuro es el objetivo del pensamiento sistémico. El aprendizaje es el objetivo principal, ya que sin aprendizaje estamos condenados a hacer lo mismo y a obtener lo mismo.

El pensamiento lineal es lo opuesto al pensamiento sistémico. Pensamos linealmente cuando buscamos culpables o cuando, en general, buscamos la causa inmediata de algún evento. Es decir es una relación directa causa-efecto, como

cuando un niño dice que le pegó a otro porque el otro le pegó, una acción genera una reacción, en este caso lineal, 1 a 1. Si se cree en las causas inmediatas como generadoras de los eventos, buscaremos arreglos rápidos como castigar al culpable con sanciones, indiferencias, aislamiento y críticas. El pensador lineal no alcanza a ver las consecuencias no intencionadas posibles de sus acciones, ni tampoco las limitaciones lógicas y naturales que otros sistemas impondrán en las acciones lineales implementadas. Vemos a diario el pensamiento lineal cuando un conductor bloquea el acceso en una calle, este se frena y el de atrás también, cuando un pasajero de avión reclina su respaldar sin observar al de atrás, cuando un padre castiga a su hijo por alguna conducta sin pensar que su hijo pueda aprender a castigar a otros, o sin intentar revelar la causa de sus acciones, cuando una persona compra productos que contaminan o tienen componentes no reciclables y no tiene o toma conciencia de los “efectos” varios que esto conlleva, cuando un jefe culpa al vendedor para las bajas en las ventas, cuando una persona hace una dieta específica durante 15 días o se hace una cirugía para bajar de peso en poco tiempo, solo relacionan una sola cosa, sin tomar en cuenta las diferentes causas o efectos existentes.

El modelo médico y el sistema de salud occidental en la actualidad se basan en el pensamiento lineal porque se enfoca en el tratamiento de síntomas indeseados y desconoce la integración entre la salud corporal y emocional de las personas.

La disciplina del pensamiento sistémico requiere diferenciar entre los eventos resultantes de la organización (empresa, familia, ciudad, etc.), los patrones de comportamiento de los actores del sistema (ausentismo, participación, sentimientos, ventas, etc.), las estructuras elegidas y no elegidas del sistema (recursos, diseño del espacio físico, procesos, equipos de trabajo, cronogramas, 24 horas por día, etc.), y los modelos mentales que cohabitan en la organización.

Por eventos resultantes de la organización queremos decir cada foto de cada resultado deseado o indeseado del sistema, como un momento de alegría, la pérdida o ganancia de una venta que se venía trabajando, el retiro o ingreso de un estudiante, el bajo o alto resultado en un examen, o la calidad del sueño en una noche. Es decir, es la foto instantánea de algo de la organización y por organización nos referimos a un departamento dentro de una empresa, una empresa, un conjunto de empresas en un sector, una ciudad, un sector geográfico, el sistema educativo de un país, un bloque de países, etc.

Por estructura sistémica nos referimos a los procesos, las reuniones, los equipos de trabajo, los cargos, la infraestructura física (iluminación, oxigenación, acústica, ergonomía, mobiliario, etc.), los horarios, el presupuesto financiero, la tecnología, las formas de eventos, patrones, estructuras, modelos mentales. Por modelos mentales nos referimos al conjunto de creencias y principios de las personas en la organización, el conocimiento y las comprensiones de las personas que forman el sistema, y las expectativas e imágenes deseadas de ellas mismas.

Estos modelos mentales afectan las maneras como se percibe el estado de la organización, lo que se ve y se observa, y lo que las personas del sistema desean realmente. Si un profesor cree que casi todos sus estudiantes pueden y serán exitosos, seguramente tendrá estructuras de clase y patrones de comportamiento entre él y sus alumnos que solo le permitirían a menos del 100% de los estudiantes lograr niveles totalmente competentes. De acuerdo con el popular dicho, "Cuidado por lo que quieres porque de pronto lo obtienes". Ese es el poder de los modelos mentales. Si un directivo cree que debe y puede controlar el trabajo del personal a su cargo para que haya orden y calidad, el ambiente organizacional será de tensión y desconfianza, y se observarán patrones de coerción y resistencia, al igual que ausentismo, pérdidas financieras y éxitos parciales.

El nivel de apalancamiento en el logro de resultados y eventos diferentes aumenta a medida que profundizamos en el agua. Es decir, cambios en los modelos mentales tienen mayor incidencia en los eventos y resultados ya que generan cambios en las estructuras, y estas a su vez generan cambios en los patrones de comportamiento de la gente y de los resultados. De acuerdo con esto, el cambio sistémico implica cambiar algún patrón, alguna estructura o algún modelo mental. El cambio sistémico requiere la gran habilidad de pensar sistemáticamente a cambio de culpar y buscar arreglos rápidos.

El pensador sistémico busca fundamentalmente comprender el sistema y actuar en los puntos de mayor apalancamiento. Para tal fin, es esencial desarrollar los siguientes hábitos:

- Busca comprender la película completa, más que ciertas escenas.
- Cambia la perspectiva para aumentar su comprensión.
- Busca las interdependencias.
- Identifica relaciones complejas de causalidad.
- Comprende y considera las maneras como los modelos mentales afectan la realidad actual y el futuro.
- Aflora y pone a prueba los supuestos.
- Considera las consecuencias a corto y largo plazo de las acciones.
- Encuentra dónde afloran las consecuencias no intencionadas.
- Se enfoca en la estructura, no en las culpas.
- Mantiene la tensión proveniente de la controversia y la paradoja sin tratar de resolverla rápidamente.
- Utiliza su comprensión de los patrones, las estructuras y modelos mentales del sistema para ayudar a identificar las acciones de mayor apalancamiento.
- Monitorea los resultados y consistentemente realinea las acciones de acuerdo con la necesidad.

2.2.2 Proceso Iterativo

Dentro del pensamiento sistémico se muestra la relación de estructuras y funciones, tanto simples como múltiples, así es como el principio de proceso interactivo o análisis holístico, busca mediante la repetición sucesiva de las funciones, estructuras, procesos y ambiente, entender el sistema que se este analizando (Gharajedaghi, 2006). Este proceso se considera de relevancia para evaluar su aplicación en problemas que analizan con muchas variables o sistemas no tan simples en este caso en proyectos seis sigmas.

El proceso iterativo, toma como base el pensamiento sistémico, nos dice que una estructura puede generar a través de un proceso varias funciones, así mismo, varias estructuras a través de un proceso pueden generar una sola función, como se muestra en la figura 2.2.1

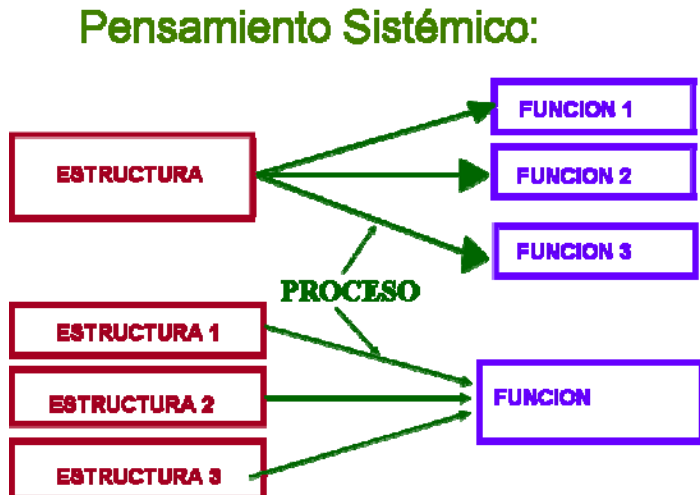


Figura 2.2 Pensamiento Sistémico

Este proceso basado en el pensamiento sistémico, también llamado holístico, se basa en la estructura, función, proceso y contexto (propósito)

Un lenguaje global de la interacción y el diseño se ocupan iterativamente con la estructura, función y proceso para ver a través de comprender el caos y la complejidad, de un sistema. Un proceso iterativo de la aplicación de reglas sencillas se encuentra en el centro de la naturaleza de la misteriosa capacidad de producir fenómenos tan complejos sin esfuerzo.

Sistemas demasiado complejos para las matemáticas tradicionales aún podría obedecer a reglas sencillas la investigación Iterativa se ve reforzada por sinergia del experimentalismo:

No hay ninguna verdad fundamental; las realidades primero tienen que ser asumidas con el fin de ser adquiridas; La verdad no es el principio sino el punto final de una investigación. La naturaleza crea automáticamente iteraciones, la belleza y la magia de la iteración de estructura, función, proceso y cuando se combina con el poder del pensamiento operacional, y una auténtica comprensión de sistemas de principios y dimensiones, en mi experiencia de crear un tribunal competente y apasionante metodología que va un largo camino para hacer frente a nuevos retos de aparentemente caótico y complejo.

El pensamiento analítico asume que la comprensión de la estructura es suficiente para comprender un sistema. Para pensamiento sistémico la función es la clave para ver el conjunto. El comportamiento, por otra parte, mira el proceso, la cuestión del “cómo”, por la necesidad de respuesta para definir el conjunto.

Cada uno ha sido utilizado el concepto básico de un sistema de forma diferente, que preguntaba para producir una enorme cantidad de información y el conocimiento.

- El análisis ha sido la esencia de la ciencia clásica. El método científico supone que el conjunto no es más que la suma de las partes, y, por tanto, comprender la estructura es necesario y suficiente para entender el conjunto.
- Síntesis ha sido el principal instrumento del enfoque funcional. Al definir un sistema de sus resultados, la síntesis pone el tema en el contexto del sistema más amplio del cual forma parte, y, entonces estudia el efecto que produce en su entorno.
- Proceso de orientación, por otro lado, durante mucho tiempo ha sido el centro de la ciencia del comportamiento. Prácticamente se enfoca en los “cómo’s”

La estructura, función y proceso representan tres aspectos de la misma cosa y con el medio ambiente que contiene forman un conjunto complementario. Juntos, definen el conjunto y hacen posible su comprensión. La estructura y sus componentes relacionados; la función define resultados producidos; el proceso define explícitamente la secuencia de actividades y los conocimientos técnicos necesarios para obtener el resultado.

Un conjunto de variables interdependientes forma una relación circular. Cada variable co-produce la y otros, a su vez, es co-producido por los demás. ¿Cuál es lo primero? es irrelevante porque ninguno puede existir sin los otros. Tienen que ocurrir al mismo tiempo.

Por lo tanto, para manejarlo de manera integral se requiere la comprensión de cada variable en relación con los demás en el juego al mismo tiempo. Esto exige una investigación mediante el proceso iterativo. La reiteración es la clave para comprender la complejidad. Iteraciones de estructura, función y proceso en un

determinado contexto y examinar hipótesis de propiedades en cada elemento en su propio derecho, y luego en relación con los demás miembros del conjunto. Con posterioridad iteraciones establecería validez de las hipótesis y producir sucesivamente una estrategia integrada diseñar. Vea la Figura 2.3 a continuación.

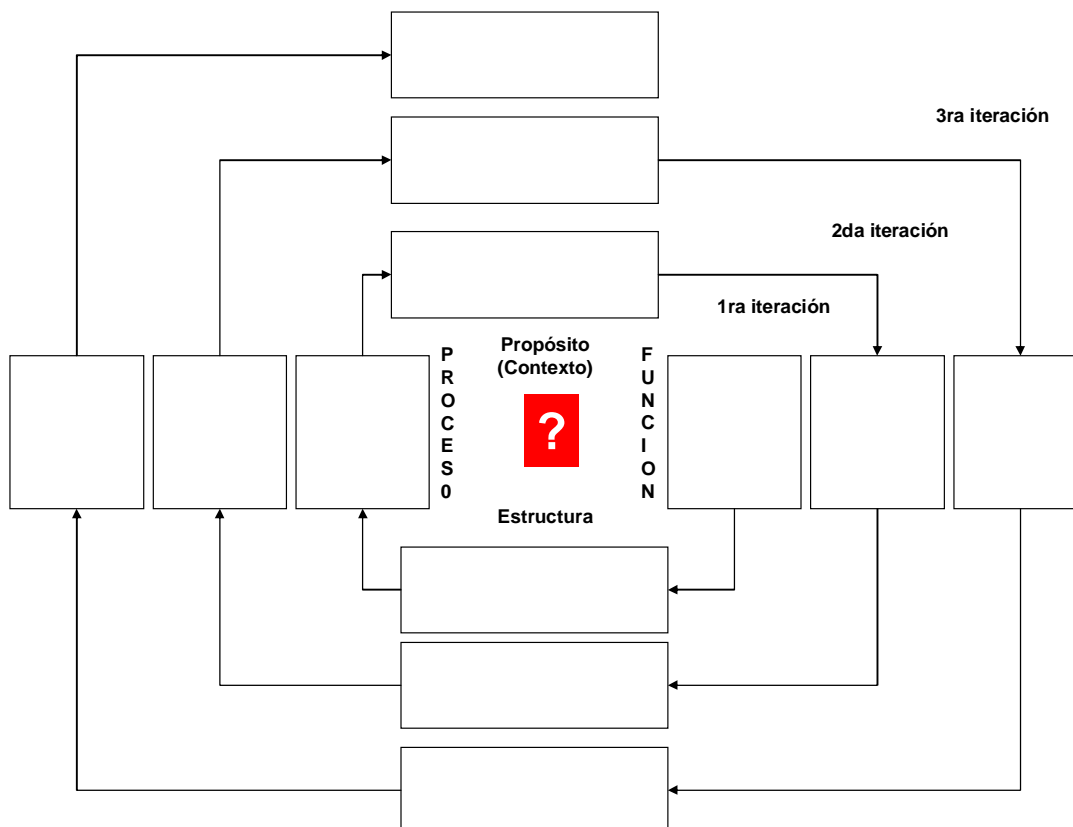


Figura 2.3 Análisis Iterativo

Esto es lo que llamamos proceso iterativo, parte de un sistema o proceso a analizar, el cual se coloca en la parte central, este sistema o proceso tiene una función primaria, se documenta primero la función que cumple, después se analiza su estructura para pasar después a describir el proceso que utiliza la estructura para cumplir la función, y por último se describe el propósito o contexto, este a su vez debe de estar conectado a una función generando así la primer iteración, la cual también tendrá una estructura, proceso y propósito o contexto, creando un ciclo abierto el cual nos lleva hasta salir del sistema principal a analizar según la expectativa deseada.

Describiéndolo de otra manera, no solo nos limitamos a una relación línea, causa-efecto, aunque sabemos que todo tiene una causa, de esta manera es posible entender todo el sistema como un todo, y ver el tipo e influencia de iteraciones dentro del mismo, la función nos da el “que”, la estructura no da el “con

que”, el proceso nos dice “como” y el propósito o contexto nos dicen el donde y para que, hace que cobre sentido la función.

Al término de cada iteración hay que sintetizar la información para entender el sistema y poder aclarar el panorama antes de seguir con la siguiente iteración.

En la figura 2.4, observamos un ejemplo de la aplicación del análisis iterativo en el proceso del corazón, en este podemos ver como se parte de su función, analizando después la estructura y proceso del mismo, lo cual tiene un propósito (contexto), y este a su vez tiene su primer iteración conectada a otra función, iniciando de esta manera nuevamente el ciclo del proceso iterativo.

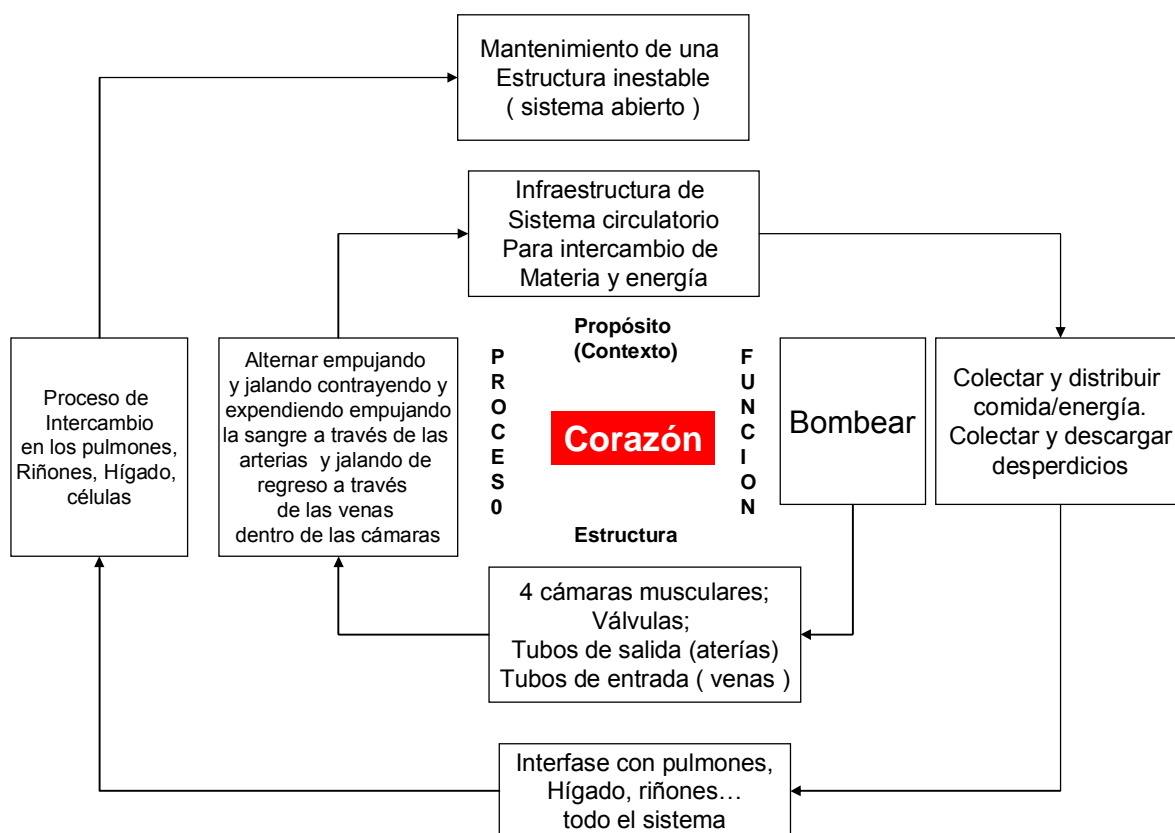


Figura. 2.4 Ejemplo Análisis Iterativo

Al ser un proceso no convencional, de gran alcance, práctico y de simple aplicación se tomó como la mejor alternativa para evaluar su aplicación en la identificación de variables críticas en proyectos Seis Sigma.

