



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

01167

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN PLANEACIÓN

“MEJORA DE PROCESOS A TRAVÉS DE SIX SIGMA
PARA LAS EMPRESAS DE SERVICIOS
EN MÉXICO”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA EN SISTEMAS
(PLANEACIÓN)**

PRESENTA:

ING. RODRIGO CARRILLO SANCOSME

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JAVIER SUAREZ ROCHA

CIUDAD UNIVERSITARIA
SEPTIEMBRE 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis es la consolidación de un esfuerzo por superarme a través del medio más noble que conozco: **la educación**.

Creo fervientemente que todos los mexicanos vivimos en el país de las oportunidades, sin embargo, éstas se presentan sólo a quien está preparado para tomarlas.

Seamos en todo momento dueños de nuestro destino, preparémonos para afrontar el presente, salgamos adelante y pongamos el ejemplo de que en México tenemos todo para ser un país grande.

Es nuestra responsabilidad, asumámosla HOY...

Si he logrado llegar a este punto, se debe a todas las personas que han influido en mi para ser quien escribe y propone un nuevo futuro.

Gracias a mi familia, por estar en todo momento forjando los valores que me han llevado a este camino, del cual puedo decir: "me siento orgulloso".

Dedico esta tesis a todo aquel que está dispuesto a superar su condición a través del esfuerzo continuo, a quien cada día ve una nueva oportunidad de cambiar su entorno y así lo hace, para todos ustedes...

Aquí, a vivir! Pero también nosotros?

Nosotros, los transeúntes, los equivocados de estrella,

naufregaríamos en la isla como en una laguna,

en un lago en que todas las distancias concluyen,

en la aventura inmóvil más difícil del hombre.

La Rosa Separada

Pablo Neruda

ÍNDICE

Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
Capítulo 1 UNA MIRADA A SIX SIGMA	10
1.1 - ¿Qué es Six Sigma?	11
1.2 - ¿Cómo trabaja Six Sigma?	13
1.3 - ¿Por qué utilizar Six Sigma?	13
1.4 - Mecánica de Six Sigma	15
Capítulo 2 FASES Y HERRAMIENTAS	19
2.1 – Definir	19
2.1.1 - Modelo de Kano	20
2.1.2 – Árbol de Procesos	22
2.1.3 – Contrato de Proyecto	22
2.1.4 – Costo Por Mala Calidad	24
2.1.5 – Mapas de Procesos	26
2.2 – Medir	29
2.2.1 – Gage R & R	30
2.2.2 – Capacidad del Proceso (Nivel Sigma & DPMO)	32
2.3 – Analizar	33
2.3.1 – Histograma	33
2.3.2 – Gráficas de Pareto	34
2.3.3 – Gráficas de Series de Tiempos	35
2.3.4 – Diagrama Causa – Raíz	37
2.3.5 – AMEF	39
2.3.6 – Pruebas de Hipótesis	40
2.4 – Mejorar	42
2.4.1 – Matriz de Diseño de Soluciones	43
2.4.2 – Diseño de Experimentos	45
2.5 – Controlar	48
2.5.1 – Gráficas de Control	51

Capítulo 3 ESTUDIO DE CASO	54
3.1 – Definir	54
3.1.1 - Modelo de Kano	54
3.1.2 – Árbol de Procesos	56
3.1.3 – Contrato de Proyecto	57
3.1.4 – Costo Por Mala Calidad	58
3.1.5 – Mapas de Procesos	59
3.2 – Medir	60
3.2.1 – Gage R & R	61
3.2.2 – Capacidad del Proceso (Nivel Sigma & DPMO)	62
3.3 – Analizar	63
3.3.1 – Histograma	63
3.3.2 – Gráficas de Series de Tiempos	64
3.3.3 – Diagrama Causa – Raíz	66
3.3.4 – AMEF	67
3.3.5 – Pruebas de Hipótesis	68
3.4 – Mejorar	70
3.4.1 – Matriz de Diseño de Soluciones	70
3.4.2 – Diseño de Experimentos	71
3.5 – Controlar	77
3.5.1 – Gráficas de Control	78
CONCLUSIONES	80
ANEXOS	82
BIBLIOGRAFÍA	107



Resumen

Six Sigma, la exitosa metodología para mejora de procesos, no es una herramienta exclusiva para las empresas de manufactura. Esta tesis muestra la forma en que puede ser aplicada por las compañías de servicios.

El Capítulo 1 UNA MIRADA A SIX SIGMA, está diseñado para satisfacer la necesidad de conocer los orígenes, las bases de su visión, las razones por lo que vale la pena utilizarla, la mecánica e incluso las herramientas ligadas a las fases donde se aplicarán. La importancia de este capítulo radica en que el lector puede definir sus expectativas respecto a la metodología, el alcance de sus proyectos y la aplicación que podría darle.

Al final del capítulo se espera que el lector esté interesado en la metodología y se encuentre dispuesto a ir más allá de su curiosidad. Descubrirá que Six Sigma más que un tabú es una realidad al alcance de la mano.

El Capítulo 2 FASES Y HERRAMIENTAS, está orientado para las personas dispuestas a implantar la metodología en un proyecto de mejora. Explica detalladamente pero de forma sencilla las herramientas utilizadas en el desarrollo de una iniciativa, relacionándola con ejemplos sencillos de entender, que dan claridad a las herramientas. Como uno de los objetivos de esta tesis es acercar al lector y abrir su apetito por explorar y probar la metodología en su empresa, la explicación de las herramientas estadísticas se limita a exponer la utilidad más que las bases matemáticas en que se fundan. Si el lector requiere profundizar en alguna de las herramientas, se recomienda verificar la bibliografía que compone este texto.

Finalmente el Capítulo 3 ESTUDIO DE CASO, muestra un ejemplo real donde se puede observar como se utilizaron las herramientas para lograr mejoras dentro de una empresa mexicana de servicios. Aquí se comprueba la hipótesis establecida, además de que permite reforzar la teoría expuesta en los dos primeros capítulos.



Abstract

Six Sigma, the successful process improvement methodology, is not a tool for manufacturing companies only. This thesis shows the way to implement the methodology on a Servicing Environment.

Chapter 1 A GLANCE TO SIX SIGMA, is designed to satisfy a need to know the background, vision, benefits of using it, how it works and the tools applied. The importance on this chapter, is that the reader can define expectations regarding the methodology, the scope of its projects and the use of it.

At the end of this chapter, it is expected that the reader will be interested in the methodology and is willing to go further. Six Sigma will be discovered out from a taboo and inside the reality of any Servicing company.

Chapter 2 PHASES AND TOOLS, is oriented to the persons willing to apply the method for an improvement project. It explains on detail but easily, the tools needed to implement a project, explaining the statistics with simple examples that clarify its use. As one of the goals of this thesis is to approach and seduce the reader to explore and test the methodology, the statistical tools explanation is limited to show its use more than the mathematical basis. If the reader wants to go deeper on any tool, I recommend to review the bibliography suggested at the end of the text.

Finally Chapter 3 CASE STUDY, shows a real example where the methodology is applied, with the tools usage, to improve a process in a Mexican Servicing company. Here the hypothesis defined is demonstrated helping to reinforce the theory shown on the first two chapters.



Introducción

Existe actualmente un paradigma que define a las empresas de manufactura como organizaciones totalmente diferentes de las compañías dedicadas a servicios; este paradigma no está tan lejos de la realidad para algunas personas, sin embargo, existen prácticas manejadas en cada ramo que bien pueden adaptarse y aplicarse en el otro ambiente con resultados sorprendentes.

En la manufactura, es muy interesante la lista de compañías – Motorola, General Electric, Ford, General Motors, Honeywell, entre otras – que han utilizado el control estadístico dentro de sus procesos y a partir de esto, la metodología “Six Sigma” para mejorar la calidad de sus productos con un éxito sin precedentes.

Sin embargo, algunas organizaciones de servicios que han oído de la metodología, la descartan rápidamente bajo el argumento de: “esto no va a funcionar para nosotros”; ¿Por qué?, debido a que Six Sigma se desarrolló en y para el ambiente de manufactura.

Rick Schleusener (Consultor Senior del Six Sigma Academy) comenta: “las raíces históricas de Six Sigma son en manufactura. Sin una comprensión real de la metodología, cualquier persona dentro del ramo de servicios podría argumentar que no es posible aplicarlo a su ambiente de trabajo. De hecho, nuestra experiencia ha demostrado que las empresas de servicios que invierten en Six Sigma, están ahorrando millones de dólares en cada proyecto”.¹

Es importante entonces mostrar algunas diferencias entre los ramos, mismas que han puesto a Six Sigma como un tabú para las empresas de servicios:

- En manufactura las entradas más comunes de un proceso son materiales, mano de obra y maquinaria entre otras; posteriormente se ejercen actividades para transformar estas entradas en un producto terminado para el cliente. Por parte de servicios, la entrada principal suele ser la habilidad de un empleado para transformar el problema de un cliente, en una solución aceptada por ambas partes (salida). Como apoyo para esta habilidad del empleado, se encuentran los procesos. Estos procesos establecen las políticas y lineamientos que rigen las decisiones del empleado para resolver los problemas de clientes.

¹ “Six Sigma”, Agosto 2004, www.qualitydigest.com/may03/articles/01_article.shtml (en línea)



- Dentro de manufactura existe un énfasis en la calidad del producto final que se entrega al cliente o consumidor, mientras que en servicios, la entrega del producto al cliente es el inicio de una relación con la compañía.
- La organización de las operaciones en manufactura gira alrededor de los procesos o subprocesos; en servicios comúnmente se organiza por áreas funcionales responsables de algunas actividades en el proceso (no necesariamente del total de ellas).
- Otra característica importante en los servicios es la gran cantidad de contactos entre el cliente y los empleados, llamados "momentos de la verdad", mismos que se encuentran ausentes en una fábrica.

Debido a estas diferencias es que el paradigma de "esto no va a funcionar para nosotros" se convierte en una gran barrera.

Aún con tantas diferencias, el ambiente de globalización y alta competitividad que se vive actualmente, tiene exigencias fuertes, generando una problemática en común:

Disminuir los costos operativos y de producción, mientras aumentan los ingresos obtenidos por el bien o servicio, a través de satisfacer las necesidades de los clientes.

Visualizando esta problemática, la tesis que a continuación se presenta tiene por objetivo:

Establecer una metodología mediante la cual, las empresas mexicanas de servicios tengan la posibilidad de mejorar sus productos y/o servicios a través del análisis y control en el desempeño de sus procesos.

Lográndolo mediante la comprobación de la siguiente hipótesis:

La metodología para mejora de procesos "Six Sigma" se puede aplicar con resultados exitosos dentro del ambiente de servicios en México.

Por las razones presentadas, el valor que este documento puede agregar al contexto de las empresas de servicios en México, se perfila hacia:

- Mostrar la adaptación de una herramienta altamente exitosa, al ambiente de servicios.
- Comprobar que las técnicas estadísticas y de cuantificación de datos para el control de procesos, son totalmente aplicables en las empresas de servicios.
- Poner al alcance de las compañías mexicanas dedicadas a servicios, las bases de una herramienta que ha revolucionado el desempeño de muchas corporaciones en EEUU.



- Eliminar el paradigma de que Six Sigma es una metodología exclusiva para manufactura o que sólo se puede acceder siendo una gran empresa transnacional.
- Apoyar la comprensión por medio de elementos que se encuentren dentro del contexto empresarial.

Para lograr estos puntos, las expectativas del lector deberán centrarse en encontrar dentro de este documento las bases de la metodología, las herramientas estadísticas sugeridas así como las decisiones a tomar a partir de su uso; por esto se intenta a través de los temas, no profundizar en las bases teóricas de la estadística, debido a que esto es un tema muy extenso que nos alejaría del objetivo establecido.



Capítulo 1 **UNA MIRADA A SIX SIGMA**

Introducción

La lectura respecto a mejora de procesos puede ser tan simple o compleja como el nivel de detalle que el lector esté dispuesto a adentrarse en la literatura e información publicada. Los altos ejecutivos de las empresas de servicios que estén buscando eficientar sus procesos y hayan escuchado de los impactantes resultados de Six Sigma en las compañías norteamericanas, estarán deseosos de conocer la filosofía que gira alrededor de ese éxito, además de verificar si se encuentra al alcance de sus posibilidades.

Los ejecutivos, tomadores de decisiones, en una empresa requieren conocer las generalidades de una herramienta que puede revolucionar su compañía, por esto, el primer capítulo está orientado a personas sin conocimientos previos de estadística o ingeniería, sin embargo, líderes en sus empresas.

El lector encontrará aquí, respuesta a las primeras preguntas que se formulan al conocer un producto nuevo:

- ¿Qué es?
- ¿Cómo trabaja?
- ¿Porqué utilizarlo?

Una vez generada la visión global de la herramienta, será tema del siguiente capítulo el detalle de la misma.

1.1 ¿Qué es Six Sigma?

Veamos algunas explicaciones que se manejan en el mercado:

- “Es una filosofía administrativa enfocada a eliminar errores, desperdicio y re-trabajos”.²
- “Six Sigma plantea una nueva forma de visualizar las mejoras, esto se plasma en dos de sus pilares fundamentales: el beneficio económico y la calidad percibida por el cliente”.³
- “Es un proceso altamente disciplinado que ayuda a enfocarse en el desarrollo y entrega de productos y servicios casi perfectos”.⁴

² “ITIL and Six Sigma”, Marzo 2004, www.itilportal.com

³ Pande Peter, Neuman Robert, et al, “Las claves de Seis Sigma”, McGraw-Hill, 2000

⁴ “What is Six Sigma, the roadmap to customer impact”, Febrero 2003, www.ge.com (en línea)



- “Es un término estadístico que se refiere a generar 3.4 defectos por millón de bienes o servicios producidos”.⁵

Podemos definirla como:

Six Sigma es una metodología para mejorar procesos, con enfoque en cubrir e incluso superar las expectativas de los clientes o consumidores.

La metodología se desarrolla a partir de la toma de decisiones con base en hechos, apoyándose en herramientas estadísticas y para resolución de problemas.

La idea de esta metodología fue creada en Motorola a manos de William Smith a mediados de los 80's bajo el concepto de utilizar las herramientas de calidad y estadística existentes, de forma estructurada para apoyar la toma de decisiones y disminuir el riesgo de hacer cambios sin bases reales.

Hasta la fecha, ha sido manejada por las compañías del ramo manufacturero con el fin de eficientar sus procesos, impactando positivamente en los productos entregados a clientes, a la vez reduciendo costos operativos y finalmente generando mayores utilidades para las organizaciones.

El nombre “Six Sigma” se origina por su ideal de perfección: “alcanzar no más de 3.4 defectos, errores o equivocaciones por millón de oportunidades”, aplicándose esto en el diseño o producción de un bien, así como para procesos en el ambiente de servicios.

El símbolo Sigma “ σ ” proviene del alfabeto Griego, se usa matemáticamente para denotar la desviación estándar (medida de dispersión de datos). Para visualizar la utilización práctica de la desviación estándar, se puede tomar como ejemplo un proceso de negocio, cuando este proceso tiene muy poca variación en sus resultados o productos, es capaz de contener más desviaciones estándar o “Sigmas” entre el promedio de los datos en sus resultados y los límites de especificación; si los resultados o productos del proceso tienen una gran variación, contienen por lo tanto, una menor cantidad de desviaciones estándar o “Sigmas”.

Finalmente si se traduce el número de desviaciones estándar o “Sigmas” a defectos en los resultados o productos del proceso, tenemos que: **a mayor número de “Sigmas” dentro de especificaciones, menor será el número de defectos generados y por lo tanto habrá poca variación entre el promedio de los datos y los niveles de especificación.**

⁵ “Six Sigma: a new approach to Quality Management” Agosto 2004, www.isixsigma.com (en línea)



Se puede decir que un proceso con alto nivel "Sigma" satisface consistentemente los requerimientos de sus clientes a través de los bienes o servicios que produce.

En la figura 1, se muestra un proceso con un nivel de 2 Sigmas (gran variación en sus resultados) y la diferencia contra un proceso 6 Sigma (variación controlada).

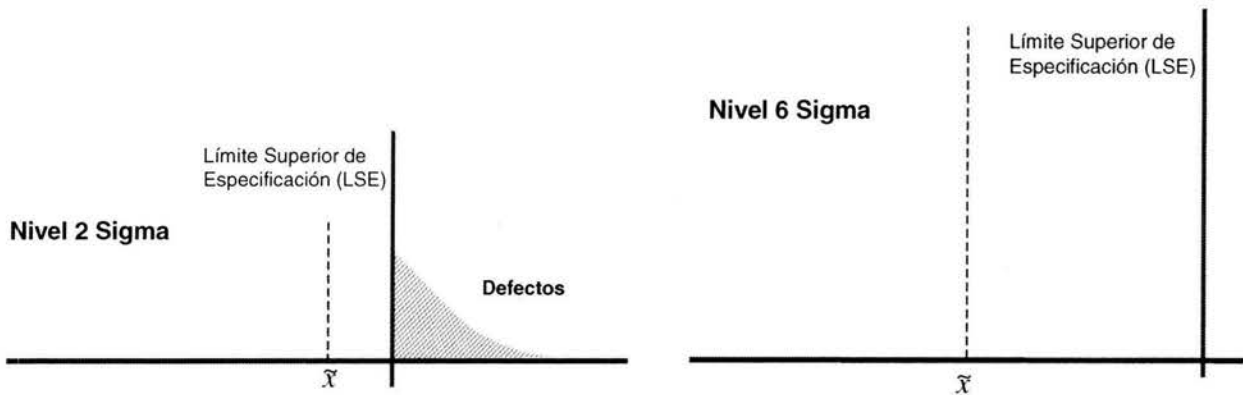


Figura 1. Proceso con alta y baja variación

Un punto importante dentro de la metodología, es que se basa en las necesidades de los clientes para definir las especificaciones del proceso; esto hace una gran diferencia contra otros métodos, pues por lo regular las compañías definen internamente sus métricas e incluso definen la calidad de su producto respecto a su propia percepción (v.gr. el gerente de un centro telefónico define que para la calidad al contestar las llamadas de servicio, "no importa cuanto tiempo tarden los empleados durante la llamada, mientras que el cliente reciba solución a su problema sin llamar de nuevo" – visión interna -; el cliente se queja por que "cada vez que llamo al centro telefónico de servicio, se tardan 30 minutos en resolver mi problema y, solamente hablé 5 minutos con el empleado, el resto del tiempo no escuché nada", -visión del cliente-).



1.2 ¿Cómo trabaja Six Sigma?

Six Sigma propone definir los niveles de especificación para productos y servicios de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los clientes, a partir de estas necesidades se establece el objetivo de desempeño para los procesos; de tal forma que, es posible administrar la generación de bienes y servicios de acuerdo a las expectativas de los clientes y no a las percepciones internas (¿se imaginan a un proveedor de la industria automotriz produciendo asientos de plástico duro –por ser más baratos- para instalarse en autos deportivos?).

Mediante Six Sigma, las empresas de manufactura han generado beneficios tales como:

- Mejora de tiempos en ciclos productivos y disminución de costos generando a su vez productos de calidad.
- Aumento de la eficiencia en procesos (más productos, con menos recursos).
- Incremento de ventas a través del diseño de productos y servicios orientados al cliente.
- Reducción de desperdicios.
- Incremento de márgenes de utilidad, al mejorar las ganancias y reducir los costos operativos.

1.3 ¿Por qué utilizar Six Sigma en Servicios?

Para las empresas de servicios existe desconfianza respecto a las prácticas en manufactura por ser negocios "diferentes"; un servicio no puede ser estándar, pues la calidad percibida por un cliente puede ser muy buena en su primer experiencia y muy mala en el siguiente contacto con la empresa, aún cuando el servicio ofrecido es el mismo. Por ejemplo: un día tomamos el taxi por la mañana, el chofer nos hace la plática amablemente, pregunta por nuestros hijos, el trabajo y comenta sobre deportes, nos parece una persona muy agradable y bajamos del transporte con una sonrisa. Al siguiente día se acaba el gas y el baño fue con agua fría, no hubo café y salimos molestos de casa; abordamos un taxi y el chofer trata de entablar una conversación amable para hacer más agradable el viaje, de mal humor preferimos guardar silencio y nos parece una persona entrometida. En este caso el servicio fue semejante (estándar), sin embargo, el resultado fue totalmente diferente.

Mediante Six Sigma se comprenden las diferentes variables involucradas en un proceso, identificando causas raíz y trabajando con éstas, para entregar un producto o servicio estándar, cuando las condiciones sean iguales. En caso que las condiciones varíen, entonces habrá que



ofrecer un servicio adecuado para estas nuevas condiciones logrando que el cliente siga percibiendo un producto o servicio de calidad.

Es entonces, bajo este concepto, que los servicios también pueden estandarizarse siempre y cuando se conozca al cliente y las condiciones que le rodean.

Si logramos comprender el mundo de los servicios bajo el contexto de procesos (de acuerdo al cliente) y podemos medir estos procesos, estaremos en condición de tomar decisiones con base en los hechos (representados a través de métricas), en vez de tomar decisiones con base únicamente en la experiencia.