Capítulo 3: Proyectos Seis Sigma

3.1 Antecedentes de la empresa

Hitachigst es una empresa con giro de manufactura electrónica, de origen Japonés, que pertenece al grupo de 5 divisiones de negocio enfocadas al diseño, desarrollo y manufactura de dispositivos de almacenamiento de información, o bien, Discos Duros.

El corporativo está en San José California; la empresa actualmente cuenta con más de 27,000 empleados en todo el mundo. Hitachigst ha sido acreedora a diferentes premios relacionados principalmente con la calidad y tecnología de sus productos.

La planta de Guadalajara nace siendo IBM en 1975 y posteriormente en 2003 pasa a ser parte de Hitachigst, como resultado de un Joint Venture con IBM en sus divisiones enfocadas a discos duros. Esta planta cuenta actualmente con más de 4,000 empleados y esta dedicada fundamentalmente a la manufactura de lectores de discos duros, llamados “sliders”, los cuales son utilizados en cualquier equipo electrónico que contenga un disco duro.

La capacidad de producción de la planta es de 3 millones de “sliders” por semana y como producto final se exporta a otras divisiones de Hitachi en China para servir como insumo en la cadena productiva de discos duros.



Figura 3.1 Logo y disco



Figura 3.2 Ubicación

La manufactura del “slider” incluye un largo proceso de más de 100 operaciones, entre las cuales se incluyen pruebas eléctricas, desbastes, mediciones, inspecciones ópticas, soldados con ultrasonido, procesos de alta tecnología como recubrimientos, escarbado y revelados entre otros, existen dos tipos de tecnologías o productos generales, Pico y Femto.

Los proyectos seleccionados corresponden a esta empresa, actualmente la planta anuncio el inicio de una fase de transferencia, sin embargo los proyectos se realizaron en tiempo y forma sin ningún problema.

3.2 Estructura de documentación de proyectos

La estructura en la que se mostraran los proyectos Seis Sigma seleccionados obedecerá a la metodología DMAIC, buscando de manera práctica un entendimiento de la problemática e introducirnos a los resultados encontrados en los análisis encontrados con las herramientas utilizadas para la identificación de variables, siendo hasta esta fase mostrar de manera puntual la situación a comparar con la futura aplicación del análisis iterativo para su comparación.

No se pretende documentar por completo los contenidos generados de cada proyecto ya que estos son muy amplios e incluyen mucha información que por si sola requiere mucha descripción solo se mencionara lo relevante para el cumplimiento del objetivo de la tesis, por consiguiente los proyectos se describirán con la siguiente estructura:

Fase Definir:

Proyecto
Problema
Objetivo
Métrico

Fase Medir:

Flujo del proceso o situación actual
Identificación potencial de variables

Fase Analizar:

Hipótesis planteadas
FMEA o Matriz de Viabilidad

Las fases de Mejorar y Controlar no se mencionaran en este capítulo, el fin es tener a la vista las variables identificadas al inicio y las resultantes como críticas en cada proyecto, mas adelante se aplicara en proceso iterativo a cada proyecto en la fase de identificación de variables, al final se incluirá los resultados de cada proyecto para poder validar la efectividad en los procesos de selección de las variables.

3.3 Proyecto Seis Sigma 1

Fase Definir:

Proyecto

Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding (soldado de cable) por errores de operación.

Problema

Durante la operación de Wire Bonding se genera material quebrado por errores de operación, se definen dos tipos de productos denominados Pico y Femto, la pérdida es de 0.25% en productos Pico y 1.34% en producto Femto, esto se refleja en los códigos de defecto 7192 (error de operador) y 352 (Daño de maquina).

Objetivo

Reducir el material quebrado (códigos de defecto 7192 & 352) en Wire Bonding de 0.25% a 0.15% en productos Pico y de 1.34% a 1% en productos Femto para Octubre del 2008.

Métrico

Para producto Femto.

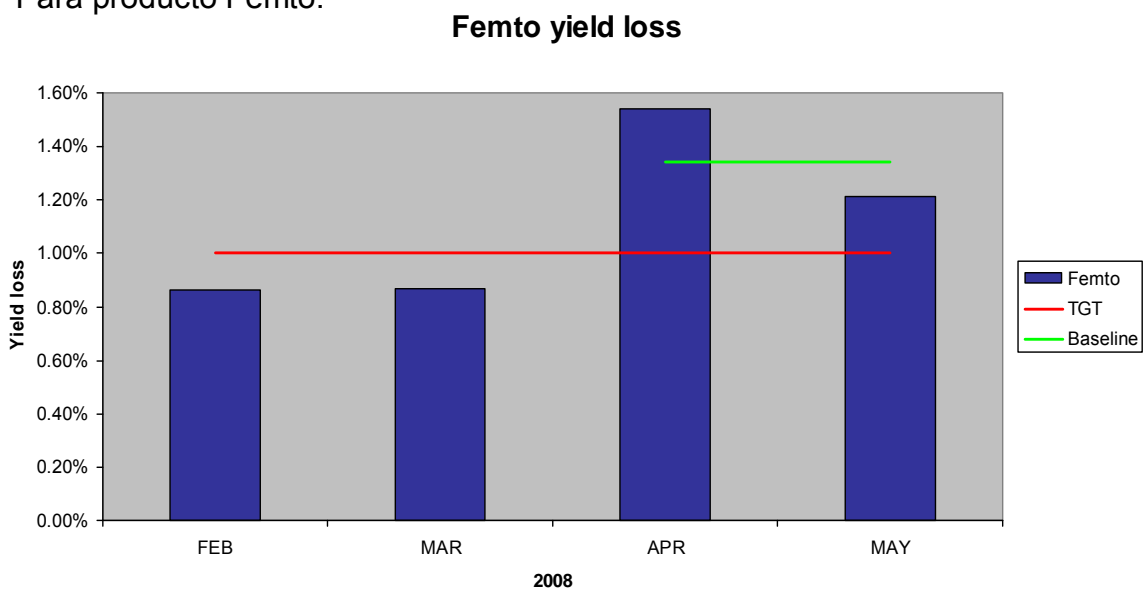


Figura 3.3 Grafica barras Femto

Para producto Pico:

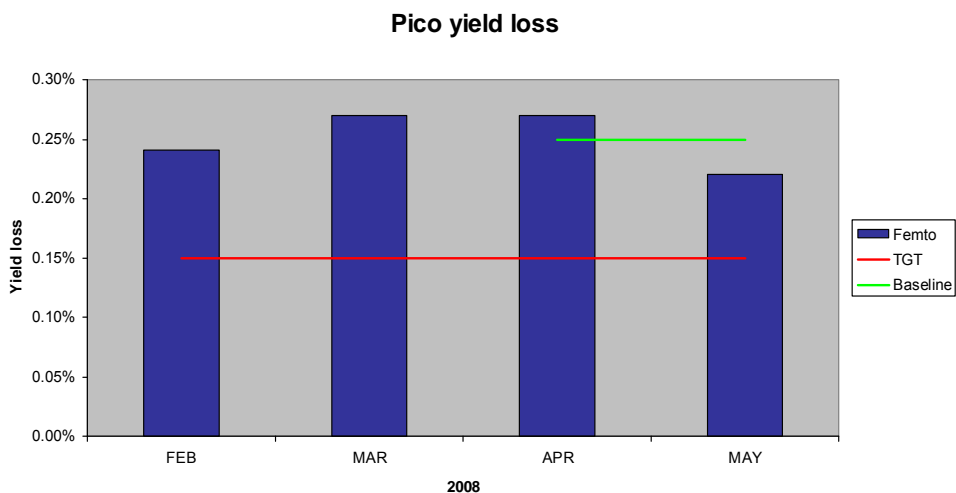


Figura 3.4 Grafica barras Pico

Fase Medir:

Flujo del proceso o situación actual

Wire bonding Flujo

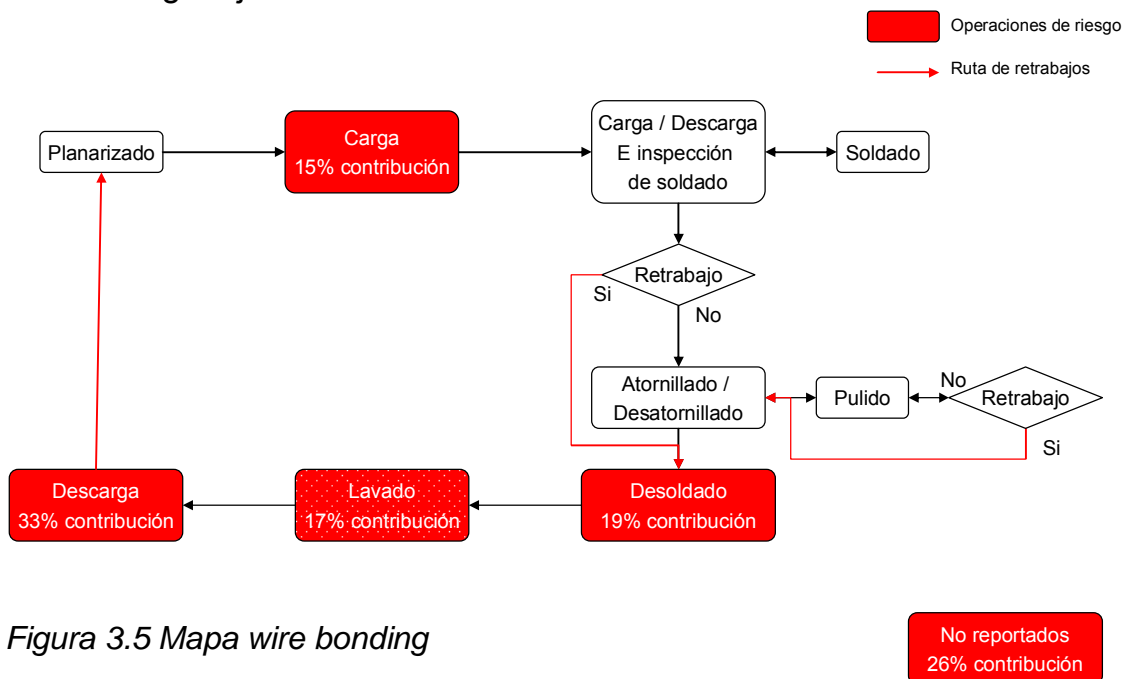


Figura 3.5 Mapa wire bonding

Identificación potencial de variables

Herramienta utilizada, tormenta de ideas y diagrama de causa-efecto
 Variables resultantes 16 diferentes, 3 sesiones de revisión, 9 horas efectivas totales.

- X1= Picker dañado
- X2= Mala alineación
- X3= Operador no certificado
- X4= El material viene con chips
- X5= La boquilla pega en el material, (strip tool)
- X6= El operador deja activado el switch
- X7= El tape tiene variación en la adherencia
- X8= Se vuela con la pistola de aire
- X9= Esponja desgastada
- X10= Se golpea el material con la boquilla
- X11= Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture
- X12= Fence de fixture de soldado
- X13= Método despegue descarga
- X14= Falta de MP en Tooling
- X15= Material no reportados
- X16= Doble riesgo por retrabajos

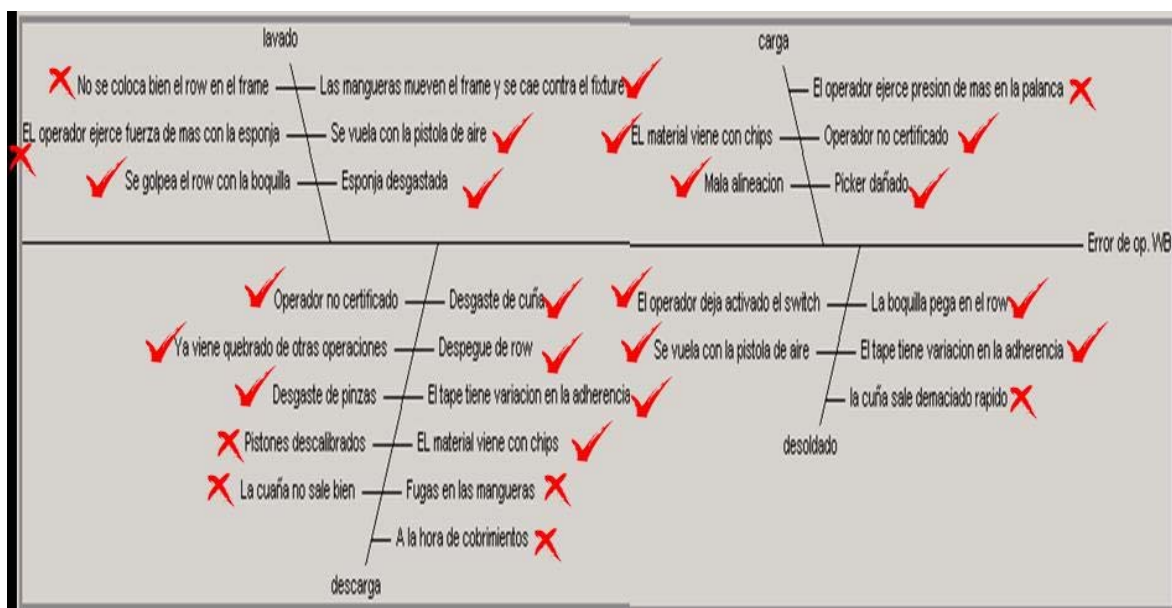


Figura 3.6 Diagrama causa y efecto

Fase Analizar:

Hipótesis planteadas

Ho= Las crestas de la cuña no tienen las mismas dimensiones y estas diferencias rompen los material, proveedor

Ho= Las crestas de la cuña tienen desgaste y estas diferencias rompen los materiales, desgaste por uso

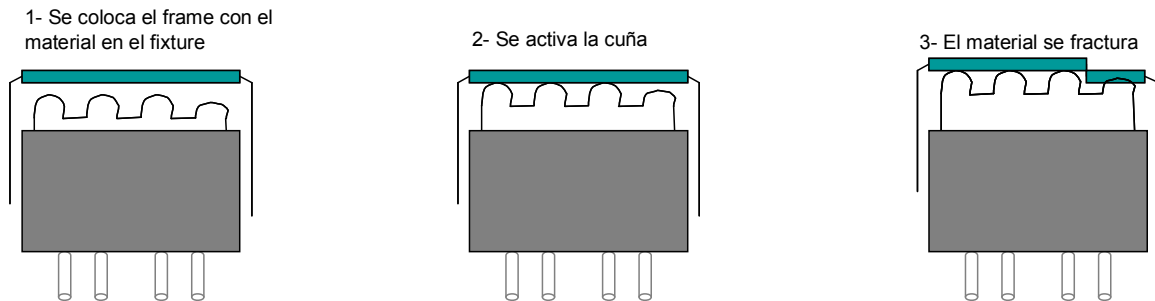


Figura 3.7 representación hipótesis crestas

Ho= La cuña no sale de manera uniforme y rompe el material

Ha= La cuña sale de manera uniforme y rompe el material

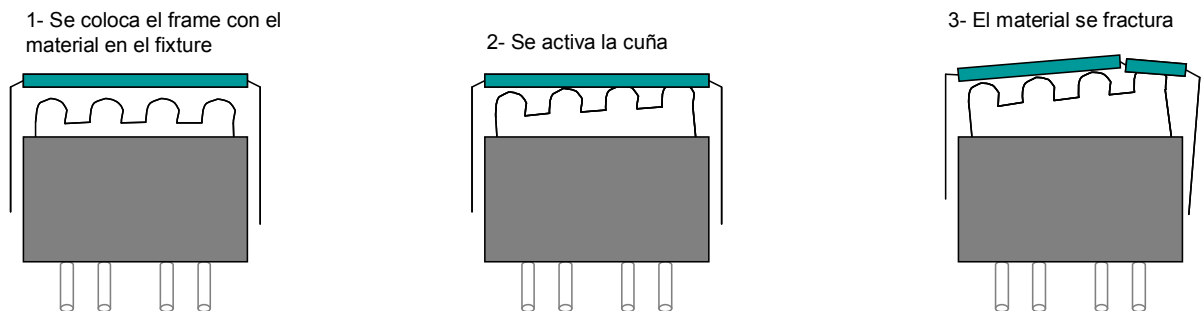


Figura 3.8 representación hipótesis cuña

Ho= Los pistones están a diferente presión y no empujan lo suficiente a la cuña

Ha= Los pistones están a diferente presión y empujan lo suficiente a la cuña

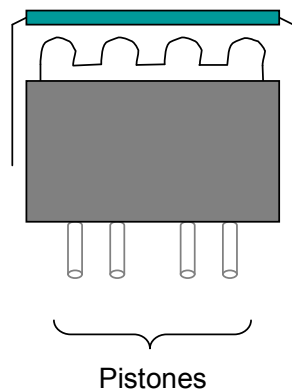


Figura 3.9 representación hipótesis pistón

Ho= La manera de despegar el material no es el adecuado

Ha= La manera de despegar el material es el adecuado

Ho= Operadores trabajando en descarga no certificados

Ha= Operadores trabajando en descarga certificados

Ho = El tape no degrada su adherencia conforme pasa el tiempo.