Por lo tanto, las empresas de servicios, pueden ver a Six Sigma como la herramienta que les ayudará a tomar las decisiones más acertadas en el complejo mercado de hoy.

Y para esto, la metodología también puede ser utilizada de forma estratégica al:

- Formular, integrar y ejecutar la misión, visión y/o nuevas estrategias de negocio.
- Lidiar con el cambio constante (e incrementalmente complejo) en los requerimientos de clientes.
- Acelerar la globalización (e integración) de compañías.
- Asegurar la implantación efectiva de negocios con la infraestructura y estrategias adecuadas.
- Acelerar el desarrollo de nuevos productos.
- Mejorar canales de mercadeo.
- Disminuir tiempos de ciclo para traducir la información del mercado y datos de la competencia en nuevas prácticas de negocio.
- Generar y administrar una cultura de cambio sustentable.
- Mejorar reportes financieros y corporativos.
- Gestionar y disminuir riesgos de negocio.



1.4 Mecánica de Six Sigma

Para implantar Six Sigma, se utiliza el enfoque de mejora a través de proyectos, con el fin de reducir o eliminar defectos de manera sistemática.

La metodología consiste en cinco fases: DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR (o DMAIC por sus siglas en inglés Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

El objetivo en cada fase, es asegurar la correcta toma de decisiones para avanzar a la siguiente etapa de la metodología, de tal forma que, llegando al ciclo de control, el equipo de trabajo (y la empresa en general) puede estar seguro que los resultados del proceso serán de acuerdo a lo establecido durante el proyecto.

El objetivo específico de cada etapa es el siguiente:

- **DEFINIR:** identifica la necesidad de los clientes, determina el propósito y alcance de la iniciativa de mejora.
- **MEDIR:** reúne toda la información acerca de la situación y las condiciones actuales (e históricas) del proceso.
- **ANALIZAR:** confirma, apoyado en métodos estadísticos, las causas - raíz del problema a través de la interpretación de los datos generados por el proceso.
- **MEJORAR:** genera, prueba e implanta las propuestas de solución que erradican los defectos de raíz.
- **CONTROLAR:** evalúa el desempeño y administra el proceso para mantener los beneficios generados.

Otra forma de ver la metodología es bajo las líneas de acción que sus etapas implican:

1. Definir el alcance del proyecto dentro del contexto estratégico y táctico del negocio.
2. Identificar los clientes (internos y externos) del proceso, así como determinar sus requerimientos críticos.
3. Definir el proyecto a través de una visión global de procesos (principio a fin).
4. Establecer el desempeño actual del proceso y el Costo Por Mala Calidad (CPMC) asociado al mismo.
5. Determinar las causas - raíz del problema a través de un análisis estadístico de los datos.



6. Proponer soluciones potenciales de mejora, basadas en las causas - raíz previamente determinadas.
7. Identificar el impacto potencial de cada solución en Clientes, Calidad y Economía; posteriormente, seleccionar la mejor opción.
8. Asegurar que la solución elegida permita lograr los objetivos del proyecto y mantener los resultados a través del tiempo.
9. Probar que la solución implantada mejoró el proceso y que los beneficios son sustentables.



Con el fin de ilustrar las herramientas que se manejan durante la metodología, así como la fase en donde se requieren, se muestra la siguiente tabla:

Herramienta	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Modelo de Kano	✓				
Árbol de Procesos	✓				
Contrato de Proyecto	✓				
Mapa de Procesos	✓	✓	✓	✓	✓
Gage R & R		✓			
Capacidad del Proceso (Nivel Sigma & DPMO)		✓			✓
Histogramas			✓	✓	
Gráficas de Pareto			✓	✓	
Gráficas de Series de Tiempos			✓	✓	
Diagrama Causa – Raíz			✓	✓	
AMEF			✓	✓	
Pruebas de Hipótesis			✓		
Matriz de Diseño de Soluciones			✓	✓	
Diseño de Experimentos				✓	
Gráficas de Control				✓	✓



Conclusiones

La metodología propuesta se percibe como una herramienta interesante con base en la experiencia mostrada por otras empresas, el enfoque a servicios no parece estar tan alejado de la realidad e incluso, hasta el momento no se ha visualizado la necesidad de una fuerte inversión para arrancar la utilización de Six Sigma en Servicios.

Después de leer este capítulo, el lector debe quedar tan interesado en la metodología, que se disponga a conocer los detalles de la misma, incluyendo la estadística y mucho más importante, deberá empezar a visualizar ¿Cómo implantar la metodología en su propia empresa y obtener resultados impresionantes?.

Es un hecho que la metodología, acompañada de los recursos y organización requeridos, es exitosa en cualquier ámbito laboral.

Esta es una invitación a cambiar de paradigmas y exigirnos más como proveedores de servicios, finalmente el cliente es quien paga.



Capitulo 2 **FASES Y HERRAMIENTAS**

Introducción

Una vez respondida la pregunta ¿Qué es Six Sigma? durante el capítulo anterior, se espera que el ejecutivo haya obtenido la motivación suficiente para buscar mayor información, con fines de implantarlo en su empresa.

En el siguiente capítulo se define una guía paso a paso para los equipos de trabajo, donde se responde a la pregunta: ¿Cómo implantar un proyecto con Six Sigma?. Para todos aquellos interesados, encontrarán sugerencias, herramientas, técnicas participativas y algunos tips que apoyan la implementación de un proyecto exitoso dentro de una empresa de servicios en México.

Notarán que gran parte de las herramientas las han manejado o escuchado alguna vez, recordemos que esta metodología utiliza las herramientas existentes acomodadas en un orden lógico y secuencial para establecer decisiones.

2.1 DEFINIR

Como ya se ha mencionado previamente, Six Sigma está enfocado a satisfacer las necesidades del cliente, por lo tanto, los proyectos de mejora deben iniciar por obtener, comprender y definir los requerimientos de consumidores que reciben el bien o servicio resultado de un proceso.

El primer paso es definir al cliente del proceso, en las empresas de manufactura es relativamente sencillo, pues con la estructura organizacional orientada a procesos es claro y hasta obvio el resultado de este ejercicio, sin embargo, si pensamos en el área contable de una empresa, ¿quién es el cliente?.

Debido a que el usuario final de un producto o servicio no es el único cliente del proceso (Vg. el proceso de reclutamiento de personal dentro de una compañía, tiene como cliente al área contratante, sin embargo, de forma similar el candidato es un cliente que se interesa por la posición), es importante recordar que los clientes son individuos o grupos que compran o adquieren los bienes y servicios que produce una organización⁶ o en ciertos casos, un proceso de negocio.

⁶ Jones Gareth and George Jeniffer, "Contemporary Management", McGraw Hill, 2003, Pp.156



Una vez definido el cliente, se requiere identificar sus necesidades (tomando en cuenta que en el mercado actual, éstas pueden ser dinámicas). Para comprender la importancia de un producto o servicio para los consumidores, una herramienta interesante es el Modelo de Kano.

2.1.1 Modelo de Kano

Este modelo fue investigado y desarrollado por el Doctor Noriaki Kano, describe la relación entre la satisfacción del cliente y el cumplimiento de las necesidades del mismo; partiendo del concepto que existen requerimientos básicos, de desempeño del bien o servicio y desconocidos; la figura 2 muestra de forma gráfica la relación establecida por el Doctor Kano.

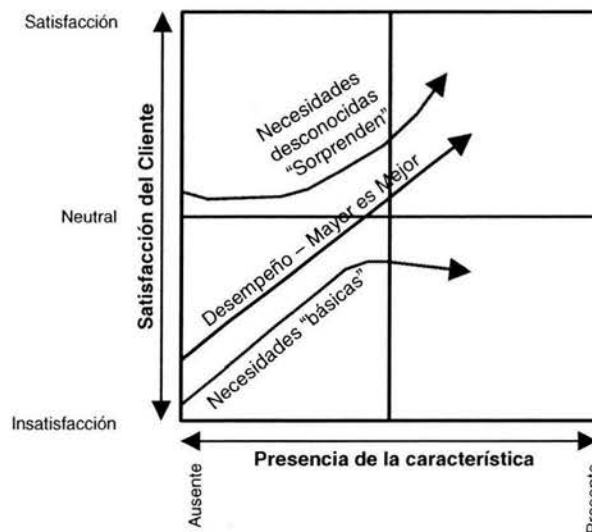


Figura 2. Modelo de Kano

La curva inferior del modelo refleja las necesidades básicas del cliente, representa aquellas funciones o características mínimas que el cliente espera en un producto o servicio (Vg. al adquirir una caja de huevo en el supermercado, se espera que ninguno esté roto). La ausencia o mal desempeño del bien o servicio en estos requerimientos generan insatisfacción del cliente, misma que puede resultar en quejas y/o pérdida del consumidor. Si la característica está presente o se cumple, no contribuye con un aumento en la satisfacción del cliente. Una encuesta del Technical Assistance Research ha encontrado que un cliente molesto, comenta, en promedio, a 11 personas acerca de su mala experiencia con un bien o servicio y las once personas, a su vez comentan a otras 5 personas⁷; con esta explicación, un cliente influencia a 66 personas al hacer malos comentarios de una compañía (todos ellos pueden considerarse pérdidas potenciales).

⁷ "The hidden costs of losing a customer", Junio 2003, www.customer-connection.com/hidden_cost.html



La línea diagonal, representa las características de desempeño del producto o servicio donde mientras mejor resulten o se comporten, mayor será la satisfacción del cliente. Un ejemplo de estas características de desempeño, se da actualmente en las aerolíneas mexicanas; una de ellas se promociona como la aerolínea más puntual del mundo (algunos lo hemos comprobado), lo cual hace que un segmento de clientes a quienes importa la hora de llegada, los prefiera sobre la competencia (algunas veces incluso estén dispuestos a pagar una cantidad mayor de dinero).

La curva superior en el modelo representa aquellas funciones o atributos (usualmente desconocidos por el consumidor) que sorprenden y entusiasman a los clientes; son factores que el cliente no espera se encuentren presentes en el producto o servicio, y cuando se obtienen provocan grandes niveles de satisfacción. Un ejemplo de estos factores sucede (por increíble que parezca) en las agencias automotrices, actualmente al entregar un auto compacto o subcompacto al comprador, se hace con un mínimo de gasolina en el tanque, por lo que el comprador requiere dirigirse a su primer visita a la estación de gasolina (¿será tan difícil entregar el auto con tanque lleno, o habrá una negociación con la estación de gasolina de enfrente?), algunas agencias han decidido cambiar esa práctica, invirtiendo en la satisfacción de sus clientes, y entregan el auto con tanque lleno; esto hace que la gente comente del buen servicio recibido por estas empresas y empiece a crecer la demanda de sus productos.

En situaciones altamente competitivas (mercado actual), cuando los productos o servicios proveen un desempeño y atributos similares, el desarrollo de atributos o factores que sorprendan (positivamente por supuesto) a los clientes, puede generar una ventaja sobre la competencia⁸.

El término utilizado para estudiar y comprender las necesidades del cliente se define como "Voz del Cliente" (VOC por sus siglas en inglés Voice of the Customer). La VOC se puede obtener por diferentes medios de acuerdo al presupuesto y facilidad de contacto con los consumidores, estos pueden ser: talleres de discusión, entrevistas, encuestas, grupos de trabajo, especificaciones en planos o acuerdos de niveles de servicio, observación directa, reportes de campo, etc.

El resultado de analizar las necesidades del cliente ayuda a la compañía a determinar lo que el cliente percibe como Crítico para la Calidad (CTQ por sus siglas en inglés Critical To Quality), esta información define la base y el objetivo para un proyecto de mejora.

⁸ "Kano Análisis, a little something extra can have big results", Kathy Parker, Septiembre 2003, www.isixsigma.com/library/content/c030630a.asp (en línea)



Una diferencia más entre las empresas de manufactura y de servicios, radica en la traducción de las necesidades del cliente en resultados de un proceso, para hacer esto más sencillo se cuenta con la herramienta denominada Árbol de procesos.

2.1.2 Árbol de procesos

Se utiliza para ligar la necesidad expresada por el cliente, con los procesos que generan el bien o servicio; de tal forma que ayuda a establecer el alcance del proyecto, así como el objetivo del mismo. La figura 3 muestra un ejemplo de Árbol de procesos, la zona roja indica la ruta crítica del proceso ligada a la necesidad del cliente.

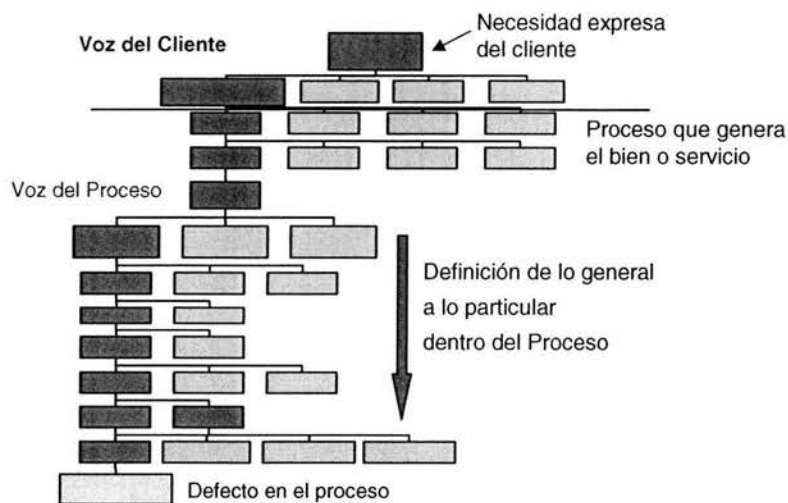


Figura 3 Árbol de procesos

2.1.3 Contrato de Proyecto

Una herramienta muy importante para el equipo de proyecto así como para los patrocinadores de la iniciativa, es el Contrato de Proyecto, aquí se responde a las preguntas:

- ¿Por qué se está haciendo el proyecto?
- ¿Qué proceso o actividades se verán involucradas?
- ¿Cuál es el desempeño actual del proceso?
- ¿Qué recursos estarán involucrados en el proyecto?
- ¿Cuál es la fecha estimada de finalización?
- ¿Cuál es el costo y cuál es el beneficio?



En este resumen se describe específicamente el problema, incluyendo:

- Los síntomas que afectan el producto o servicio.
- El alcance del proyecto.
- El impacto al cliente y a la empresa.
- Definición clara del defecto y la oportunidad
- Las fuentes de información para analizar el problema.
- El objetivo del proyecto.
- Los recursos involucrados.
- El Costo Por Mala Calidad (CPMC).

Existen algunas reglas que se pueden seguir para evitar ambigüedad en la redacción del Contrato de Proyecto:

- El enunciado del problema debe excluir opiniones, percepciones o conjeturas sobre posibles causas raíz y / o soluciones.
- Es importante fijar el alcance del proyecto (definir lo que incluye y lo que no será parte de esta iniciativa), su importancia radica en alinear expectativas con todos los involucrados en el proyecto y responsables del proceso; el Árbol de Procesos es útil para visualizar este alcance.
- Un defecto, es el producto o servicio que el cliente percibe como de mala calidad; la oportunidad está definida por los productos o servicios que potencialmente pueden ser defectuosos o de mala calidad.
- El objetivo del proyecto se debe expresar en forma simple, debe contener un porcentaje de cambio o una "cantidad meta", involucrar un límite de tiempo (fecha de implantación) y estar alineado con las estrategias de la compañía.
- La lista de recursos involucrados establece los roles y responsabilidades de las personas incluidas en la iniciativa de mejora, es recomendable definir el porcentaje de tiempo que asignará cada persona al proyecto para asegurar su participación en todo momento.



2.1.4 Costo Por Mala Calidad

El Costo Por Mala Calidad (CPMC ó COPQ por sus iniciales en inglés Cost Of Poor Quality) es el gasto erogado por no lograr las expectativas del cliente, además de los re-trabajos necesarios para evitar que los defectos impacten al consumidor final.

El principio fundamental del Costo Por Mala Calidad, es cualquier egreso generado debido a que el cliente percibe o pudiera percibir baja calidad en un producto o servicio.

Se dice que el CPMC es como un iceberg⁹, sólo el 15 % de los costos incurridos por la mala calidad son contabilizados, mientras que el 85 % restante, se encuentra oculto en actividades que no están directamente relacionadas o ligadas con la producción del bien o servicio, este iceberg se ve esquematizado en la figura 4.

Cuando una compañía obtiene mayor conocimiento sobre la definición de mala calidad, la parte escondida del iceberg se vuelve visible:

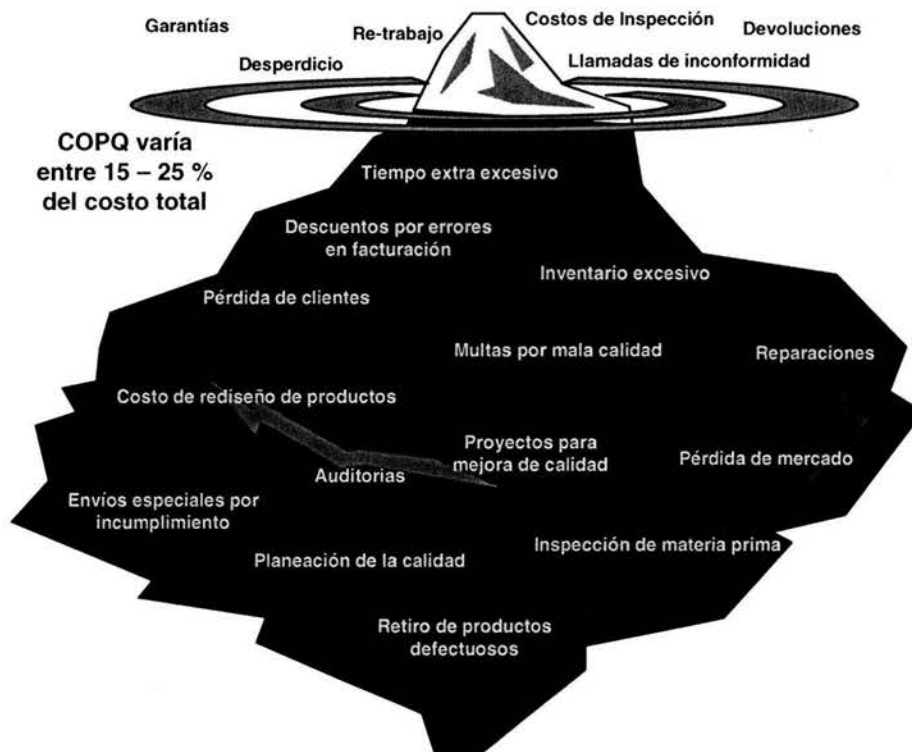


Figura 4, Iceberg del Costo Por Mala Calidad

El CPMC es una medida que se asocia con alcanzar o no la calidad en un producto o servicio, tomando en cuenta los requerimientos de servicio establecidos por la compañía, contratos con clientes y la sociedad en general; los requerimientos incluyen especificaciones de mercadeo,

⁹ Six Sigma Academy "The Black Belt Memory Jogger", Goal QPC, 2002



especificaciones del proceso y producto final, órdenes de compra, planos de ingeniería, procedimientos de la compañía, instrucciones operativas, estándares profesionales o del ramo industrial, regulaciones gubernamentales y cualquier otro documento o necesidad del cliente que pueda afectar la definición del producto o servicio.

Algunos ejemplos de Costos Por Mala Calidad son:

- Costos de prevención: egresos generados por actividades diseñadas para prevenir la baja calidad en productos o servicios, por ejemplo, los costos de revisar un producto, planeación de la calidad, encuestas de calidad para proveedores, evaluaciones de capacidad en los procesos, equipos de mejora, proyectos para aumentar la calidad, educación y entrenamiento de empleados.
- Costos de evaluación: gastos asociados a la medición, evaluación y/o auditoria de productos o servicios con el fin de asegurar su conformidad con los estándares de calidad y requerimientos de desempeño establecidos; estos incluyen costos como contratación y utilización de inspectores o evaluadores, inspecciones de material o productos finales, auditorías de servicio, calibración de equipo de medición o prueba, y costos del material o insumos necesarios para llevar a cabo estas actividades.
- Costos de falla: pagos resultantes de productos o servicios que no tienen una conformidad respecto a las necesidades de los clientes, se pueden dividir en internos y externos.
 - Costos de falla internos: egresos generados antes de la entrega o embarque de un producto o servicio, tal como el desperdicio, re-trabajo, inspección, revisión del material, nuevas pruebas y degradamientos.
 - Costos de falla externos: gastos ocurridos después de la entrega del producto o servicio, como atención de quejas, devoluciones, reclamaciones de garantías y retiro de productos defectuosos.

La suma de todos estos costos genera el CPMC, sin embargo la mala calidad también genera un incremento en el gasto operativo y una disminución de la satisfacción de los clientes.