Ha = El tape degrada su adherencia conforme pasa el tiempo.

Ho = Si el tape tiene mayor adherencia no se puede fracturar en descarga

Ha = Si el tape tiene mayor adherencia se puede fracturar en descarga

Ho = Si el tape tiene menor adherencia se despega en la strip tool y se quiebra con la boquilla

Ha = Si el tape tiene menor adherencia no se despega en la strip tool y se quiebra con la boquilla

Ho = El tiempo útil establecido no genera material quebrado

Ha = El tiempo útil establecido genera material quebrado

Ho = EL operador no usa pinzas con desgaste.

Ho = EL operador usa pinzas con desgaste.

FMEA o Matriz de Viabilidad

Wire Bonding / Pico & Fento Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)																
Process or Product Name: Wire Bonding				Prepared by: Sergio Sanabria Page 1 of 1												
Responsible:				FMEA Date (Orig) (Rev)												
Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S E V	Potential Cause(s) or Mechanisms of Failure	O C C	Current Process Controls	D E T	R P N	Recommended Action(s)	Responsible	Completion Date	Actions Taken	S E V	O C C	D E T	R P N
Wire Bonding	Carga	Rows Quebrados	8	Picker dañado	6	ninguno	10	480	Documentar Checklist diario verificando estado del row	R.M.						0
									Eliminar Checklist de la estación	J.Sigala						0
									Revisar ingeniería de-cadaos para las celdas de los tests	J.Sigala						0
	Carga	Rows Quebrados	8	Mala alineacion	3	ninguno	10	240	Documentar el Monitoreo de un row c/ 4 hrs por punto de carga de Row-ops	R.M.						0
									X2 Procedimiento de Monitor en Cargado de Row-ops	J.Sigala						0
									Revisar PCN anterior solo operaciones con experiencia en operaciones de carga de Row-ops	F.Padilla						0
	Todas	Rows Quebrados	8	Operadores no certificados	3	gafet de certificación y documentado por procedimiento	4	96	Ausitar que no exista operador sin certificar de cada operador	S.S.						0
	Todas	Rows Quebrados	8	Material con chips	10	ninguno	10	800	Experimento de particion para validacion	S.S.						0
									X4 PARTITION WIREBOND xis	J.Sigala						0
	Strip tool	Rows Quebrados	8	La boquilla pega en el row al momento de retra los alambres	6	visual	7	336	Revisar y añadir cambios de secucion check list	R.M.						0
									Documentar en check list de strip cada turno la distancia que existe entre la boquilla y el row	R.M.						0
	Strip tool	Rows Quebrados	8	EL operador deja activado el switch y al momento de pasar la boquilla lo quebra	7	visual	3	168	Cambiar los equipos de strip tool por lavadoras automáticas (EAP) reforzando esta acción	S.S.						0
	Todas	Rows Quebrados	8	EL tape tiene variacion en la adherencia	10	ninguno	10	800	Pruebas al tape durante el proceso para determinar el punto de vida	J.Sigala						0
	Lavado	Rows Quebrados	8	Se vuela con la pistola de aire al momento de secarlo	8	visual	2	128	Se cambian las boquillas de lavar por de seramon con diferentes salida de aire	J.Sigala / S.Sanabria						0
	Lavado	Rows Quebrados	8	La esponja esta desgastada y al pasar por el row se quiebra	9	visual	2	144	Cambiar cada turno de turno las esponjas de lavar	F.Padilla						0
	Lavado	Rows Quebrados	8	Se golpea el row con la boquilla al momento de lavarlo	7	visual	6	336	Instalar boquillas de sermito que de alta factor de uso	J.Sigala / Ruben E.						0
	Lavado	Rows Quebrados	8	Las mangueras mueven el frame y cae contra la tarja o el fixture	8	visual	1	64	Rubio y estandarizacion de mangueras	J.Sigala						0
	Carga de soldado	Rows Quebrados	8	El fence para femto es diferente, existe la posibilidad de error	4	ninguno	10	320	Identificacion visual para que sea facil de distinguir para todos	J.Sigala						0
Descarga	Rows Quebrados	8	Existen diferentes metodos para descargar el row	10	visual	1	80	Evaluar los diferentes metodos							0	
Todos	Rows Quebrados	8	Falta de MP en los toolings	10	ninguno	10	800	Implementacion de MMP	RM						0	
Todos	Rows Quebrados y perdidos	8	Doble riesgo por Retrabajos	10	ninguno	10	800	Identificacion de rows de retrabajo para dar prioridad y evitar que esten dando							0	
Todos	Rows perdidos	8	Rows no reportados	10	ninguno	10	800	Analisis de que reportar a un row como perdido debe informarse al gerente de area y supervisor para su busqueda	S.S.						0	

Figura 3.10 FMEA

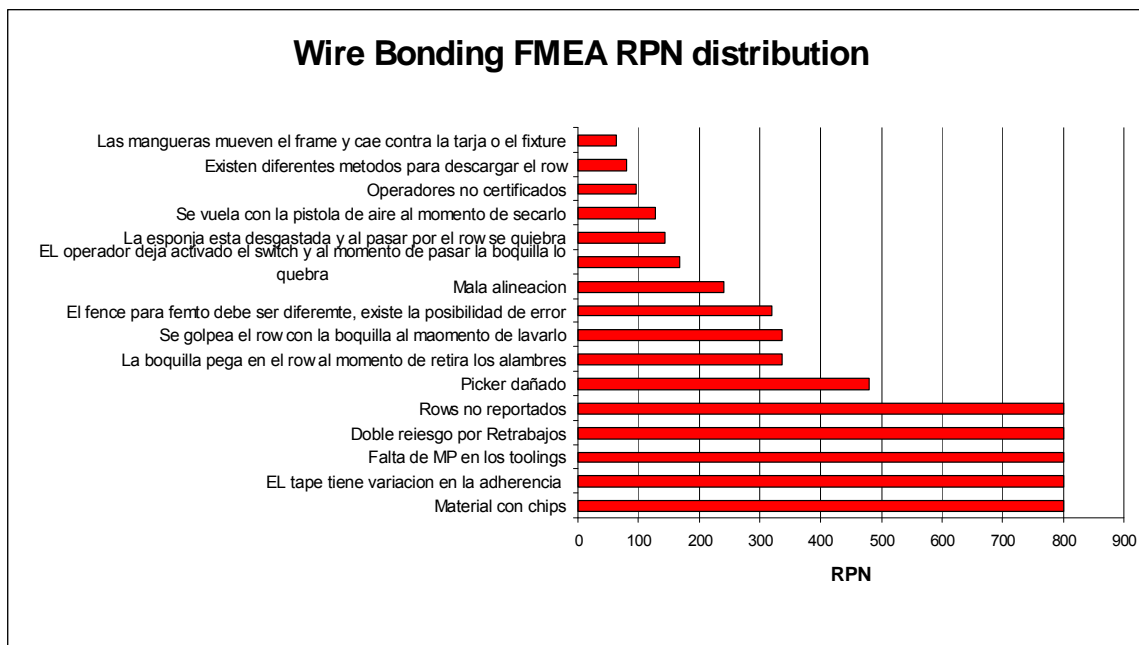


Figura 3.11 RPN

Nota: Este análisis se muestra únicamente como referencia de su utilización como herramienta en el proyecto para evaluar los efectos y algunas variables de las seleccionadas.

3.4 Proyecto Seis Sigma 2

Fase Definir:

Proyecto

Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones

Problema

La eficiencia en el cumplimiento de la curva de aprendizaje en inspecciones esta en 71% y tarda 13 semanas, lo cual esta fuera de objetivo 95% y 8 semanas.

Objetivo

Entrenar y certificar a los operadores en tiempo (6 y 8 semanas) y con un 95% de eficiencia en la curva de aprendizaje para Julio 2008.

Métrico

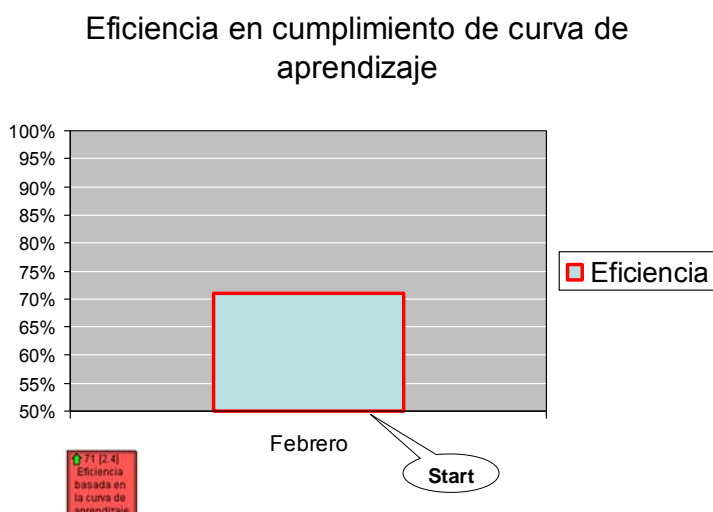
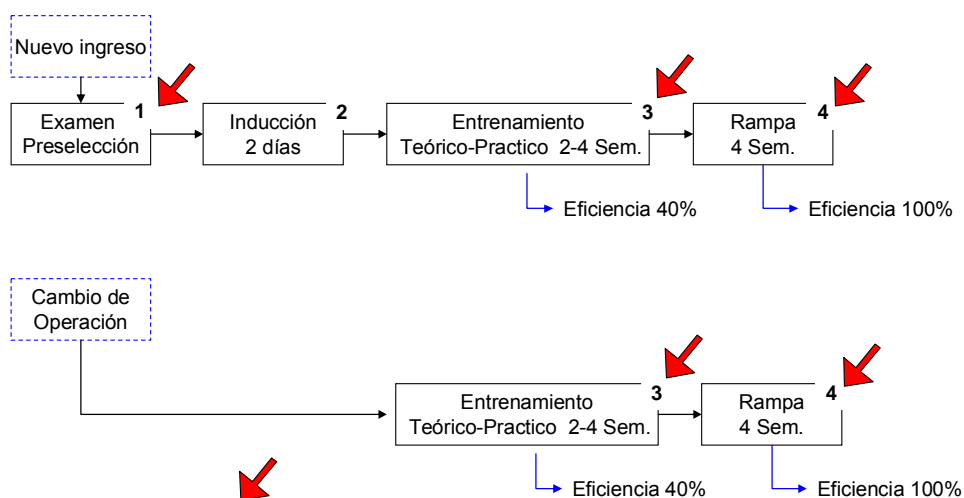


Figura 3.12 Métrico aprendizaje

Fase Medir:

Flujo del proceso o situación actual

Macro Mapa de proceso de capacitación en inspecciones



Áreas de enfoque

Figura 3.12 Mapa capacitación

Identificación potencial de variables

Herramientas utilizadas, tormenta de ideas, diagrama de causa-efecto
 Variables resultantes 9 diferentes, 2 sesiones de revisión, 7 horas efectivas totales.

- X1= Selección adecuada de trabajadores
- X2= Herramientas de capacitación
- X3= Establecimiento de metas
- X4= Seguimiento de aprendizaje
- X5= Cobertura de entrenadores
- X6= operadores entrenadores
- X7= Capacitación entrenadores
- X8= Organización de aprendizaje
- X9= Programa de aprendizaje

Fase Analizar:

Hipótesis planteadas

Ho= El Examen vista no sirve para seleccionar inspectores con eficiencia requerida

Ha= Un IPV promedio bajo no es efectivo para seleccionar inspectores eficiencia requerida

Ho= 2 evaluaciones teóricas no son suficientes

Ha= 2 evaluaciones teóricas no son suficientes

Ho= El simulador con menos de 50 defectos no es efectivo

Ha= El simulador con menos de 50 defectos es efectivo

Ho= El manual de criterios con ejemplos de foto no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= El manual de criterios con ejemplos de foto hace más eficiente el entrenamiento

Ho= El examen con fotos en software no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= El examen con fotos en software hace más eficiente el entrenamiento

Ho= La dinámica de memorama no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= La dinámica de memorama hace más eficiente el entrenamiento

Ho= Una meta establecida no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= Una meta establecida hace más eficiente el entrenamiento

Ho= La cobertura de entrenadores no balanceada no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= La cobertura de entrenadores no balanceada hace más eficiente el entrenamiento

Ho= El soporte balanceado de Operador-Entrenador no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= El soporte balanceado de Operador-Entrenador hace más eficiente el entrenamiento

Ho= Un curso de formación de Instructores Optativo no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= Un curso de formación de Instructores Optativo hace más eficiente el entrenamiento

Ho= Opciones establecidas de crecimiento no hace más eficiente el entrenamiento

Ha= Opciones establecidas de crecimiento hace más eficiente el entrenamiento

Matriz de Viabilidad




























Leyenda		Objetivo:			Team evaluador	
	5 puntos ALTA	Capacitar inspectores en tiempo, calidad y productividad requerida			Rafael Torres – Manuales Manuel Alcázar – Deposit Jorge Mora – Flex Salvador Jiménez – Deposit Blanca G. López - Flex	
	3 puntos MEDIA					
	1 puntos BAJA					
#	Herramientas de Capacitación	Efectividad	Viabilidad	Urgencia	Puntaje	Observaciones
1	Entrenamiento Virtual				13	Viabilidad: Falta equipo u software compatible
2	Catalogo virtual de criterios				13	Viabilidad: Falta de material para las fotos
3	Resumen MPI				11	Viabilidad: no hay consenso por procesos
4	Hacer Examen de Sondeo				11	Urgencia: baja por que ya existe
5	Resumen de criterios				11	Viabilidad: no hay aprobación por procesos
6	Catalogo de defectos				13	Viabilidad: Faltan fotos de criterios y herramienta de impresión color
7	GCU's				13	Viabilidad: Recolección de material x tipo de defecto
8	MPI separado				13	Viabilidad: Dependencia de procesos

Figura 3.13 Matriz Viabilidad

3.5 Proyecto Seis Sigma 3

Fase Definir:

Proyecto:

Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives

Problema

En el 2007 el costo por daños y reparación de tarjetas Indexer Drive equivalió a un gasto de 161 mil dólares y el gasto estimado para el 2008 es de 210 mil dólares.

Objetivo

Reducir el costo por daños y reparación de las tarjetas Indexer Drives en un 70% para Junio del 2008.