Es importante cuantificar también que, cuando se logran o superan los niveles de calidad esperados por los consumidores, se tienen beneficios adicionales para la compañía, tales como:

- Economías de primera línea:
 - Disminución de costos de operación existentes (defectos, garantías, mantenimiento, trabajo, envío).
- Evasión de futuros gastos.
 - Evitar costos que aun no han ocurrido pero que van a suceder de no llevarse a cabo la mejora o cambio (Vg. material mejorado o cambios que afectarán los impactos en garantías).
- Aumento de productividad.
 - Mejorar la utilización de los recursos existentes (Vg. liberar capacidad de analistas de aclaraciones).
- Aumento de utilidades.
 - Incrementar potencialmente las ventas, lo cual se traduce en ganancias brutas (cambios justificables por encuestas, pruebas o supuestos).
 - Evitar perder ventas que no ocurrieron, pero que hubiesen sucedido bajo circunstancias normales (Vg. caída del sistema en un área de telemercadeo).
- Mejoras intangibles.
 - Mejoras en la operación de negocios necesarias para controlar y proteger los activos de la empresa, pero que no son cuantificables (Vg. mejoras en el control administrativo que pueden evitar gastos por multas).

2.1.5 Mapas de Procesos.

De la misma forma que la Voz Del Cliente es un punto importante en la metodología, la Voz Del Proceso es básica para comprender la generación del defecto.

Recordando que una gran diferencia de las empresas de manufactura contra las de servicios es el diseño organizacional de la empresa (por procesos en manufactura y por áreas funcionales en servicios), un punto muy importante para las empresas de servicios es identificar sus procesos y comprender su funcionamiento.



Para aquellos creyentes de que en las empresas de servicios no existen procesos, revisemos la definición de proceso:

“Serie de actividades, que reciben un determinado número de entradas, orientadas hacia el objetivo de generar un número determinado de salidas”.¹⁰

Con esta definición es más sencillo identificar que aún cuando no se encuentren formalmente documentados, en cualquier empresa existen procesos.

Con el fin de establecer la Voz Del Proceso, se sugiere la utilización de Mapas de Proceso que son una representación gráfica de las actividades realizadas para generar un bien o producto. Esta representación permite, como herramienta de análisis:

- Determinar la secuencia de los eventos.
- Mostrar la complejidad, cuellos de botella, redundancias, re-trabajos y puntos de control del proceso.
- Identificar los desperdicios.
- Determinar las actividades que impactan en el desempeño del proceso.
- Visualizar fuentes de información y actividades donde se pueden medir los datos.

La simbología utilizada para construir los Mapas de Procesos es igual a la que manejan los diagramas de flujo, con la salvedad de que se diagrama de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

La importancia de los Mapas de Procesos como ya se comentó, radica en la información que estos contienen, dentro de lo que se incluye:

- Diferentes niveles (Vg. subprocessos).
- Volúmenes y tasas de cambio (en cada decisión).
- Tiempos de ciclo.
- Responsables de los puntos de control.
- Puntos de intercambio del sub-producto o información entre áreas y/o proveedores.
- Actividades que requieren intervención manual.

¹⁰ Thomas W. Malone, Kevin Crowston and George A. Herman, "Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook", The MIT Press, 2003, Agosto 2003, http://www.books24x7.com/book/id_7014/viewer.asp?bookid=7014&chunkid=642159810 (en línea)



- Fuentes de información.
- Identificación del valor que las actividades agregan al cliente final.
- Costos.
- Arrancadores o actividades que inician el proceso.

En la figura 5 se muestra un ejemplo de Mapa de Proceso incluyendo algunas de sus características de análisis.

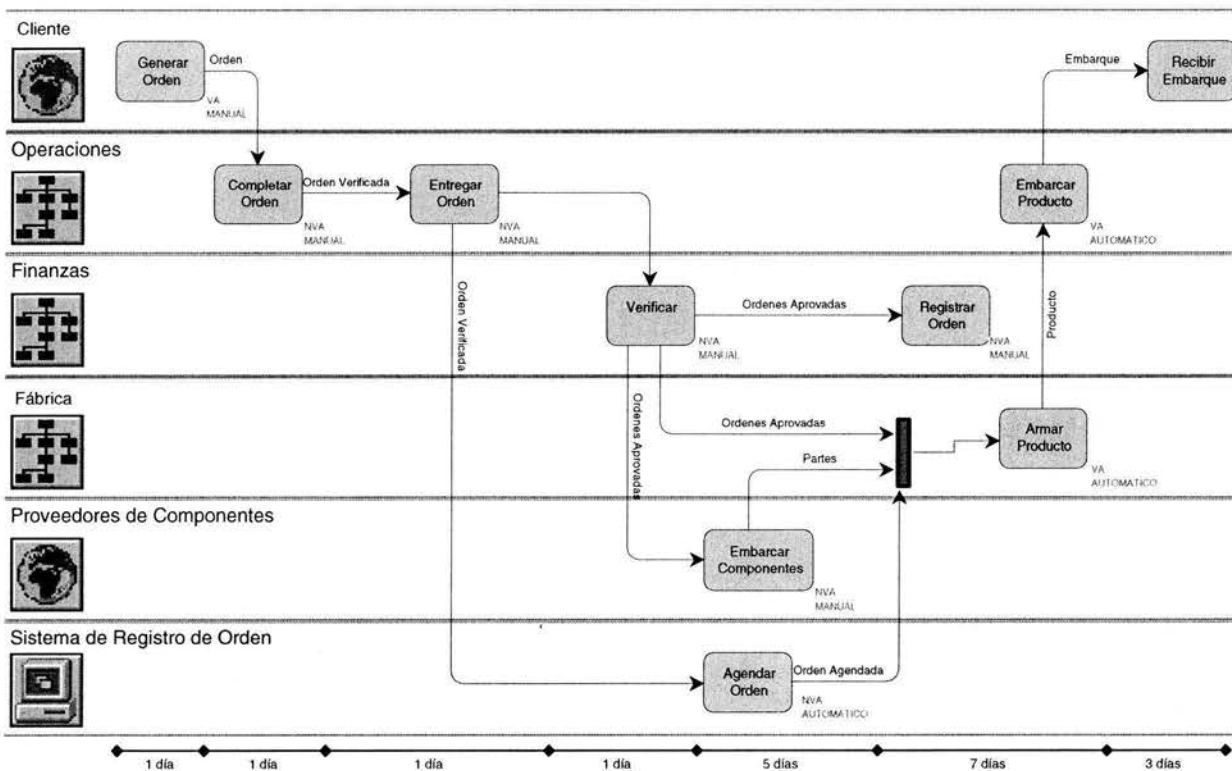


Figura 5 Mapa de Procesos

Así como la Voz Del Cliente es dinámica, los procesos también lo son, por esta razón es importante mantener los mapas actualizados y documentar cualquier cambio en cuanto se implante.



2.2 MEDIR

La toma de decisiones basada en presentimientos o información anecdótica no es la forma más adecuada para lograr la eficiencia dentro de una organización.

“A menudo digo: cuando alguien es capaz de medir lo que dice y más aún, expresarlo en números, esa persona sabe algo acerca del tema; sin embargo, cuando no es posible medirlo o expresarlo en forma numérica, el conocimiento que se tiene es de un tipo magro e insatisfactorio”¹¹

Lord Kelvin

La regla de oro de la mejora dice:

“Si un proceso no se puede medir, no se puede mejorar”.

Esto es claro, pues no existe forma de demostrar un cambio si no se ha cuantificado el estado anterior y el actual. Por esto, la siguiente fase de la metodología enfatiza la importancia de medir el proceso y asegurar la consistencia del sistema de métrica antes de iniciar la generación de mejoras o la búsqueda de posibles causas.

De acuerdo a la información de salida que un proceso genere o que se mida en un punto del proceso, pueden existir dos tipos de datos:

- Discretos: se refiere a datos contados tales como el número de defectos, número de fallas, pasa o no pasa, o cualquier medida que sea en unidades “limitadas” de aproximación (Vg. número de piezas fuera de estándar de los planos).
- Continuos: se refiere a datos que son medidos mediante una escala y pueden ser llevados hasta cualquier nivel de aproximación como el tiempo, peso, volumen o distancia (Vg. tiempo que lleva contestar una llamada telefónica).

De acuerdo al tipo de información que genere el proceso, serán las herramientas estadísticas a utilizar.

Con el objetivo de comprender e identificar la principal fuente de variación (y por lo tanto generación de defectos) en el proceso, es necesario primero descomponer la variación en dos partes:

¹¹ Kimele Mark, Schmidt Stephen, et al, “Basic Statistics Tools for Continuous Improvement”, Air Academy Press, 2000.



- Variación debido al sistema de métrica. El resultado de medir el mismo proceso bajo condiciones iguales, es inconsistente, por lo que la variación que se aprecia en el proceso no está necesariamente relacionada con el proceso en sí. Por ejemplo: la base de datos principal en un centro de llamadas dice que el 22 de Junio recibieron 10,432 llamadas, se consulta la misma base de datos 5 días después y ahora marca que el 22 de Junio se recibieron 10,125 llamadas.
- Variación debido al proceso. El resultado de medir el mismo proceso bajo condiciones iguales es consistente; por lo tanto, la variación está siendo realmente generada por las variables que influyen en el proceso.

Antes de atacar la variación debido al proceso, es imprescindible asegurar que la variación generada por el sistema de métrica es mínima, de otra forma se estarían destinando recursos y tiempo a disminuir una variación aparente en el proceso.

2.2.1 Gage R&R

Con el fin de establecer un nivel de confianza al manejar el sistema de métrica, se utiliza el Gage R&R (Gage de Medir y R&R proviene de Repeatability y Reproducibility, repetir y reproducir respectivamente).

Un sistema de métrica eficiente debe cumplir con las siguientes propiedades:

- Exactitud: el promedio en una serie de mediciones de un evento es igual al valor real.
- Precisión: al medir repetitivamente el mismo evento, se obtiene en todas las ocasiones un valor muy cercano (estableciendo un porcentaje de tolerancia).
- Linealidad: el sistema de métrica se desempeña de la misma forma sin importar los cambios en el proceso.
- Estabilidad: el sistema de métrica se desempeña de la misma forma a través del tiempo.

En caso de encontrar variaciones en el sistema de métrica, se recurre a un diagnóstico mediante el cual se defina el nivel de confiabilidad y sea más fácil encontrar las variables que generan esta variación

- Variación por repetibilidad: se genera cuando una persona bajo las mismas condiciones (mismo instrumento, en el mismo producto o servicio) define diferentes resultados al repetir la medición (Vg. Juan mide una pieza con el micrómetro en dos ocasiones diferentes y el resultado es significativamente diferente en cada ocasión).



- Variación por reproducibilidad: se obtiene cuando diferentes personas miden el mismo evento bajo las mismas condiciones y los resultados son diferentes (Vg. Juan y Pedro miden una pieza con el micrómetro y cada quien obtiene una lectura significativamente diferente).

Por lo tanto, se puede decir que un sistema de métrica es confiable cuando los resultados de la medición de un operador son repetibles y los resultados entre diferentes operadores son reproducibles.

Preparación de un Gage R&R

Con el fin de efectuar adecuadamente el diagnóstico para el sistema de métrica (Gage R&R), se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Planear el método para medir. Determinar si existe influencia por la calibración o uso del instrumento en la medición del evaluador. Calibrar para asegurar exactitud.
- Elegir el número de evaluadores, número de muestras y número de repeticiones de las lecturas. Se recomienda el uso de 3 evaluadores y 30 muestras que incluyan al menos 5 defectos ó 5 partes correctas.
- Seleccionar muestras que representen el proceso en su operación y numerar las muestras.
- Ejecutar las lecturas de forma aleatoria para evitar desviaciones en el en el estudio.
- Asegurar que exista un procedimiento estándar y que éste se respete en todo momento.

Se espera que los resultados de las lecturas coincidan en cada repetición y contra un estándar previamente definido.

En caso de que los resultados de estas pruebas no sean satisfactorios (al menos un 90% de confiabilidad), se recomienda crear un Procedimiento Operativo Estándar para alinear los criterios y posteriormente repetir las pruebas hasta asegurar que la variación se encuentre en niveles aceptables.

Una vez asegurada la confiabilidad del sistema de métrica, se puede definir el nivel de desempeño del proceso, el cual será punto de partida para la fase de mejora.



2.2.2 Capacidad del Proceso (Nivel Sigma & DPMO)

Para definir la capacidad o nivel sigma de un proceso, independientemente del volumen de bienes o servicios producidos, se utiliza el concepto de Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO). Esto es una relación entre el número de defectos en un producto o servicio y el número de bienes o servicios producidos (los cuales son oportunidades potenciales de que el defecto suceda), multiplicados por un millón de transacciones o productos finales. Por ejemplo: se puede definir como un defecto cada vez que un cliente se queja del servicio brindado en el Hotel X, el número de servicios generados, será la cantidad total de clientes recibidos por el hotel (potencialmente cualquiera se puede quejar); digamos que el mes pasado se recibieron 50 quejas y se registraron en total 1200 clientes, por lo que el DPMO será 50/1200 multiplicado por 1,000,000 (en este caso el DPMO = 41666).

Para definir un nivel sigma (en términos estadísticos de desviación) se puede utilizar el DPMO calculado y hacer una buena aproximación por medio de la siguiente formula¹²:

$$\sigma = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 * \ln(DPMO)}$$

También se puede referir a alguna tabla de conversión de DPMO a niveles Sigma.

Sigma	DPMO	% de área bajo la curva (dist. norm.)	Sigma	DPMO	% de área bajo la curva (dist. norm.)	Sigma	DPMO	% de área bajo la curva (dist. norm.)
6	3	99.99966%	4	6,210	99.38%	2	308,538	69.1%
5.9	5	99.99946%	3.9	8,198	99.18%	1.9	344,578	65.5%
5.8	9	99.99915%	3.8	10,724	98.9%	1.8	382,089	61.8%
5.7	13	99.99866%	3.7	13,903	98.6%	1.7	420,740	57.9%
5.6	21	99.9979%	3.6	17,864	98.2%	1.6	460,172	54.0%
5.5	32	99.9968%	3.5	22,750	97.7%	1.5	500,000	50.0%
5.4	48	99.9952%	3.4	28,716	97.1%	1.4	539,828	46.0%
5.3	72	99.9928%	3.3	35,930	96.4%	1.3	579,260	42.1%
5.2	108	99.9892%	3.2	44,565	95.5%	1.2	617,911	38.2%
5.1	159	99.984%	3.1	54,799	94.5%	1.1	655,422	34.5%
5	233	99.977%	3	66,807	93.3%	1	691,462	30.9%
4.9	337	99.966%	2.9	80,757	91.9%	0.9	725,747	27.4%
4.8	483	99.952%	2.8	96,801	90.3%	0.8	758,036	24.2%
4.7	687	99.931%	2.7	115,070	88.5%	0.7	788,145	21.2%
4.6	968	99.90%	2.6	135,666	86.4%	0.6	815,940	18.4%
4.5	1,350	99.87%	2.5	158,655	84.1%	0.5	841,345	15.9%
4.4	1,866	99.81%	2.4	184,060	81.6%	0.4	864,334	13.6%
4.3	2,555	99.74%	2.3	211,855	78.8%	0.3	884,930	11.5%
4.2	3,467	99.65%	2.2	241,964	75.8%	0.2	903,199	9.7%
4.1	4,661	99.53%	2.1	274,253	72.6%	0.1	919,243	8.1%

¹² Kimele Mark, Schmidt Stephen, Berdine Ronald, "Basic Statistics Tools for Continuous Improvement", Air Academy Press, 2000. Pp. 9-14

Tabla de conversión disponible en: Pande Peter, Neuman Robert, Cavanagh Roland, "The Six Sigma Way", Mc Graw Hill, 2000, P. 391



El nivel sigma es una buena ayuda para:

- Administrar los procesos a través de un indicador relacionado con el cliente.
- Comparar procesos independientemente del volumen de transacciones o productos.
- Mostrar la capacidad de un proceso para lograr los requerimientos del cliente.

El objetivo en todo proceso debe ser incrementar el nivel sigma (o disminuir el DPMO), pues esto significa que se están generando un número mayor de productos o servicios de calidad.

2.3 ANALIZAR

El objetivo de la fase Analizar, es: confirmar apoyado en métodos estadísticos, las causas raíz del problema a través de la interpretación de los datos generados por el proceso.

Existen tres principios que pueden ayudar a lograr un análisis eficiente de los datos:

- Mantener enfoque en el objetivo y el alcance del proyecto. Existen muchos datos alrededor del proceso, es imprescindible mantener los esfuerzos bien orientados, revisando periódicamente el Contrato de Proyecto (establecido durante la fase de DEFINIR).
- Crear una hipótesis. Esto ayuda a definir la forma en que se analizarán los datos y el objetivo del análisis.
- Cuestionar acerca de la frecuencia, el impacto y el tipo de síntomas asociados al problema o defecto.

Para analizar los datos de un proceso se pueden utilizar diferentes herramientas estadísticas, entre las más importantes se encuentran:

2.3.1 Histograma

Se utiliza para determinar la cantidad de variación que existe en el proceso (desviación estándar), la distribución de la información (forma) y el centro de los datos (media).

Esta herramienta ayuda a responder las siguientes preguntas:

- ¿El proceso está centrado alrededor de los requerimientos del cliente?



- ¿El proceso es tan variable que a menudo falla en lograr los requerimientos del cliente y por lo tanto genera defectos?
- ¿Existen factores externos que estén generando variación en el proceso?

La importancia de conocer la distribución de los datos en un proceso radica en determinar si ésta es normal o no. Todo proceso en la naturaleza es variable, cuando una muestra de datos se comporta bajo una distribución normal significa que contiene causas comunes de variación mismas que son inherentes al proceso y por lo tanto se debe asumir como parte del mismo.

En cambio si se encuentra una distribución diferente, significa que existen causas especiales de variación, por lo que se intuye que existen factores externos provocando esta variación.

El objetivo de las iniciativas de mejora mediante el enfoque de Six Sigma es identificar estos factores que generan la variación, aislarlos, y posteriormente predecir y controlar su comportamiento.

En la Figura 6 se pueden observar un par de histogramas, el primero tiene una distribución normal mientras que el segundo tiene una distribución diferente (la curva en color rojo emula una distribución normal para comparar los datos del histograma). De esta forma es sencillo identificar que en la segunda gráfica el proceso tiene causas especiales de variación.

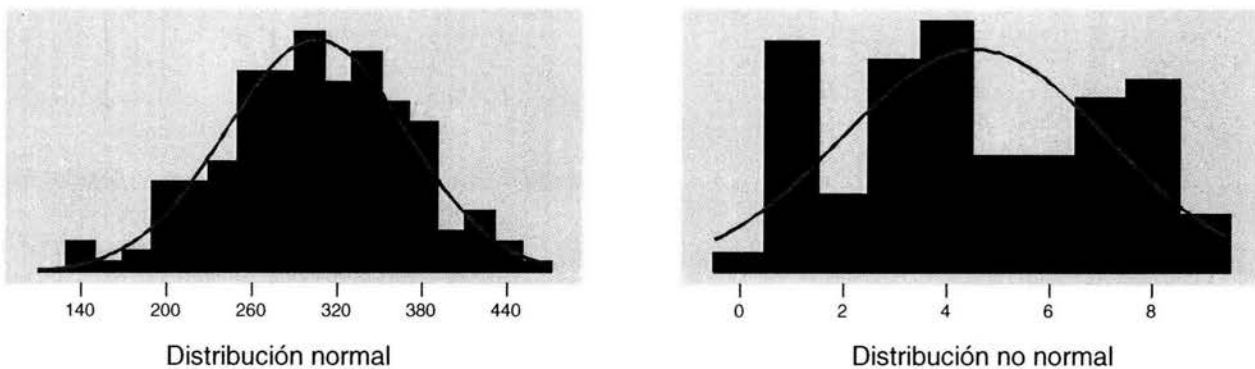


Figura 6 Gráficas con distribuciones

2.3.2 Gráficas de Pareto

Es una gráfica de barras que ayuda a:

- Comprender los patrones de ocurrencia en los defectos.
- Juzgar el impacto relativo de diferentes factores dentro de un proceso.
- Observar los principales contribuyentes a la falla.



- Definir la prioridad para enfocar los esfuerzos.

Este diagrama se basa en la regla de Pareto que afirma “el 80 % de los efectos visibles son generados por el 20 % de las causas”.

Se utiliza frecuentemente cuando es posible dividir el problema bajo estudio en categorías y es necesario identificar las categorías principales para enfocar y dar prioridad al esfuerzo de mejora.

La Figura 7 muestra una Gráfica de Pareto; las barras se refieren al número de elementos contenidos bajo una clasificación y la línea al acumulado de estos elementos a través de las diferentes clasificaciones.

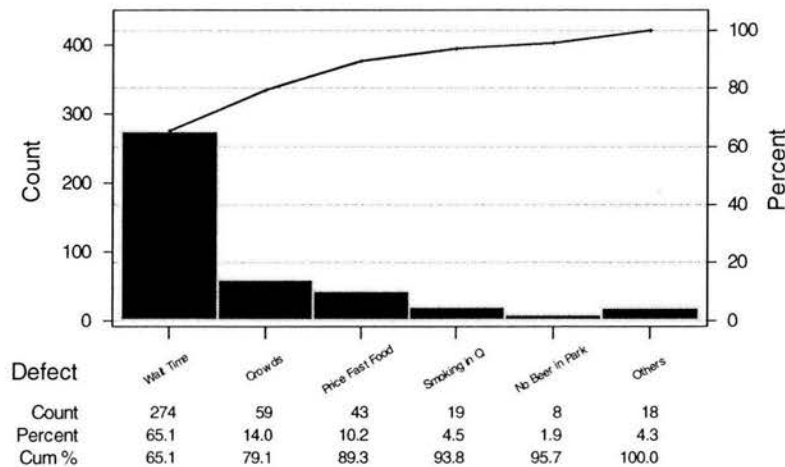


Figura 7 Gráfica de Pareto

2.3.3 Gráficas de Series de Tiempo

Las gráficas de series de tiempo son una herramienta utilizada para medir y darle seguimiento a un insumo clave, un proceso o el resultado a través del tiempo.