Métrico

Costo promedio en 2007 \$3111 dólares

Costo promedio 2008 \$3049 dólares

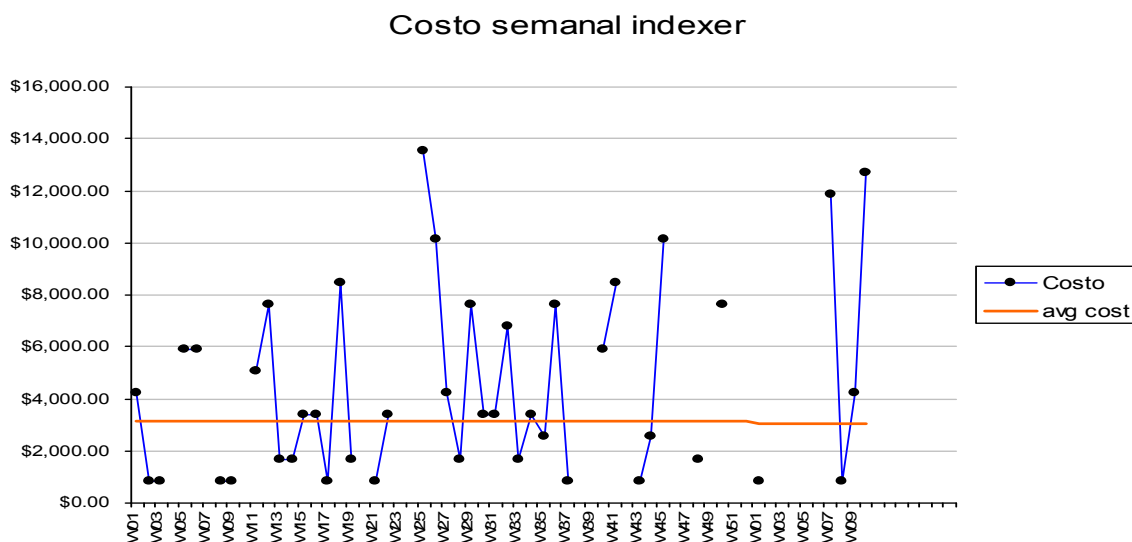


Figura 3.14 Grafico de costo

Fase Medir:

Flujo del proceso o situación actual

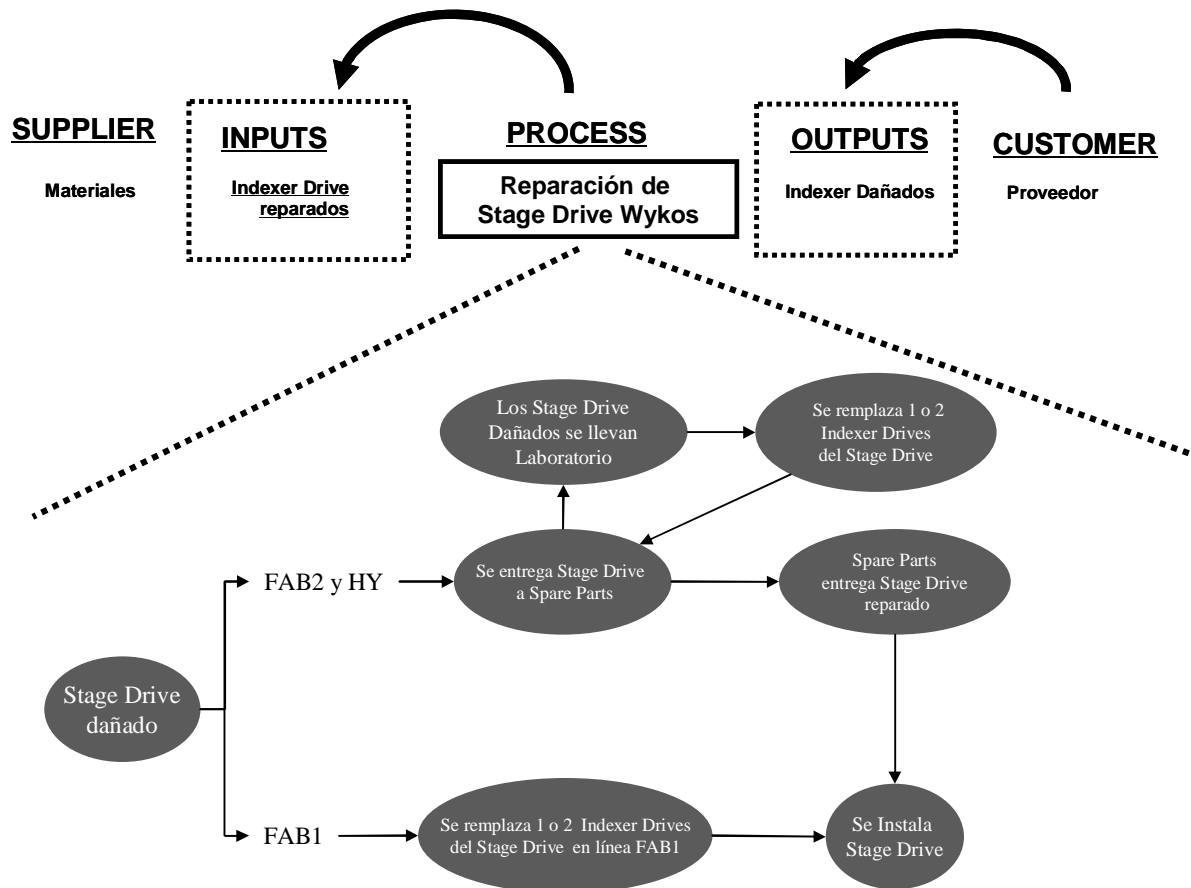


Figura 3.15 Mapa tarjeta

Identificación potencial de variables:

Herramientas utilizadas, diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto
 Variables resultantes 7 diferentes, 4 sesiones de revisión, 12 horas efectivas totales.

Pareto

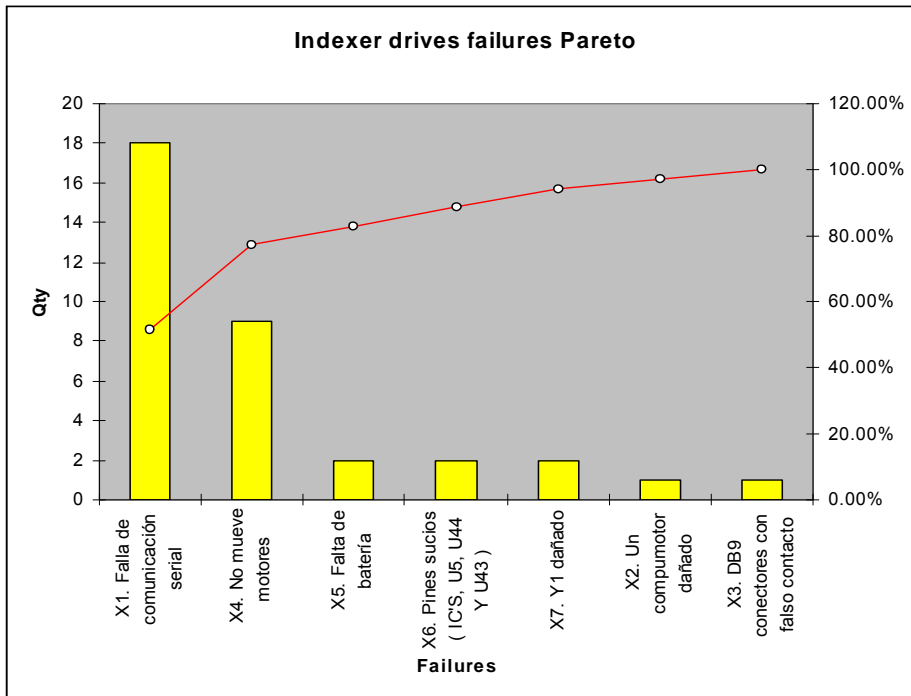


Figura 3.16 Pareto fallas tarjetas

- X1. Falla de comunicación serial
- X2. Un compumotor dañado
- X3. DB9 conectores con falso contacto
- X4. No mueve motores
- X5. Falta de batería
- X6. Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)
- X7. Y1 dañado

Fase Analizar:

Hipótesis planteadas

Ho: No existe diferencia significativa en voltaje entre las tarjetas buenas y las dañadas

Ha: Si existe diferencia significativa en voltaje entre las tarjetas buenas y las dañadas

Ho: No existe diferencia significativa en frecuencia, amplitud y forma de onda entre las tarjetas buenas y las dañadas

Ha: Si existe diferencia significativa en frecuencia, amplitud y forma de onda entre las tarjetas buenas y las dañadas

Ho: La tarjeta no se daña por una falla de comunicación serial

Ha: La tarjeta se daña por una falla de comunicación serial

Ho: Un compumotor dañado no daña la tarjeta

Ha: Un compumotor dañado daña la tarjeta

Ho: Componente DB9 conectores con falso contacto no daña la tarjeta

Ha: Componente DB9 conectores con falso contacto daña la tarjeta

Ho: Cuando no mueve motores no es daño de la tarjeta

Ha: Cuando no mueve motores es daño de la tarjeta

Ho: El que falte batería no es daño de la tarjeta

Ha: El que falte batería es daño de la tarjeta

Ho: Pines sucios (nomenclatura IC's, U5, U44 Y U43) no es daño de la tarjeta.

Ha: Pines sucios (nomenclatura IC's, U5, U44 Y U43) es daño de la tarjeta

Ho: Componente Y1 dañado no es daño de la tarjeta

Ha: Componente Y1 dañado es daño de la tarjeta

FMEA

#	Process Function (Step)	Potential Failure Modes (process defects)	Potential Failure Effects (Y's)	S E V	C l a s s	Potential Causes of Failure (X's)	O C C	Current Process Controls	D E T	R P N	Recommend Actions	Responsible Person & Target Date
1	Wyko Error en Vision 32	Problema con el stage drive	el equipo no puede operar	8		Falla de comunicación serial	8	Indexer alarmado en rojo	7	448	Configurar Hardware y Software Deep Switch	Mantenimiento
2			Resetear Jumpers								Mantenimiento	
			Hacer corto a tierra 2 min. indexer y Hardware y Software Deep Switch								Mantenimiento	
3			Resetear jumper 30 min. indexer y Hardware y Software Deep Switch								Mantenimiento	
4				8		Un compumotor dañado	2	Algun compumotor alarmado en rojo o apagado	7	112	Reemplazar compumotor	Mantenimiento
5				8		DB9 conectores con falso contacto	2	Algun conector flojo o suelto	6	96	Asegurar correcta conexión	Mantenimiento
6				8		No mueve motores	5	No hay	6	240	Enviar a diagnostico	Mantenimiento
7				8		Falta de batería	2	No hay	7	112	Enviar a diagnostico	Mantenimiento
8				8		Pines sucios (IC'S, U5, U44 Y U43)	2	No hay	7	112	Enviar a diagnostico	Mantenimiento
9				8		Y1 dañado	2	No hay	7	112	Enviar a diagnostico	Mantenimiento
10												
Total										784		

Figura 3.17 FMEA tarjetas

Matriz Viabilidad



















Leyenda		Objetivo:			Team evaluador	
	5 puntos ALTA	Reducir costo de Indexer Drives			Eduardo Sánchez Sergio Elizarde Oscar Sedano Fernando Sanchez	
	3 puntos MEDIA					
	1 puntos BAJA					
#	Actividad	Efectividad	Viabilidad	Urgencia	Puntaje	Observaciones
1	Configurar Hardware y Software Deep Switch					
2	Resetear de tarjetas (Jumper)					No siempre se soluciona
3	Área de Reparación aislada					
4	Reparación en todas las áreas					Menor control , cargas diferentes de trabajo
5	Definir logística de tarjetas dañadas					

Figura 3.18 Matriz tarjetas

3.6 Resumen

Hasta el momento sean mencionado los proyectos en el contenido base de interés para la tesis, elaboraremos un resumen con el fin de ver los parámetros a comparar mas adelante y tener un mejor seguimiento, clave aclarar que hasta esta etapa los proyectos aun no registran la duración total de tiempo que se lleva la identificación de variables criticas mediante la validación y comprobación de hipótesis, ni los resultados de cuantas de las identificadas resultaron criticas, esta información si se tomara en cuenta para la evaluación comparativa con el análisis iterativo.

Proyecto 1	Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding por errores de operación
Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Mapeo de proceso, tormenta de ideas y diagrama de causa-efecto
Tiempo invertido	3 sesiones de revisión, 9 horas efectivas totales
VARIABLES identificadas	16

Tabla 3.1 Sumario proyecto 1

Proyecto 2	Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones
Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Herramientas utilizadas, tormenta de ideas, diagrama de causa-efecto Variables resultantes 9 diferentes,
Tiempo invertido	2 sesiones de revisión, 7 horas efectivas totales.
VARIABLES identificadas	9

Tabla 3.2 Sumario proyecto 2

Proyecto 3	Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives
Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto
Tiempo invertido	4 sesiones de revisión, 12 horas efectivas totales.
VARIABLES identificadas	7

Tabla 3.3 Sumario proyecto 3

Capítulo 4. Aplicación del análisis iterativo

4.1 Procedimiento de aplicación

Antes de aplicar el análisis iterativo es importante mencionar dos factores importantes:

1. La etapa del proyecto Seis Sigma en la cual se llevara a cabo la aplicación del análisis iterativo.
2. Las condiciones en las cuales se llevara a cabo

En referencia a la etapa del proyecto Seis Sigma en la que se aplicara el análisis, será al final de la fase Medir, antes de Analizar, según la metodología DMAIC, la razón es únicamente por ser un punto medio en el cual se han identificado variables y estas serán analizadas y validadas, por lo que se estima conveniente.

Las condiciones serán similares a las sesiones ordinarias que se llevan a cabo en los proyectos Seis Sigma, es decir se juntara al equipo que participa y durante una sesión se llevara a cabo el análisis, se les explicara en que consiste al equipo el proceso iterativo así como su objetivo y se facilitará su guía para su aplicación.

Una consideración importante es que buscando algo de imparcialidad y reducir un poco la influencia de las evaluaciones de cada una de las herramientas se aplicará primero el análisis iterativo a los proyectos 1 y 3, y en el proyecto numero 2 se aplicaran primero las herramientas convencionales. Se menciona esto ya que por la naturaleza de los proyectos en cuanto a fondo y forma es difícil incrementar la muestra por el tiempo que dura un proyecto de esta naturaleza, así también como la poca practicidad y disponibilidad de duplicar integrantes en los equipos para bloquear esta variable que se conoce va hacer influenciada de alguna manera en las evaluaciones.

La identificación de variables criticas durante el análisis iterativo se realiza en la segregación que se lleva a cabo en el análisis en los rubros de estructura y proceso, es decir, en esta sección se van a ubicar las posibles causas vitales por otro lado la deficiencia o indicador a mejorar va a aparecer en la segregación de la función o el propósito, una de las ventajas de esta evaluación es que se entiende el sistema como tal con sus interacciones lo que hace posible exponer de manera mas clara las deficiencias del sistema.

4.2 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 1

Proyecto

Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding por errores de operación

Problema

Durante la operación de Wire Bonding se genera material quebrado por errores de operación, la pérdida es de 0.25% en productos Pico y 1.34% en producto Femto, esto se refleja en los códigos de defecto 7192 (error de operador) y 352 (Daño de maquina).

Análisis Iterativo : Wire Bonding

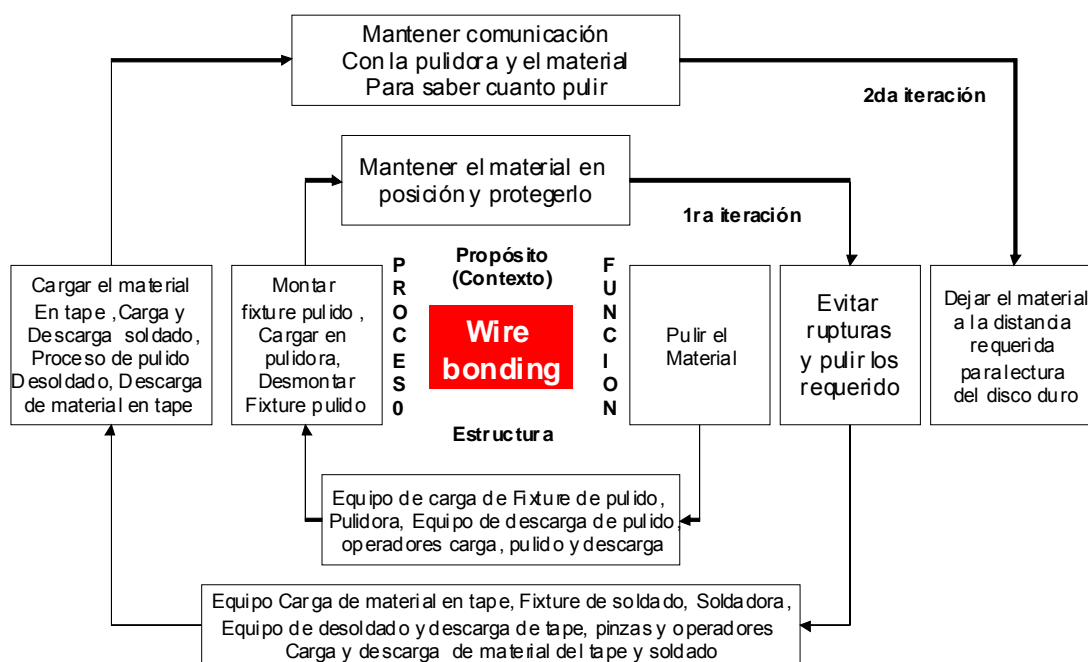


Figura 4.1 Análisis Iterativo Wire bonding

En la parte del centro se pone el área o sistema a analizar, en este caso es un proceso llamado wire bonding, partiendo de este, se inicia con el análisis, preguntando al equipo, cuál es la función por la cual existe, cuál es la estructura que lo hace posible, el proceso que se realiza y el propósito de que esto suceda así, después partiendo del propósito se cuestiona una vez más el ciclo, entonces surgen otras funciones, estructuras, procesos y propósitos, hasta llegar a la frontera del área o sistema primario donde se menciona la razón de ser del mismo.

como función, en este caso, la fusión de todo ese proceso de wire bonding es que el producto final quede a la distancia que se requiere para la lectura adecuada del disco duro.

Una vez realizado el análisis, se continua con la identificación de variables, para esto, el equipo ya tiene en mente las principales funciones, estructuras, procesos y propósitos del sistema, cualquier falla en la función, tiene origen en la estructura , proceso o desviación en el propósito, y se pueden visualizar las variables de una forma diferente.

Identificación potencial de variables

Variables resultantes 12 diferentes, 1 sesiones de revisión, 4 horas efectivas totales.