Su manejo es importante pues ayuda a visualizar evidencia de patrones en los datos, lo cual está ligado a datos no aleatorios y una distribución no normal (causas especiales de variación).

Dentro de esta gráfica se pueden hacer pruebas para identificar patrones específicos, tales como:

Mezclas: se refiere a obtener un número de corridas estadísticamente mayor al esperado. Está caracterizado por la ausencia de puntos cerca de la línea del centro. A menudo indican la combinación de dos poblaciones de información o dos procesos operando a diferente nivel. En



la Figura 8 se puede observar esa ausencia de puntos al centro de los datos dentro de la zona resaltada.

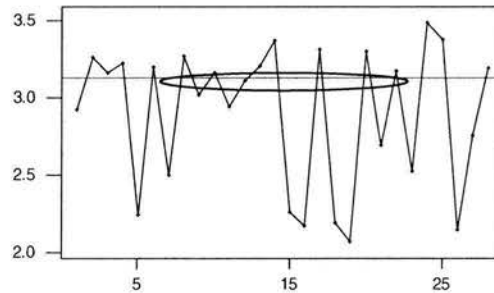


Figura 8 Mezclas en la información

Agrupaciones: se refiere a obtener un número de corridas estadísticamente menor al esperado, se representa mediante grupos de puntos en una zona específica de la gráfica, esto puede indicar variación debido a causas especiales como problemas en la métrica, variación en diferentes lotes, etc. En la Figura 9 se observan al menos tres grupos de información significativamente diferentes.

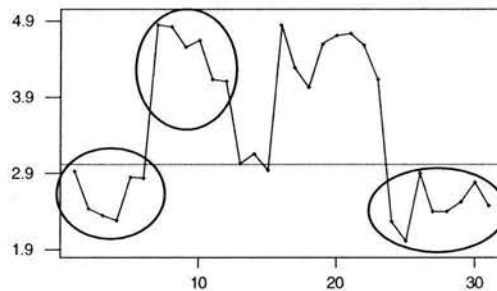


Figura 9 Agrupaciones

Tendencias: sucede cuando los datos muestran una trayectoria hacia arriba o hacia abajo. Las tendencias pueden mostrar cuando un proceso está a punto de salir de control, se sugiere investigar los factores que están provocando esta respuesta. En la figura 10 se observa que al final de la corrida, los puntos comienzan a tener una tendencia descendente.

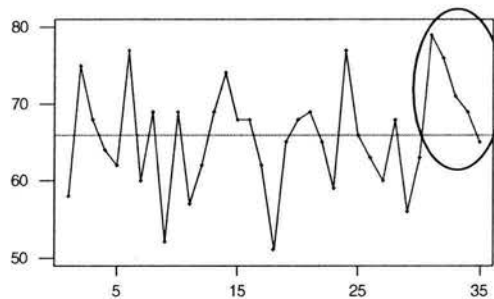


Figura 10 Tendencias



Oscilaciones: se observa cuando los datos fluctúan arriba y debajo de la media rápidamente, esto indica que el proceso no es estable. En la figura 11 se representa la forma en que los datos saltan de arriba hacia abajo uno tras de otro.

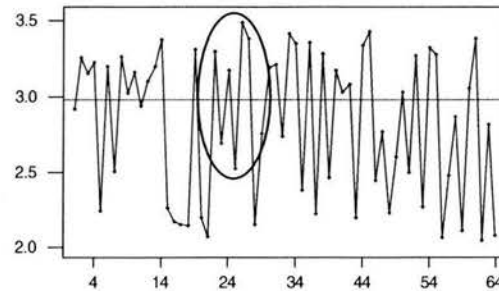


Figura 11 Oscilaciones

2.3.4 Diagrama Causa-Raíz

Esta herramienta creada por Ishikawa, establece una estructura lógica de análisis durante sesiones de lluvias de ideas, permite identificar las percepciones respecto a las causas potenciales de un problema.

Estos diagramas son útiles para:

- Estructurar las ideas expuestas por un equipo de trabajo.
- Examinar y agotar las causas probables o que en el pasado han sucedido.
- Comprender las relaciones entre causas potenciales.
- Darle seguimiento a las causas potenciales que se han investigado y de las que se ha comprobado estadísticamente su contribución al defecto.

Como recomendación, para las empresas de servicios al hacer un ejercicio como éste, es fácil confundirse y plasmar percepciones, juicios o puntos de vista dentro de las posibles causas-raíz; es claro que las percepciones dependen de la persona que las expresa y son juicios sin fundamentos.

Para evitar que se documenten percepciones en el Diagrama Causa-raíz y se desvirtúe el valor del análisis, se recomienda poner reglas básicas para los asistentes a la sesión de lluvia de ideas, algunas de ellas son:

- Enfocar el ejercicio en las causas del problema y evitar ideas de posibles soluciones.
- Las posibles causas que se generen, deben ser medibles.



- Respetar el alcance del proyecto, evitar abarcar temas o análisis fuera del objetivo de la iniciativa.
- Lograr al menos 3 niveles de profundidad mediante preguntar a los asistentes al menos 3 veces (para cada causa potencial) ¿porqué se genera el problema?.
- Tener cuidado al redactar los problemas para evitar listar soluciones o falta de alguna solución.
- No importa en que rama del diagrama se documente la posible causa-raíz lo valioso es que se encuentre documentada.

En la Figura 12 se muestra el Diagrama causa-raíz con las 6 ramas básicas:

- Medición
- Gente
- Proceso
- Ambiente
- Equipo
- Materiales

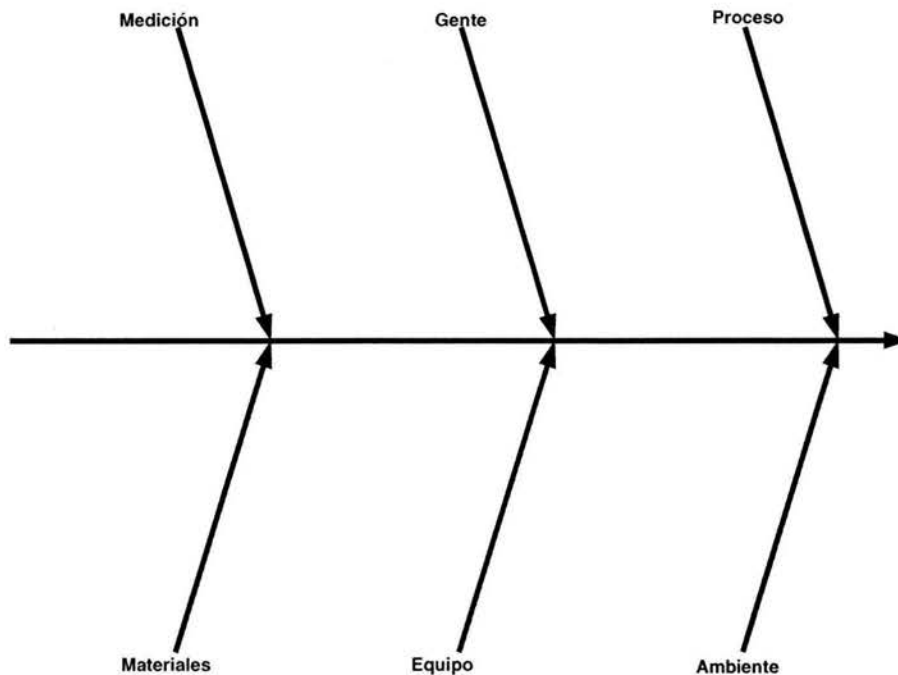


Figura 12 Diagrama Causa – Raíz



2.3.5 AMEF

Con el fin de establecer un método para identificar y priorizar los problemas potenciales (fallas) encontrados en el ejercicio del Diagrama Causa - Raíz, se utiliza la matriz llamada AMEF (Análisis de Modos, Efectos y Fallas o FMEA por sus iniciales en inglés –Failures, Modes and Effects Analysis-). Este instrumento ayuda al líder de proyecto a visualizar todo lo que podría fallar dentro del proceso y preparar un plan de contingencia.

El AMEF se compone de cinco sencillos pasos que se llevan a cabo en un tablero matricial, siendo éstos:

1. Identificar el proceso / producto o servicio.
2. Generar una lista de problemas potenciales que pudiesen surgir (Modos de Falla)
3. Establecer una calificación para cada problema utilizando una escala sobre Severidad (que tan grave es el problema para el cliente), probabilidad de Ocurrencia (que tan a menudo sucede el problema) y Detección (que tan sencillo es identificar el problema antes de que impacte al cliente).

La Figura 13 muestra una propuesta de tablas para establecer la calificación de los problemas.

Escala de Severidad	
Calificación	Criterio: Una falla puede ...
1	No ser notada ni afectar el desempeño del producto
2	No ser notada con un mínimo efecto en el desempeño del producto
3	Causar una molestia menor pero sin perder uso del producto
4	Causar una baja en el desempeño del producto
5	Causar una disminución en el desempeño del producto y una posible queja
6	Causar pérdida en el desempeño del producto
7	Causar clientes molestos e insatisfacción extrema
8	Producto o servicio inútil
9	Es ilegal
10	Lastimar a un cliente o empleado

Escala de Detección	
Calificación	Criterio: Detección del defecto
1	El defecto es obvio y se puede evitar que afecte al cliente
2	Todas las unidades son inspeccionadas automáticamente
3	Gráficas de Control con inspección del 100% en caso de salir de control
4	Gráficas de Control con una reacción inmediata a condiciones fuera de control
5	El proceso es monitoreado e inspeccionado manualmente
6	Inspección manual con modificaciones a prueba de errores
7	Todas las unidades son inspeccionadas manualmente
8	Las unidades son sistemáticamente muestreadas e inspeccionadas
9	Unidades ocasionales son revisadas en busca de defectos
10	El defecto causado por una falla no puede detectarse



Escala de Ocurrencia		
Calificación	Periodo de Tiempo	Probabilidad
1	Una vez cada 6 - 100 años	≤ 2 por billón
2	Una vez cada 3 - 6 años	≤ 1 por 10 millones
3	Una vez cada 1 - 3 años	≤ 6 por millón
4	Una vez por año	≤ 6 por 100,000
5	Una vez cada 6 meses	≤ 1 por 10,000
6	Una vez cada 3 meses	≤ 0.03 %
7	Una vez por mes	≤ 1 %
8	Una vez cada semana	≤ 5 %
9	Una vez cada 3 - 4 días	≤ 30 %
10	Más de una vez por día	> 30 %

Figura 13 Tablas de calificación para AMEF

4. Calcular el Número de prioridad en el Riesgo (multiplicación de las calificaciones anteriores)
5. Desarrollar acciones para reducir el riesgo.