X1= Mala alineación

X2= El material viene con chips

X3= La boquilla pega en el material, (strip tool)

X4= El operador deja activado el switch

X5 = Se vuela con la pistola de aire

X6= Esponja desgastada

X7= Se golpea el material con la boquilla

X8= Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture

X9= Método despegue descarga

X10= Falta de MP en Tooling

X11=Doble riesgo por retrabados

X12=Pinzas no adecuadas

4.3 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 2

Proyecto

Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones

Problema

La eficiencia en el cumplimiento de la curva de aprendizaje en inspecciones esta en 71% y tarda 13 semanas, lo cual esta fuera de objetivo 95% y 8 semanas.

Análisis Iterativo : Sistema entrenamiento inspectores

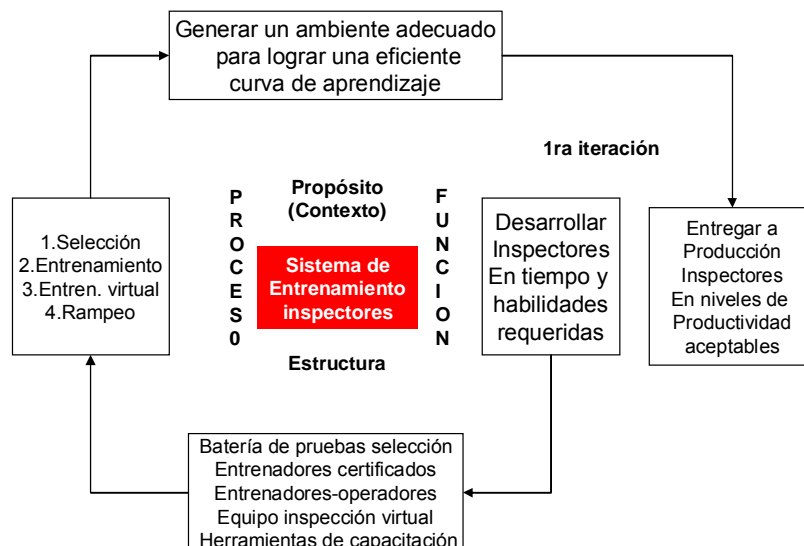


Figura 4.2 Análisis Iterativo Entrenamiento

En este caso, el análisis documenta la vista macro del sistema, el equipo domina mucho el contenido del sistema y al ser de carácter transaccional en su mayoría fue suficiente para identificar un grupo de variables.

Identificación potencial de variables

Variables resultantes 6 diferentes, 1 sesiones de revisión, 3 horas efectivas totales.

X1= Selección adecuada de trabajadores

X2= Herramientas de capacitación

X3= Rampeo del aprendizaje

X4= Cobertura de entrenadores

X5= Operadores entrenadores

X6= Capacitación entrenadores

4.4 Aplicación de Análisis Iterativo proyecto Seis Sigma 3

Proyecto:

Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives

Problema

En el 2007 el costo por daños y reparación de tarjetas Indexer Drive equivalió a un gasto de 161 mil dólares y el gasto estimado para el 2008 es de 210 mil dólares.

Análisis Iterativo : Idexer Drive

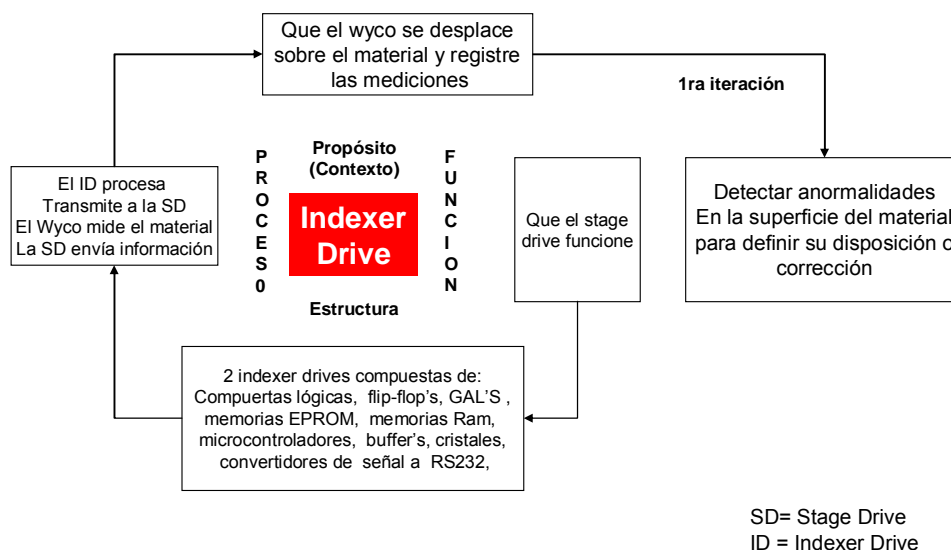


Figura 4.3 Análisis Iterativo tarjetas

Identificación potencial de variables:

Variables resultantes 6 diferentes, 2 sesiones de revisión, 8 horas efectivas totales.

- X1. Falla de comunicación serial
- X2. Un compumotor dañado
- X3. DB9 conectores con falso contacto
- X4. Falta de batería
- X5. Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)
- X6. Y1 dañado

Capítulo 5. Evaluación comparativa y método sugerido

5.1 Resultado proyectos Seis Sigma

Antes de realizar el comparativo, es necesario conocer de manera general las conclusiones de los proyectos Seis Sigma ejecutados, sobre todo el conocer cuales de las variables obtenidas fueron identificadas como críticas y significativas, en cada proyecto, para esto cabe mencionar que no es el objetivo de la tesis mostrar los contenidos totales de los proyectos en todas sus fases y análisis realizados, el enfoque únicamente acotara la información de interés, en este capítulo de la tesis se retomaran de manera enunciativa el título del proyecto, el problema, objetivo y las variables críticas validadas que resultaron ser significativas, así como el resultado final del cada proyecto.

Proyecto Seis Sigma 1

Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding por errores de operación

Problema

Durante la operación de Wire Bonding se genera material quebrado por errores de operación, la pérdida es de 0.25% en productos Pico y 1.34% en producto Femto, esto se refleja en los códigos de defecto 7192 (error de operador) y 352 (daño de maquina).

Objetivo

Reducir el material quebrado (códigos de defecto 7192 & 352) en Wire Bonding de 0.25% a 0.15% en productos Pico y de 1.34% a 1% en productos Femto para Octubre del 2008.

Variables críticas validadas

a) El material viene con chips

Se identificó y valido que el material venia con chips (astillado) , esto se valido a partir de un análisis de patrones del material donde se identificó que el material de las orillas de un proceso anterior tenia scrap frecuente, así mismo el material de las orillas que lograba pasar las especificaciones venia ya con chips.

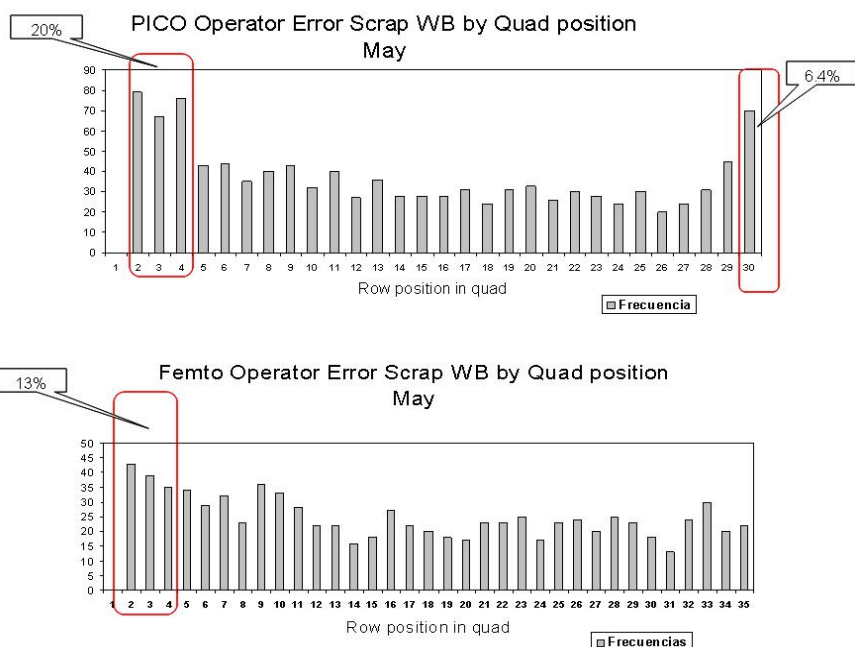


Figura 5.1 graficas error de operador

En las graficas de arriba se muestra como en los quad (lotes de material) existe un patrón de frecuencia de daños en las posiciones de las orillas, esto llevo a validar como critica esta variable, para después proponer soluciones sobre la misma.

b) Se vuela con la pistola de aire

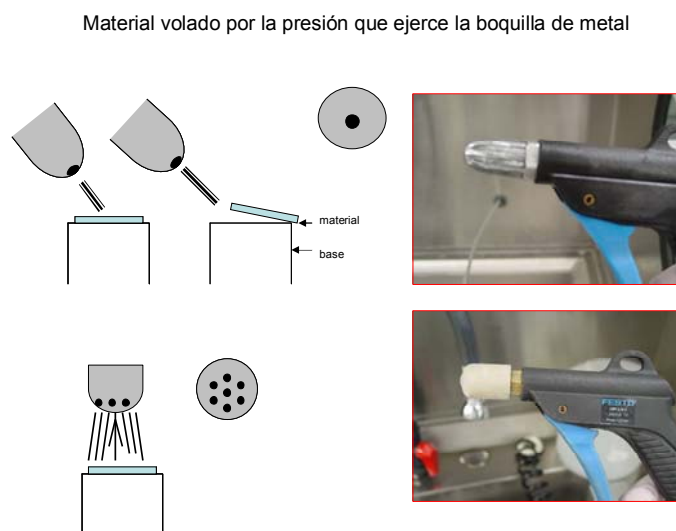


Figura 5.2 Boquillas

Se comprobó que el material se despegaba por la presión de la pistola al secar y este se quebraba, por lo que se aplicó una boquilla que regulara mejor la presión del aire evitando la falla.

c) Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture

Esta variable también se validó y se comprobó (foto inferior izquierda), la solución fue poner mangueras retractiles (foto inferior derecha)



Figura 5.3 mangueras

d) Falta de Mantenimiento Preventivo en Tooling

Se realizaron checklist preventivos para todo el herramental así como de arranque, esta variable también tuvo un impacto significativo al detectar herramental y equipo fuera de especificaciones, se incluyó también un programa preventivo.

Resultados

Como se representa en los métricos del proyecto ambos objetivos se cumplieron, tanto para productos pico como femto.

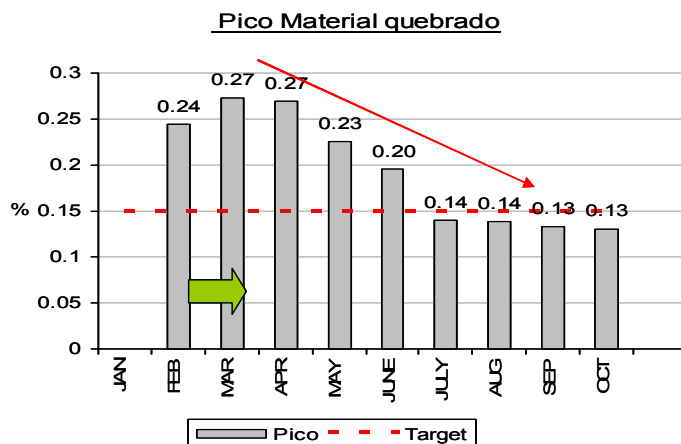


Figura 5.4 grafica pico

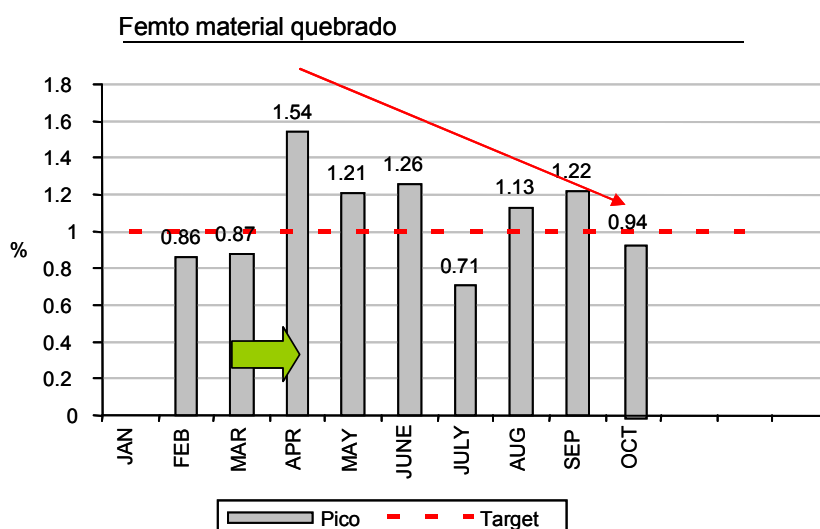


Figura 5.5 grafica femto

Proyecto Seis Sigma 2

Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones

Problema

La eficiencia en el cumplimiento de la curva de aprendizaje en inspecciones esta en 71% y tarda 13 semanas, lo cual esta fuera de objetivo 95% y 8 semanas.

Objetivo

Entrenar y certificar a los operadores en tiempo (6 y 8 semanas) y con un 95% de eficiencia en la curva de aprendizaje para Julio 2008.

VARIABLES CRITICAS VALIDADAS

a) Selección adecuada de trabajadores

Esta variable fue clave y desde su inicio mostró ser de gran impacto, se realizo un esquema con los componentes de la selección y se definió un estado deseable, además de validar la correcta ejecución y diseño de las pruebas para las competencias del puesto, se opto por definir un plan para obtener la situación deseable ejecutándose con éxito y buenos resultados.

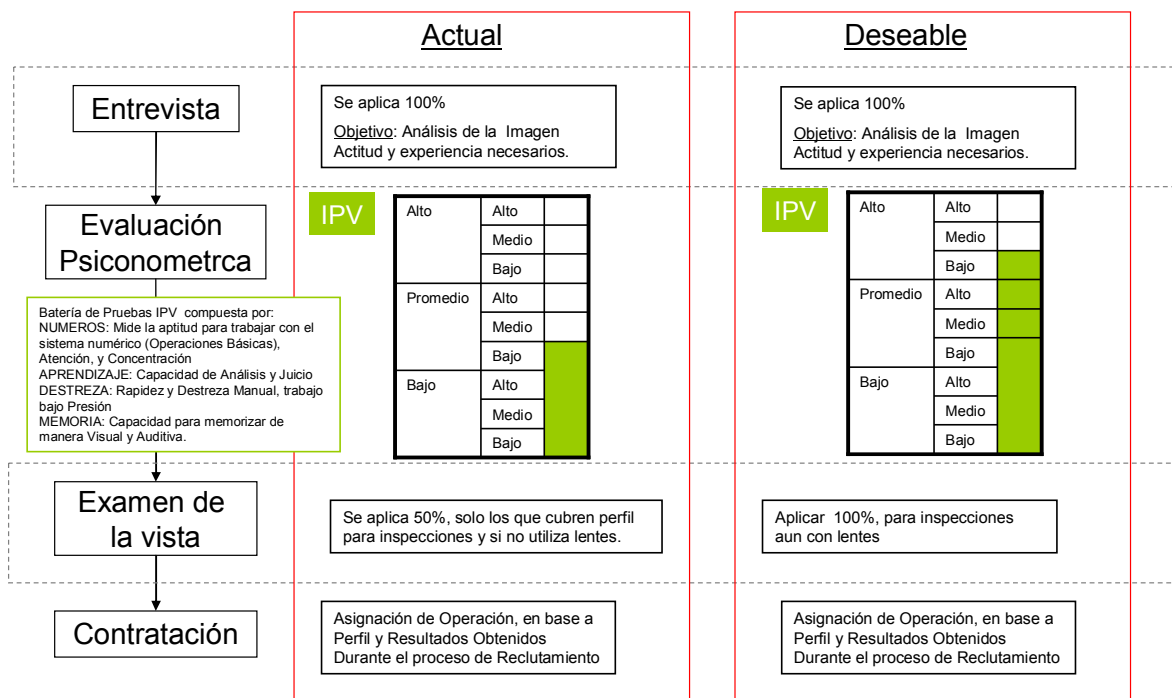


Figura 5.6 Situación actual vs. Deseable proceso de selección

b) Herramientas de Capacitación

Esta variable fue la mas significativa ya que de inmediato se detecto una enorme variabilidad y falta de capacidad en el cubrimiento del entrenamiento de las diferentes inspecciones como se muestra en la imagen de abajo, las zonas verdes de la matriz contaban con la herramienta mencionada, las grises no la tenían, y el entrenamiento virtual solo estaba en 4 inspecciones, ninguna al 100%

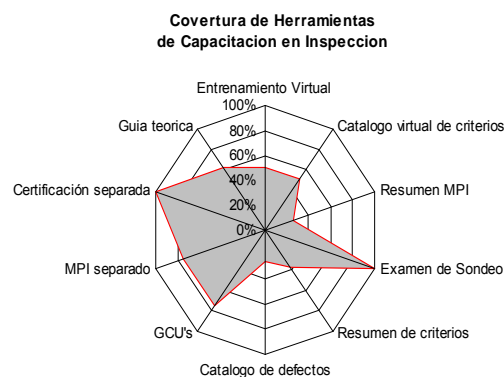
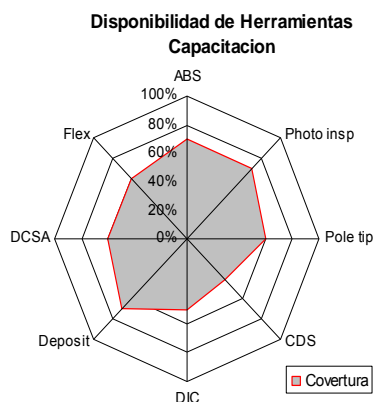
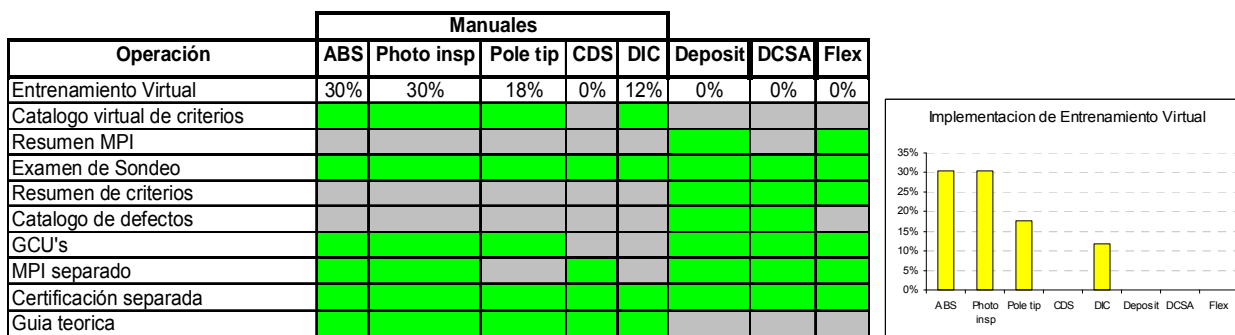


Figura 5.7 Análisis Herramientas

Se realizo un plan de acción para reducir la variabilidad en cuanto a la cobertura y uso de las herramientas.

c) Rampeo del aprendizaje

El rampeo era ineficiente, esta variable mostró ser de gran impacto ya que en realidad se presentaba una ausencia de método o control que garantizara su efectividad, se realizo un programa de seguimiento en base a curvas de aprendizaje que median el tiempo estándar por material inspeccionado a través de los días, así como el rampeo de productividad en el tiempo, material inspeccionado por día, todo siguiendo una curva estándar promedio del proceso de inspección.

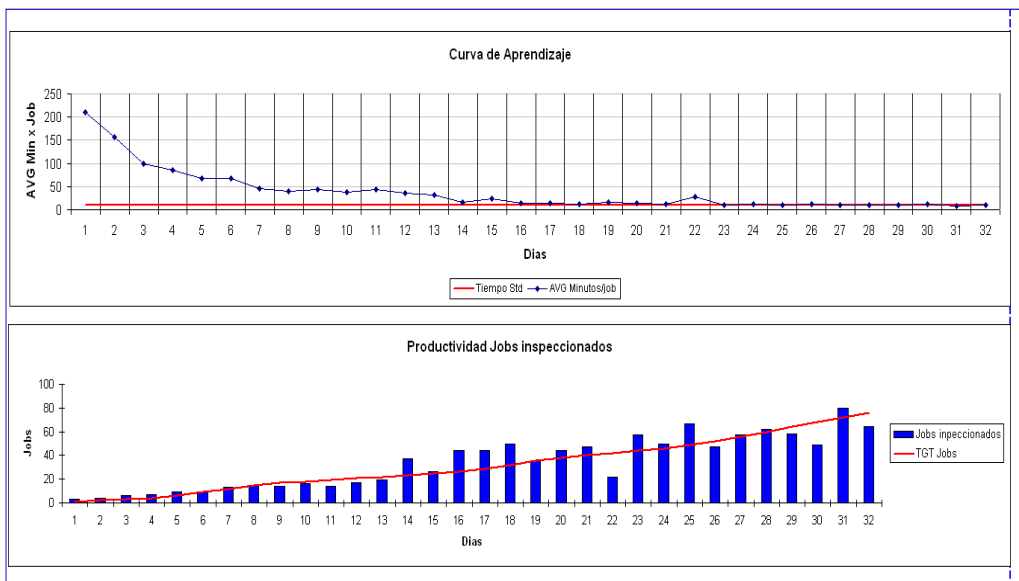


Figura 5.8 Rampas

Resultados:

El resultado fue positivo, se mostró una tendencia a la mejora durante la implementación de cada una de las acciones, como lo muestra el grafico.

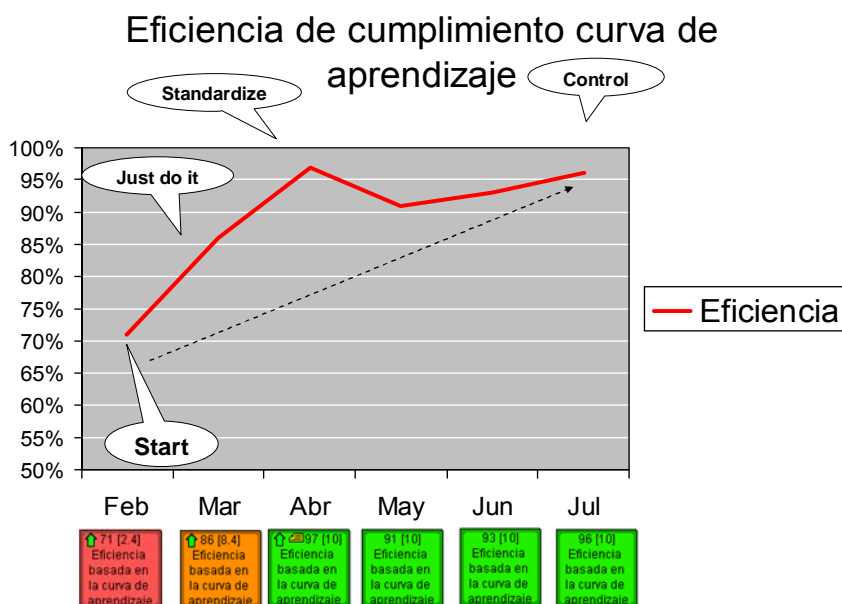


Figura 5.9 Eficiencia aprendizaje

Proyecto Seis Sigma 3:

Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives

Problema

En el 2007 el costo por daños y reparación de tarjetas Indexer Drive equivalió a un gasto de 161 mil dólares y el gasto estimado para el 2008 es de 210 mil dólares.

Objetivo

Reducir el costo por daños y reparación de las tarjetas Indexer Drives en un 70% para Junio del 2008.

VARIABLES CRÍTICAS VALIDADAS

a) Falla de comunicación serial

Esta variable resulto ser la mas significativa, la identificación y validación de esta falla llevo a la conclusión a un proceso de "reparación" de las tarjetas, iniciando por un reseteo por varios pasos, al final la tarjeta podía repararse sin necesidad de un proveedor externo. Se elaboro todo un procedimiento, controles y capacitación para esto, a continuación se muestra una parte del estándar realizado.

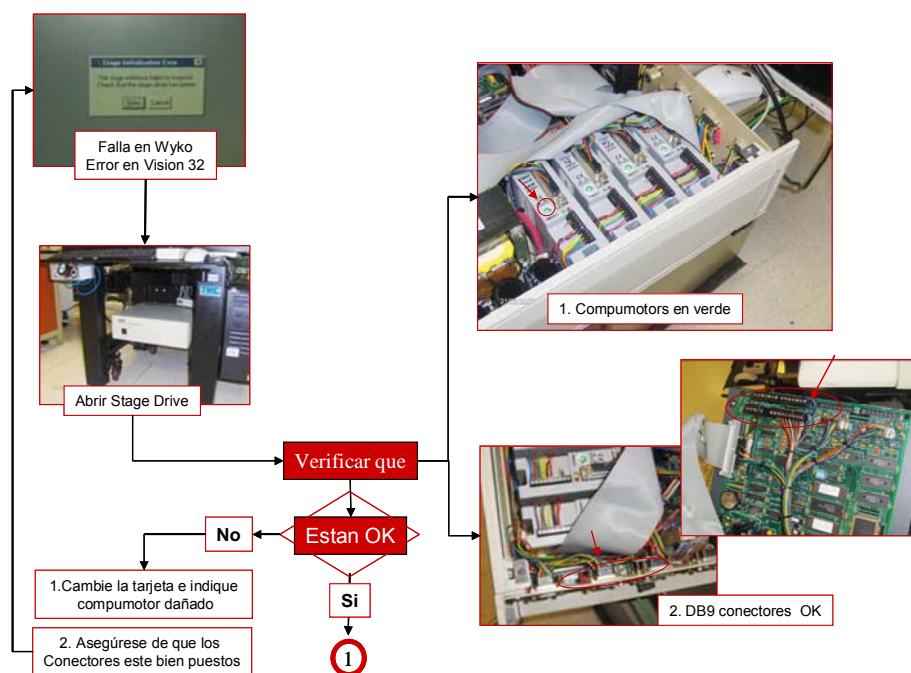


Figura 5.10 Ejemplo estándar reparación 1

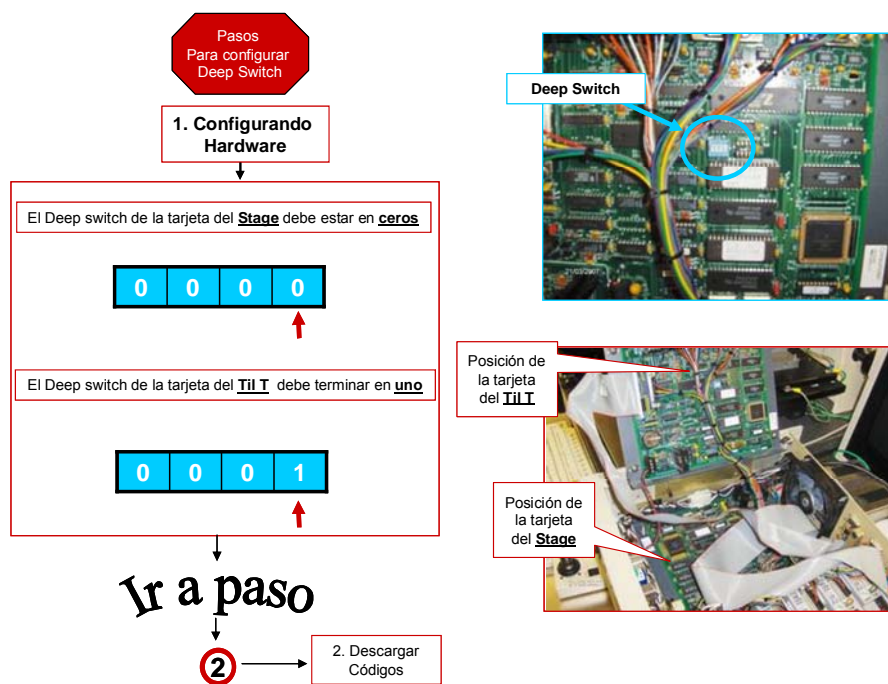


Figura 5.11 Ejemplo estándar reparación 2

- b) DB9 conectores con falso contacto
- c) Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)
- d) 1 dañado

Estas 3 variables fueron validadas y controladas con un procedimiento de diagnóstico y reparación.

Resultados:

El objetivo se excedió, no se mando a reparar externamente ninguna tarjeta indexer drive, el proyecto contemplo todas las fallas y genero la información, procedimientos y controles para poder ser reparadas internamente o evitar su falla.

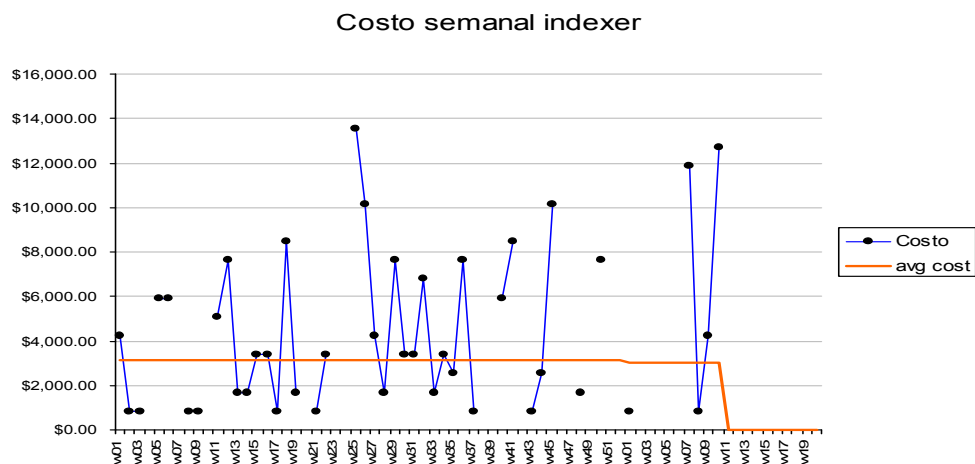


Figura 5.12 Grafico costo final

5.2 Evaluación comparativa

Veamos una tabla comparativa donde se muestran por cada proyecto la comparación de tiempo invertido, variables identificadas así como otra tabla 1 con la descripción de las variables incluyendo las resultantes como críticas significativas

Las variables mostradas en letra cursiva son aquellas que resultaron críticas significativas, estas se muestran en la tercera columna de la tabla 2 con fines comparativos y de referencia para las conclusiones finales.

Evaluación comparativa proyecto 1

Proyecto 1	Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding por errores de operación	
Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Tiempo invertido	Variables identificadas
Mapeo de proceso, tormenta de ideas y diagrama de causa-efecto	3 sesiones de revisión, 9 horas efectivas totales	16
Análisis Iterativo	1 sesiones de revisión, 4 horas efectivas totales	12

Proyecto 1		
Reducción de material quebrado en la operación de Wire Bonding por errores de operación		
Herramientas Convencionales	Análisis Iterativo	Variables críticas significativas
X1= Picker dañado	X1= Mala alineación	El material viene con chips
X2= Mala alineación	X2= El material viene con chips	Se vuela con la pistola de aire
		Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture
X3= Operador no certificado	X3= La boquilla pega en el material, (strip tool)	
X4= El material viene con chips	X4= El operador deja activado el switch	Falta de Mantenimiento Preventivo en Tooling
X5= La boquilla pega en el material, (strip tool)	X5= Se vuela con la pistola de aire	
X6= El operador deja activado el switch	X6= Esponja desgastada	
X7= El tape tiene variación en la adherencia	X7= Se golpea el material con la boquilla	
	X8= Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture	
X8= Se vuela con la pistola de aire	X9= Método despegue descarga	
X9= Esponja desgastada		
X10= Se golpea el material con la boquilla	X10= Falta de Mantenimiento Preventivo en Tooling	
X11= Las mangueras mueven el frame y se cae contra el fixture	X11=Doble riesgo por retrabados	
X12= Fence de fixture de soldado	X12=Pinzas no adecuadas	
X13= Método despegue descarga		
X14= Falta de Mantenimiento Preventivo en Tooling		
X15= Material no reportados		
X16=Doble riesgo por retrabajos		

Tabla 5.1 Tabla resultados proyecto 1

Observaciones preliminares:

El análisis iterativo requirió menos horas para la identificación de variables. Se generaron menos variables con el análisis iterativo. Las 4 variables críticas identificadas están incluidas en los dos métodos a comparar.

Veamos la evaluación comparativa en tiempo efectivo que se invirtió con el equipo para la identificación de las variables.

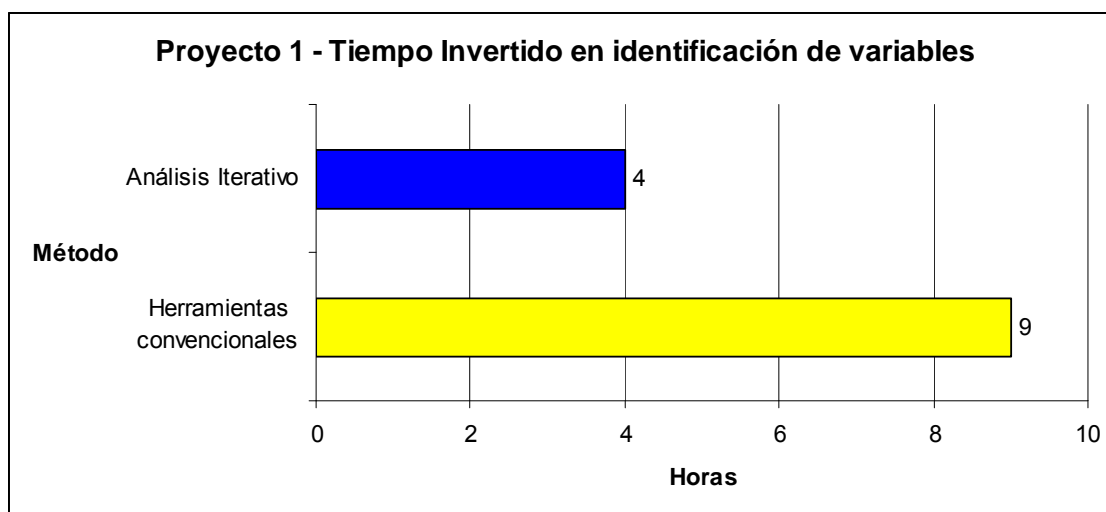


Figura 5.13 Grafico tiempo invertido proyecto 1

El análisis Iterativo representa el 44% del tiempo que invirtió el equipo con las herramientas convencionales, esto nos arroja un ahorro en tiempo del equipo de un 56%, al utilizar el Análisis iterativo.

Ahora veamos la efectividad (variables criticas significativas / total de variables identificadas).

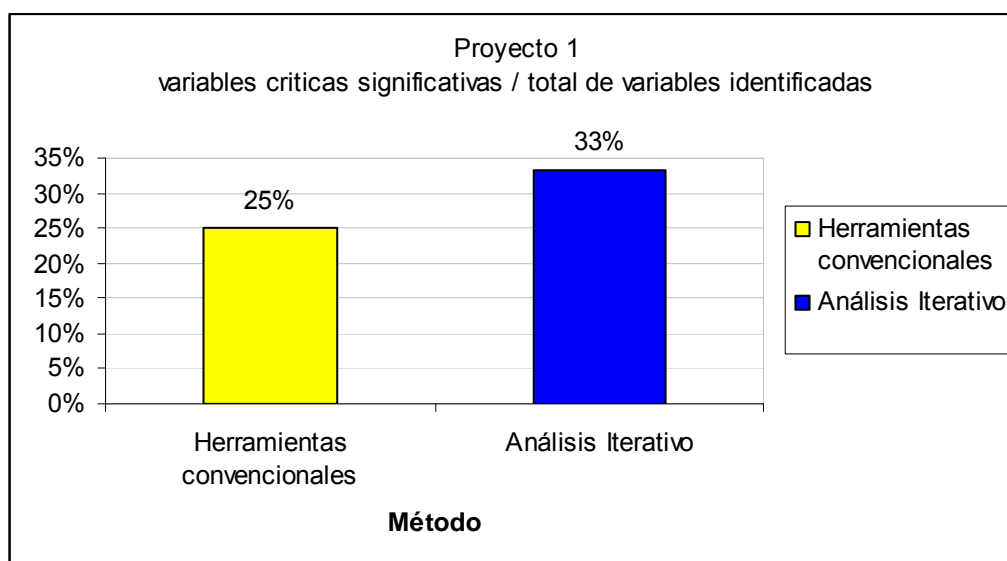


Figura 5.14 Grafico variables proyecto 1

En este caso el análisis iterativo mostró ser más efectivo, de las variables que identificó el 33% fueron criticas significativas, 8% más que el método convencional.

Evaluación comparativa proyecto 2

Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones	
	Tiempo invertido	Variables identificadas
Herramientas utilizadas, tormenta de ideas, diagrama de causa-efecto	2 sesiones de revisión, 7 horas efectivas totales	9
Análisis Iterativo	1 sesiones de revisión, 3 horas efectivas totales.	6

Proyecto 2		Mejora de eficiencia en cumplimiento de curva de aprendizaje inspecciones	
Herramientas Convencionales	Análisis Iterativo	Variables críticas significativas	
X1= Selección adecuada de trabajadores	X1= Selección adecuada de trabajadores	Selección adecuada de trabajadores	
X2= Herramientas de capacitación	X2= Herramientas de capacitación	Herramientas de Capacitación	
X3= Establecimiento de metas	X3= Rampeo del aprendizaje	Rampeo del aprendizaje	
X4= Seguimiento de aprendizaje	X4= Cobertura de entrenadores		
X5= Cobertura de entrenadores	X5= Operadores entrenadores		
X6= Operadores entrenadores	X6= Capacitación entrenadores		
X7= Capacitación entrenadores			
X8= Organización de aprendizaje			
X9= Programa de aprendizaje			

Tabla 5.2 Tabla resultados proyecto 2

Observaciones preliminares:

El análisis iterativo requirió menos horas para la identificación de variables. Se generaron menos variables con el análisis iterativo. Las 3 variables críticas identificadas están incluidas en los dos métodos a comparar.

Veamos la evaluación comparativa en tiempo efectivo que se invirtió con el equipo para la identificación de las variables.

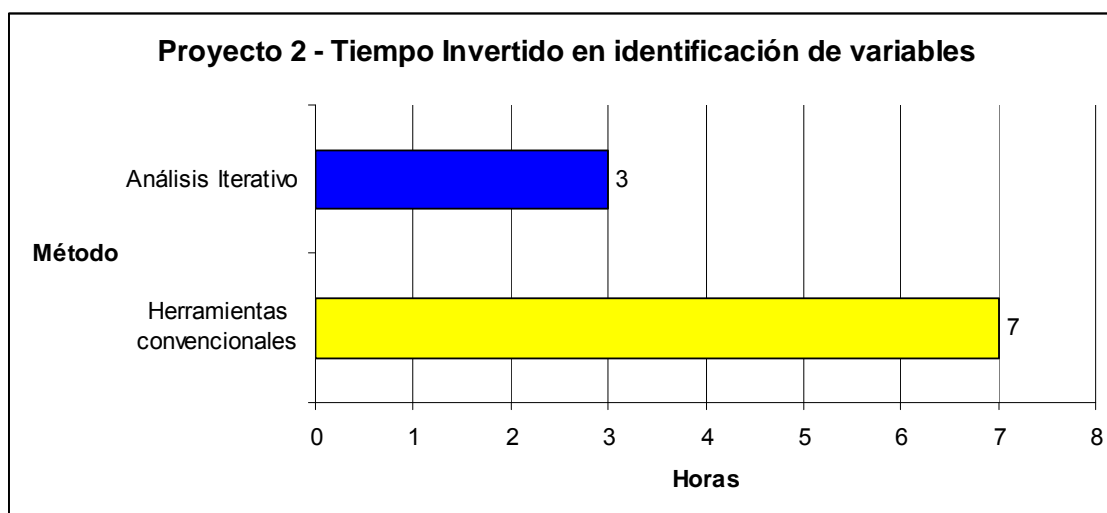


Figura 5.15 Grafico tiempo invertido proyecto 2

El análisis Iterativo representa el 43% del tiempo que invirtió el equipo con las herramientas convencionales, esto nos arroja un ahorro en tiempo del equipo de un 57%, al utilizar el Análisis iterativo.

Ahora veamos la efectividad (variables críticas significativas / total de variables identificadas).

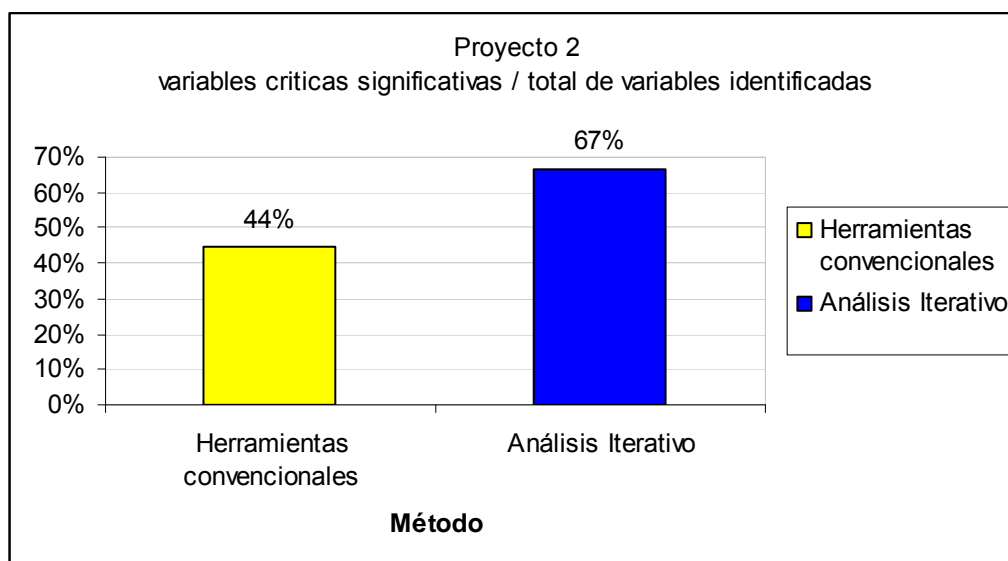


Figura 5.16 Grafico variables proyecto 2

El Análisis iterativo mostró ser más efectivo, de las variables que identificó el 67% fueron criticas significativas, 23% más que el método convencional.

Evaluación comparativa proyecto 3

Proyecto 3		Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives	
Herramientas utilizadas para la identificación de variables	Tiempo invertido	Variables identificadas	
Herramientas utilizadas, Diagrama de Pareto, diagrama de causa- efecto	4 sesiones de revisión, 12 horas efectivas totales.	7	
Análisis Iterativo	2 sesiones de revisión, 8 horas efectivas	6	

Proyecto 3		Reducción de costo por tarjetas Indexer Drives	
Herramientas Convensionales	Analisis Iterativo	Variables criticas significativas	
X1. Falla de comunicación serial	X1. Falla de comunicación serial	Falla de comunicación serial	
X2. Un compumotor dañado	X2. Un compumotor dañado	DB9 conectores con falso contacto	
X3. DB9 conectores con falso contacto	X3. DB9 conectores con falso contacto	Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)	
X4. No mueve motores	X4. Falta de batería	1 dañado	
X5. Falta de batería	X5. Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)		
X6. Pines sucios (IC's, U5, U44 Y U43)	X6. Y1 dañado		
X7. Y1 dañado			

Tabla 5.3 Tabla resultados proyecto 3

Observaciones preliminares:

El análisis iterativo requirió menos horas para la identificación de variables. Se generaron menos variables con el análisis iterativo. Las 4 variables críticas identificadas están incluidas en los dos métodos a comparar.

Veamos la evaluación comparativa en tiempo efectivo que se invirtió con el equipo para la identificación de las variables.

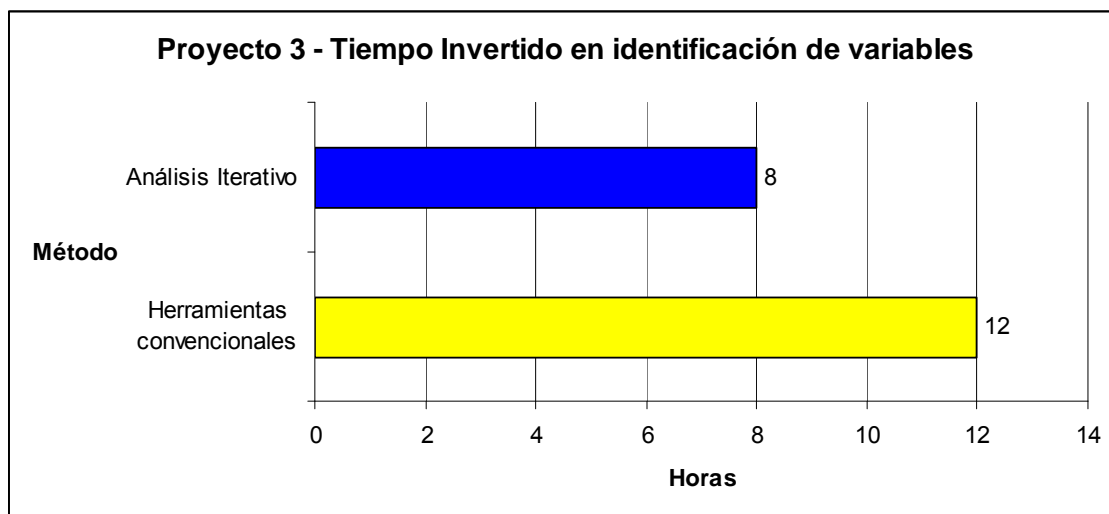


Figura 5.17 Grafico tiempo invertido proyecto 3

El análisis Iterativo representa el 67% del tiempo que invirtió el equipo con las herramientas convencionales, esto nos arroja un ahorro en tiempo del equipo de un 33%, al utilizar el Análisis iterativo.

Ahora veamos la efectividad (variables criticas significativas / total de variables identificadas).

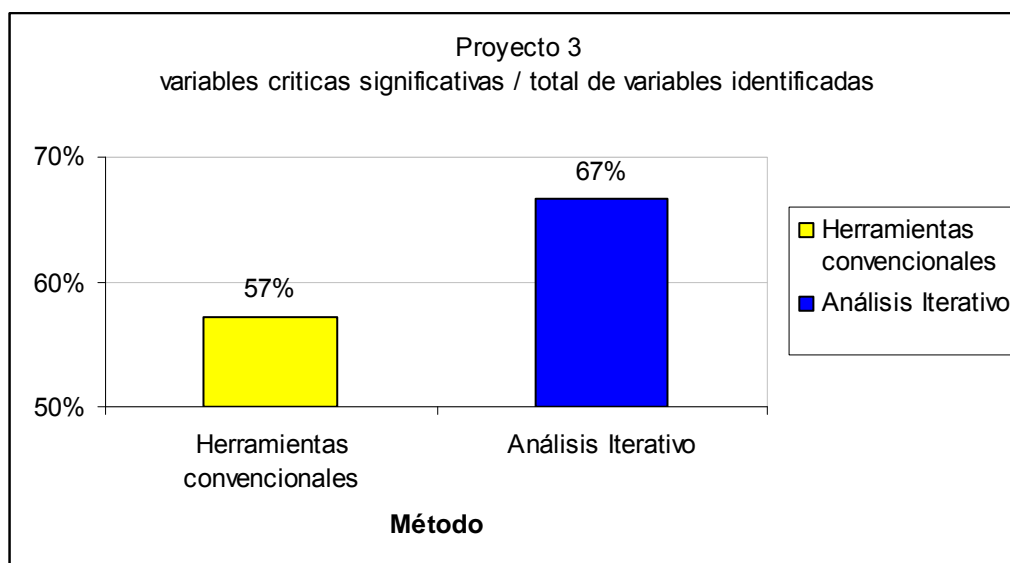


Figura 5.18 Grafico variables proyecto 3

El Análisis iterativo mostró ser más efectivo, de las variables que identificó el 67% fueron críticas significativas, 10% más que el método convencional, en este la diferencia fue menor.

5.3 Método propuesto para aplicación de análisis iterativo

Una de las aportaciones de esta tesis es el poder proponer un método simple y practico para el uso y aplicación del proceso iterativo mediante un método sugerido.

El siguiente método fue creado para la identificación de variables significativas en proyectos Seis Sigma, sin embargo no es excluyente a su utilización en otro tipo de metodologías, identificación de interacciones, relaciones causa-efecto o entendimiento de un sistema, proceso, equipo, etc.

Procedimiento.

Antes de aplicar este análisis, es importante ver el proceso, equipo, departamento, área o situación a analizar como un “sistema”, partiendo de este conocimiento previo, seguir los pasos con este entendimiento.

Paso 1.

Identifique un problema o situación que desea mejorar.

Paso 2.

Identifique el sistema, proceso principal donde se presenta el problema o situación.

Paso 3.

Junte un equipo de trabajo que este relacionado con el sistema.

Paso 4.

Aplice el análisis iterativo.

- a) Coloque en el centro del diagrama el sistema a analizar
- b) Cuestiónese junto con el equipo ¿Cuál es la función principal del sistema?
- dialogue con su equipo , llegue a un consenso y documéntelo en el cuadro correspondiente a la derecha “función” (el análisis se va llenando con el orden de las manecillas del reloj)
- c) Describa la estructura base que conforma es sistema, documéntelo en el espacio “estructura”
- d) Pregúntese ¿En que pasos consiste el funcionamiento del sistema?, ¿Cual es el proceso que se lleva a cabo dentro en la estructura para que se de la función? documéntelo en el espacio “proceso”
- e) ¿Cuál es la razón de ser de esa estructura, el proceso y la función, ¿Por qué cobra sentido?, documéntelo en el espacio “propósito (contexto)”
- f) Tomando en cuenta la última respuesta cuestiónese una vez más ¿Cuál es la función del sistema descrito en el paso anterior?
- g) Continúe con el ciclo hasta que el equipo identifique que sale sistema primario y quedo fuera del alcance del objetivo inicial, es decir, que se haya analizado las funciones, estructuras, procesos y propósitos del sistema y sus interacciones principales que delimitan las causas y efectos posibles del problema o situación a mejorar.
- h) Una vez terminado el análisis y entendido por el equipo, trate de identificar variables que afecten la situación o problema dentro de las funciones, estructuras, procesos y el contexto del sistema.
- i) Valide las variables para identificar las criticas significativas (apóyese con las herramientas sugeridas convencionalmente en proyectos Seis Sigma para este fin)

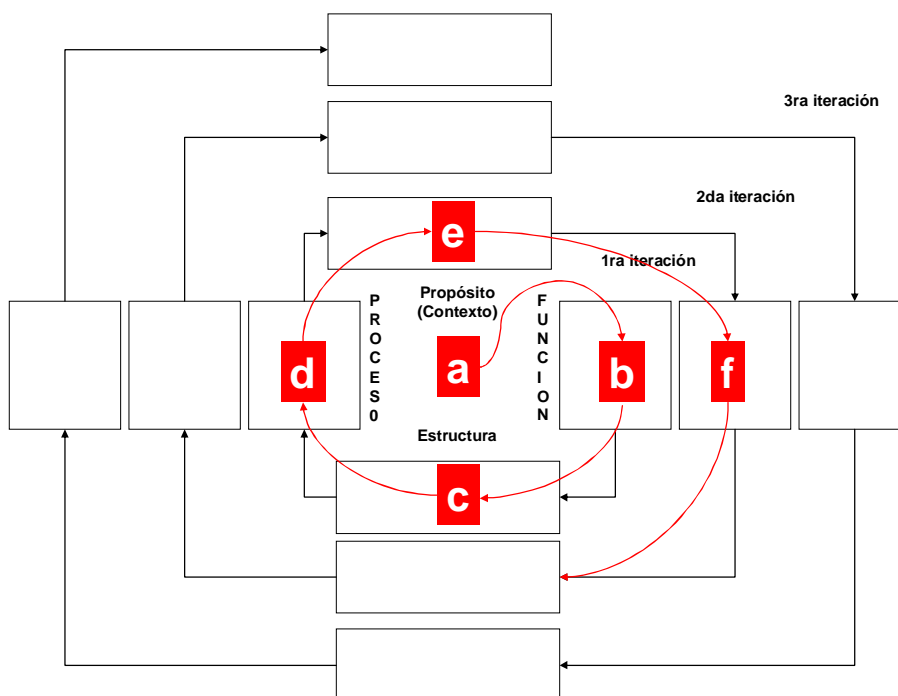


Figura 5.19 Formato análisis iterativo

A continuación se desarrolla un ejemplo con fines de aclarar la aplicación del método y sus pasos.

Situación: El Gerente general identifica un problema de comunicación en el sistema de ventas con producción y compras.

Se junta un equipo multidisciplinario para realizar un análisis iterativo para identificar variables que puedan estar causando el problema y poder eliminarlas o controlarlas.

Paso 1.

Identifique un problema o situación que desea mejorar.

R=Comunicación del Sistema de Ventas con producción y compras

Paso 2.

Identifique el sistema, proceso principal donde se presenta el problema o situación.

R=Sistema de Ventas

Paso 3.

Junte un equipo de trabajo que este relacionado con el sistema.

R=Se invita a 2 vendedores, gerente de producción, gerente de compras y 1 almacenista

Paso 4.

Aplique el análisis iterativo.

a) Coloque en el centro del diagrama el sistema a analizar

R=Sistema de ventas

b) Cuestiónese junto con el equipo ¿Cuál es la función principal del sistema? - dialogue con su equipo , llegue a un consenso y documéntelo en el cuadro correspondiente a la derecha “función” (el análisis se va llenando con el orden de las manecillas del reloj)

R= Vender productos

c) Describa la estructura base que conforma es sistema, documéntelo en el espacio “estructura”

R= 4 Vendedores, 1 Gerente, Catalogo de ventas, Pagina WEB

d) Pregúntese ¿En que pasos consiste el funcionamiento del sistema?, ¿Cual es el proceso que se lleva a cabo dentro en la estructura para que se de la función? documéntelo en el espacio “proceso”

R= 1.Identificar Prospecto, 2.Mostrar Catalogo, 3. Cerrar la venta

e) ¿Cuál es la razón de ser de esa estructura, el proceso y la función, ¿Por qué cobra sentido?, documéntelo en el espacio “propósito (contexto)”

R= Generar plan de Producción

f) Tomando en cuenta la última respuesta cuestiónese una vez más ¿Cuál es la función del sistema descrito en el paso anterior?

R= Fabricar productos

g) Continúe con el ciclo hasta que el equipo identifique que sale sistema primario y quedo fuera del alcance del objetivo inicial, es decir, que se haya analizado las funciones, estructuras, procesos y propósitos del sistema y sus interacciones principales que delimitan las causas y efectos posibles del problema o situación a mejorar.

h) Una vez terminado el análisis y entendido por el equipo, trate de identificar variables que afecten la situación o problema dentro de las funciones, estructuras, procesos y el contexto del sistema.

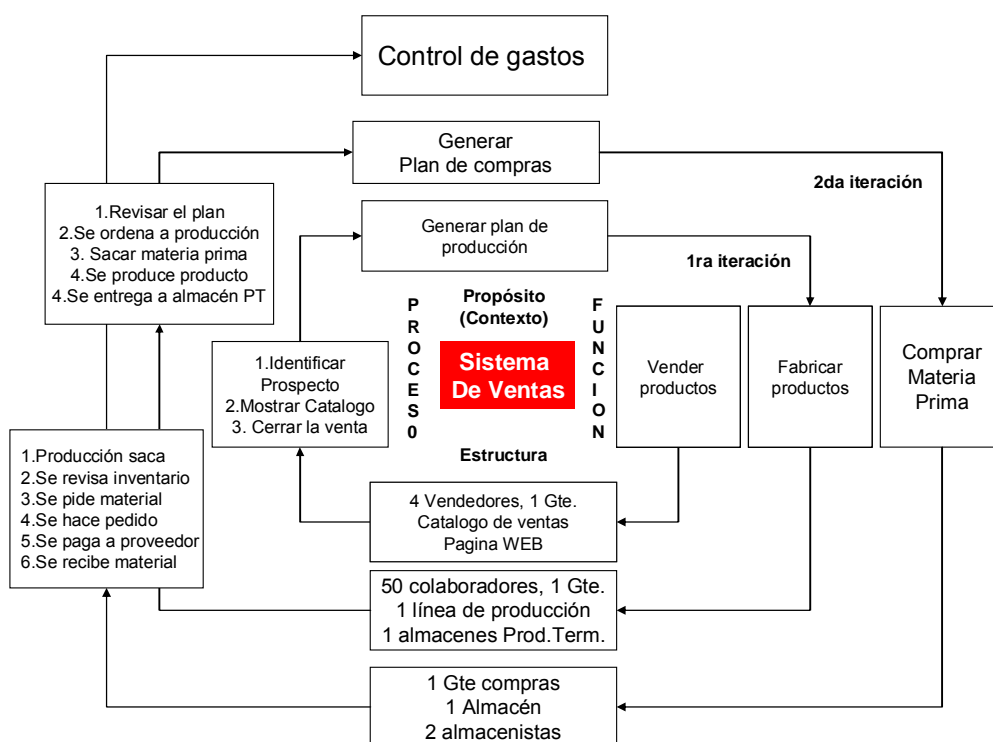


Figura 5.20 Ejemplo sistema de ventas análisis iterativo

En este caso, el equipo decide terminar el proceso al llegar al control de gastos. Después de realizar el análisis iterativo el equipo encuentra fácilmente los puntos débiles, además de entender bien el sistema, la importancia de cada función y sus iteraciones.

Capítulo 6. Conclusiones y propuestas para estudios futuros

6.1 Conclusiones

La evaluación del uso y aplicación del proceso iterativo como una alternativa para la identificación de variables críticas en problemas en los que se les ha decidido resolver con la metodología Seis Sigma se realizó con éxito, podemos concluir que el proceso o análisis iterativo como se mencionó durante la tesis, es viable y efectivo, en general mostró aplicarse en menor tiempo y ser efectivo en cuanto a la identificación de variables críticas significativas, como lo muestra la siguiente tabla de resultados.

Cabe mencionar también que más que proponerse como una herramienta a utilizar en vez de las convencionales, se sugiere su uso como herramienta alterna para agilizar la identificación de variables, pudiéndose utilizar al paralelo o como opción en vez de otras herramientas.

También se concluye después de la investigación y aplicación que el análisis iterativo tiene amplia aplicación aun fuera de los proyectos Seis Sigma, por lo que la acotación que se realizó en esta tesis puede ser ampliada y tomar la aportación del método propuesto de aplicación.

Reitero también una crítica a la investigación, al ser solo 3 equipos y no poderse optar por correr dos proyectos con dos equipos diferentes al paralelo con el mismo objetivo por las circunstancias y viabilidad de los mismos, es posible que la evaluación tenga un margen de error a considerar para futuros estudios, esto se mencionó por la razón de que el mismo equipo de cada proyecto realizó los análisis tanto convencionales como el iterativo.

Una última conclusión es que se considera que las mayores ventajas en la utilización de este tipo de análisis se obtendrán a mediano y largo plazo mediante la práctica y confianza en su utilización ya que la inercia a utilizar las herramientas convencionales es fuerte y no es fácil ganar credibilidad si no es en base a resultados, sin embargo la herramienta muestra ser efectiva y seguro sorprenderá con sus resultados a los que decidan utilizarlo.

6.2 Propuesta para estudios futuros

El análisis iterativo tiene fundamentos en el pensamiento sistémico, las teorías y conocimiento desarrollado a partir de los estudios de la quinta disciplina (Peter Senge, 1994) y son una plataforma muy grande para futuras aplicaciones y

estudios sobre el mismo, a continuación se mencionan tan solo algunos de los campos de aplicación que se sugieren para estudios futuros.

Aplicación de análisis iterativo en:

- Proyectos de gestión ambiental
- Diseño de organigramas
- Mapas estratégicos de organizaciones
- Proyectos de mejora continua
- Evaluación de organizaciones
- Diseño de departamentos de ventas y servicios
- Estrategias de Marketing
- Evaluación de sistemas de educación
- Sistemas de redes empresariales

También se sugiere se continúe con la aplicación y desarrollo en el ámbito de identificación de variables, sobre todo en aquellos proyectos en los que se identifiquen interacción entre variables de manera estadística, en un diseño de experimentos por ejemplo, en este caso, el evaluar si la aplicación del análisis ayuda a identificar las propuestas de mejora a través de entender el sistema a partir de estas interacciones.

Glosario

AMEF: Análisis de Modo y Efecto de Falla
 Baseline: Línea Base, punto de partida
 CEO: Principal Oficial Ejecutivo o con las siglas CEO del inglés Chief Executive Officer
 Check List: Lista de Verificación
 Chips : Material dañado astillado
 CTQ: es un acrónimo (por sus siglas en inglés : Critical To Quality) Crítico para la calidad
 Customer: Cliente
 DB9: Nomenclatura de componentes en la tarjeta electrónica
 Deep Switch: componente que define como trabaja la tarjeta manual o automático
 DMAIC: es un acrónimo (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control) de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.
 Femto: Un tipo de producto en la empresa donde se realiza en análisis
 Fixture: Componente que facilita el transporte, posición o manufactura de algo
 Frame: Marco utilizado como base
 GCU's : Grade Unify Criterial , Grado de unificación de criterios
 Hardware: soporte físico de un equipo
 IC's, U5, U44 y U43: Nomenclatura de componentes en la tarjeta electrónica
 Indexer Drive: Nombre comercial de la tarjeta o componente electrónico
 Input: Entradas
 IPV: Instrumento de Pruebas Venezolano
 Job: Lote de slider
 Join Venture: Empresa conjunta, es un tipo de alianza estratégica
 Jumper: termino utilizado al componente que reinicia el sistema
 Just do it: Solo Hazlo, se refiere a aquellas actividades que solo requieren ejecutarse de inmediato para obtener beneficios
 LEI: Limite de Especificación Inferior
 LES: Limite de Especificación Superior
 MP: Mantenimiento Preventivo
 MPI: Manufacturing Process Instructions, Instrucción de procesos de manufactura
 Operator Error: Error de operador
 Output: Salidas
 Picker: Recolector
 Pico: Un tipo de producto en la empresa donde se realiza en análisis
 PM: (P: phenomena, physical, problem, M: mechanism, machinery, manpower, material): Metodología llamada Fenómeno - Maquina
 PPM: Partes por Millón
 QFD:(por sus siglas en inglés: Quality Function Deployment): Despliegue de la función de calidad

Quad: Conjunto de rows

Rows: Conjunto de sliders

SIPOC: Acrónimo SIPOC (por sus siglas en inglés: Supplier, Input, Process, Output, Customer): Identificar proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes.

Slider: Término atribuido a las cabezas magnéticas lectoras de disco duro

Software: Contenido informático o programas (intangibles de un equipo)

Stage: estación

Start : Inicio

Strip Tool: Equipo de lavado del proceso del slider

Supplier: Proveedor

Test Clever

TGT: Abreviación de Target, Objetivo

Tooling: Herramental

Wire Bonding: Soldado de cable

Yield Loss: Pérdida de rendimiento

Referencia Bibliográfica

Ackoff, Russell L., Vergara Finnel y Elsa, Gharajedaghi, Jamshid (1986) Guía para Controlar el Futuro de la Empresa. (1a.ed.) México D.F. México: Limusa

Analysis P-M: An Advanced Step in TPM Implementation (1995) By: Kunio Shirose, Mitsugu Kaneda, Yoshifummi Kimura , New York, Portland, Or. : Productivity Press

Andersson, R., Eriksson, H. y Torstensson H., (2004). Similarities and differences between TQM, Six Sigma and Lean.

Antony, Jiju, Bhajji, Mukkarram, Kev Ingredients for a Successful Six Sigma Program. Warwick Manugacturing. Group,School of Engineering. 2000 Allway, M. y Corbett, S. (2002).Shifting to lean service: Stealing performance a page from manufactures playbooks. Journal of Organizational Excellence, vol. 21, No. 2 pp 45-54.

Brian Wilson (1993), Sistemas: Conceptos, Metodologías y Aplicaciones (1a.ed.) México D.F. México: Megabyte

De Feo, Joseph A,Juran Institute's six sigma : breakthrough and beyond : quality performance breakthrough methods, New York : McGraw-Hill

E.E.olson y G.H. Eoyang, (2001), Facilitating Organization Chage: lesson from Complexity Science, San Francisco, CA: Jossey Bass Ed.

Edward Lumsdaine Monika Lumsdanine (1995) Creative Problem Solving New York; México: McGraw-Hill

Enrique G., Herrsher (2003) Pensamiento sistémico: caminar el cambio o cambiar el camino. (1a.ed.) México D.F. México: Granica

Genrikh Altshuller, Lev Shulvak y Steven Rodman (1998) 40 Principles: TRIZ Keys to technical Innovations (first edition) Worcester, MA : Technical Innovation Center

George, Michael L., Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. McGraw Hill 2002

Gerald M. Weinberg (2001) An introduction to General Systems Thinking (1th Ed.) New York, USA: Dorset House

Gharajedaghi, Jamshid (1985). Toward a systems theory of organization, Seaside, CA: Intersystems Publications

Gharajedaghi, Jamshid (2006) Systems Thinking, Managing Chaos and Complexity - A platform for designing business architecture, Amsterdam; Boston : Elsevier

Humberto Gutiérrez Pulido, (1998) Calidad Total y Productividad, (1ra ed.) México, D. F.: McGraw-Hill

James R. Evans, William M. Lindsay (2005) Administración y Control de la Calidad., (1ra Ed.) México, D. F: Cengage Learning

Kai Yang, Basem El-Haik (2003) Design for Six Sigma A Roadmap for Product Development, New York; México: McGraw-Hill

Kalevi Rantanen, Ellen Domb (2002) Simplified TRIZ: New Problem- Solving applications for engineers & Manufacturing Professionals, Boca Raton: St. Lucie Press

Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger (2004) Producto Desing and Development, (first edition) Boston: McGraw-Hill/Irwin

Michael C. Jackson (2000) Systems Approaches to Management New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers

Michael C. Jackson (2003) Systems thinking: creative holism for managers, England: John Wiley

Montgomery, D. C. (2004). Control estadístico de la calidad (3ra. ed.) México: Limusa, pp:24.

P.Cilliers, Routledge (1998). Complexity and Postmodernism, New York:Taylor & Francis Group

Pande, Peter S., Neuman, Robert P., Cavanagh, Roland R., The Six Sigma Wav. McGraw Hill 2000.

Peter Senge. The Learning Organization. Artículo consultado el 29/09/06 http://www.infed.org/thinkers/senge.htm#_The_learning_organization

Peter Senge, The Fifth Discipline, (1th Ed.) Currency,1994

Rath y Strong. (2003). Six Sigma leadership handbook. EUA: Wiley.

Russell Ackoff (1981) *Creating the corporate future* (1th Ed.) New York , United States: John Wiley and Sons

Russell Ackoff (1992) *El Arte de Resolver problemas* (1ra ed.) México, D.F. México. : Limusa

Russell Ackoff (1995) *Rediseñando el futuro* (1ra ed.) México, D.F. México. : Limusa

Russell L. Ackoff (1991) *Capsulas de Ackoff Administración en pequeñas dosis* (1ra ed.) México, D.F. México. :Limusa

Serope Kalpakjian (2001) *Manufacturing Engineering and Technology* Upper Saddle River, NJ : Pearson/Prentice Hall

Taghaboni-Dutta, F. y Moreland, K., (2004). Using Six-Sigma to improve loan portofolio performance. *Journal of American of Business*, vol. 5, pp 15-20.

Thomas L. Jackson (1996) *Implantación de un sistema de dirección lean*, (1ra ed.) Madrid: Productivity Press

Thomas L. Jackson (2006) *Hoshin kanri for the lean enterprise : developing competitive capabilities and managing profit*, New York : Productivity Press

Thomas Pyzdek (2003) *The Six Sigma Handbook* , New York : London : McGraw-Hill

W. Edwards Deming (2000) *The New Economics for Industry, Government, Education - 2nd Edition*, MIT Press

William T. Truscott, Butterworth Heinemann (2003) *Six Sigma: Continual Improvement for Businesses a Práctical Guide* Great Britain: Butterworth-Heinemann publications.