El AMEF se puede ligar con el diagrama causa - raíz para diagnosticar y calificar las causas potenciales, de tal forma que se establezca la prioridad para analizar cada una de ellas.

2.3.6 Pruebas de Hipótesis

La siguiente etapa para lograr un análisis eficiente, es la comprobación estadística de la relación entre las causas potenciales (identificadas en el diagrama causa - raíz y calificadas con el AMEF) y el defecto definido desde la primer etapa.

Con las Pruebas de Hipótesis se elimina la posibilidad de que las causas hayan sido un evento aleatorio sin relación con el defecto.

Las pruebas que en general se utilizan son:

- *Chi cuadrada* – técnica utilizada con datos discretos y en algunos casos con información continua para comparar dos grupos de información y establecer una dependencia entre los mismos. Un ejemplo de su utilización es al comparar el nivel de defectos en dos locaciones diferentes, si existen cambios significativos en la elección de productos por los clientes semana tras semana o al investigar el impacto en la satisfacción del cliente al cambiar el número de representantes telefónicos.
- *Prueba t para dos muestras*– se maneja para establecer un intervalo de confianza entre las medias de dos muestras cuando la desviación estándar es desconocida, un ejemplo es: comparar los tiempos de ciclo para un proceso clave durante dos semanas cada cuatro meses o al examinar los ingresos de los clientes en dos regiones diferentes.



- *Análisis de Varianza (ANOVA)* – esta prueba determina la equidad entre medias de poblaciones cuando la clasificación o el tratamiento de las mismas corresponde a dos variables o factores; se tienen ejemplos como el comparar los tiempos de ciclo de todas las semanas durante cuatro meses o analizar los ingresos de los clientes en cuatro regiones.
- *1 Proporción* – desarrolla la prueba para una proporción binomial, se utiliza para establecer un intervalo de confianza en la muestra; por ejemplo, un proveedor de bujías argumenta que menos del 2 % de sus productos son defectuosos, se toma una muestra aleatoria de las bujías y se determina si la proporción de defectos es consistente con el argumento del proveedor.
- *2 Proporciones* – se genera a partir de dos proporciones binomiales, se maneja para definir un intervalo de confianza entre dos proporciones. Por ejemplo: se quiere saber si la proporción del número de consumidores que regresarán una encuesta aumenta en caso de dar un incentivo (muestras del producto). Se puede enviar la muestra del producto a la mitad de la población y ver si se obtienen más respuestas del grupo que recibió la muestra que de los que no la recibieron.
- *Análisis multivariado (MANOVA)* – se utiliza para generar un análisis de varianza con diseños balanceados, no balanceados o cuando se tiene la covarianza, en esta prueba se pueden analizar las interacciones de diferentes variables al mismo tiempo.

Los pasos básicos para generar las Pruebas de Hipótesis son:

- Enfocarse en el problema definido desde la primer fase del proyecto.
- Formular la hipótesis nula y la alterna.
- Seleccionar la prueba estadística adecuada.
- Conducir los cálculos, confrontar los resultados y hacer inferencias respecto a los resultados.



2.4 MEJORAR

Después de las primeras etapas de la metodología, donde la estadística es la herramienta más importante para identificar y confirmar las causas-raíz del problema, en la fase Mejorar se requiere principalmente de la imaginación para generar propuestas que busquen la solución al problema.

Uno de los grandes riesgos que se corren, es que el equipo de mejora se atasque con los análisis previos y que posteriormente las ideas generadas sean sólo pequeños cambios al proceso, perdiendo la oportunidad de crear grandes ganancias.

Algunas sugerencias que se pueden utilizar para definir las soluciones potenciales son:

- Cualquiera que sea la solución que el equipo haya seleccionado, ésta debe enfocarse en las causas-raíz y el objetivo establecido en el Contrato de Proyecto.
- Aunque el equipo genere muchas soluciones potenciales en sus sesiones de lluvia de ideas, algunas serán mejores que el resto. El equipo deberá determinar cual es la mejor opción y definir las actividades necesarias para implantarla.
- Las soluciones propuestas deben considerar el costo de implantación y hacer la comparación contra los beneficios estimados.
- Las soluciones elegidas deberán probarse mediante pilotos antes de lanzarse al proceso productivo.

A continuación se presentan 5 pasos a tomar como guía durante el proceso de mejora:

1. Generar ideas de solución: Cuando el equipo está buscando nuevas formas de llevar a cabo el proceso, un primer paso es crear un proceso que al momento sea prácticamente imposible de implantar o no factible; esto se logra a través de técnicas de lluvia de ideas.

Algunos *tips* para hacer eficientes las sesiones de lluvia de ideas son:

- Claridad en el objetivo de la sesión y el resultado esperado.
- Establecer una cuota mínima de ideas.
- Escuchar sugerencias de personas ajenas al proceso.
- Generar una lista de las ideas sin comentarios, discusiones o críticas.
- Cuestionar las reglas de negocio y volverse un poco "loco".



- Hacer la lluvia de ideas un día y regresar al tema el día siguiente.
- 2. Cocinar las ideas, sintetizar las soluciones potenciales: una vez generadas todas las "locuras" para atacar el problema, es necesario limpiar la lista y aterrizar estas ideas. Se sugiere definir detalladamente cada una de las opciones.
- 3. Seleccionar la solución: Hay veces que la solución a elegir es muy clara, sin embargo algunas otras se vuelve complejo definir cual es la mejor, pues cada una presenta ventajas y desventajas ante las demás.

La herramienta que se sugiere para hacer la elección es la Matriz de Diseño de Soluciones, en ésta se comparan las diferentes soluciones contra el estado actual del proceso y contra procesos similares de otras empresas o divisiones de la misma compañía.

2.4.1 Matriz de Diseño de Soluciones

Se inicia definiendo los criterios básicos de comparación (Vg. costo de implantación, habilidad de alcanzar los requerimientos del cliente, tiempo de ciclo, complejidad, etc.), estos criterios se listan en la primer columna de la matriz. Se define un nivel de importancia para cada criterio calificándolo en la última columna del 1 al 5, siendo 5 el de mayor importancia y 1 el de menor.

Posteriormente se listan todas las posibles soluciones junto con el proceso actual y las comparaciones que se hayan hecho, esto se plasma en el primer renglón.

Para iniciar la comparación, la columna que pertenece al estado actual se carga con ceros. Se llenan los criterios de las soluciones potenciales y de los procesos similares calificando contra el proceso actual, en caso de ser mejor a lo actual, se establece un uno, en caso de ser igual la calificación es de cero y si es peor al estado actual se coloca la cifra de uno negativo.

Para definir la mejor solución se multiplica la columna de cada propuesta por el nivel de importancia del criterio, después se suman los montos y se escribe en el siguiente renglón de la solución. Posteriormente se cuentan el número de positivos, iguales y negativos contenidos en la columna.

Finalmente se elige la solución que tenga el número de importancia más alto respecto al criterio establecido, así como la que contiene más positivos y menos negativos.



La figura 14 presenta una Matriz de Diseño de Soluciones con el fin de ilustrar la herramienta.

Calificación de la Solución		Matriz de Diseño de Soluciones							Calificación de Importancia		
1	Mejor									1	No Importante
0	Igual									5	Muy Importante
-1	Peor										
Criterios Clave		Solución 1 Nuevo Diseño	Solución 2 Diseño Existente (Status Quo)	Solución 3 Benchmark: ABC Co.	Solución 4 Benchmark Proceso en Singapur	Solución 5 Nuevo Diseño	Solución 6 Nuevo Diseño	Solución 7 Nuevo Diseño	Número de Importancia		
1	Tiempo de entrega del Producto	1	0	1	0				5		
2	Tiempo de Entrega del Proveedor	0	0	0	1				4		
3	Nombre del cliente correcto	1	0	1	0				5		
4	Costo por Transacción	1	0	1	0				3		
5	Defectos por Transacción	1	0	0	1				3		
6	Conocimiento de los Operadores	0	0	0	1				5		
7	Tiempo de Aprobación	-1	0	0	-1				4		
8	Calidad del plástico	1	0	-1	1				2		
9	Costo de la Solución	0	0	-1	0				3		
10	Experiencia del Cliente	1	0	0	1				5		
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Suma de Positivos		6	0	3	5	0	0	0			
Suma de Negativos		-1	0	-2	-1	0	0	0			
Suma de Similares		3	10	5	4						
Suma Ponderada de Positivos		23	0	13	19	0	0	0			
Suma Ponderada de Negativos		-4	0	-5	-4	0	0	0			

Figura 14 Matriz de Diseño de Soluciones

4. Hacer pruebas piloto

Una vez que se ha logrado consenso acerca de la solución, el equipo está listo para implementar; sin embargo, hay que tomar en cuenta las "Cuatro P"¹³: Planeación, Piloto y Prevención de Problemas.

Planeación. Después de dar rienda suelta a la imaginación, sigue la tarea de administrar la implantación del proyecto. Para algunos equipos será suficiente con generar un listado de tareas con tiempos y responsables, expresándolo mediante una gráfica de Gantt (esta gráfica es una forma sencilla de darle seguimiento a las tareas asignadas).

¹³ Pande Peter, Neuman Robert, et al, "The Six Sigma Way. Team Fieldbook", McGraw-Hill, 2000



Piloto. Una razón por la que Six Sigma se está haciendo popular, es debido a la planeación para probar nuevos productos o servicios en un ambiente de menor escala y aprender de los problemas mostrados, antes de que la solución falle y se requiera un nuevo análisis.

Un plan de implantación se ve muy bien en papel, sin embargo, la realidad es muy diferente y aún el mejor plan no es capaz de predecir lo que sucederá cuando el equipo ejecute su solución. Desperfectos inesperados y oportunidades que no se visualizaron suelen emerger cuando la gente comienza a hacer las cosas bajo un nuevo proceso.

2.4.2 Diseño de Experimentos

Existen diferentes opciones al preparar un piloto. Los analistas más sofisticados utilizan Diseño de Experimentos para comparar diferentes escenarios e identificar la mejor combinación de factores para el desempeño del proceso.

El Diseño de Experimentos es un campo muy grande en la estadística, enfocado a comprender las relaciones en un proceso y encontrar la combinación de factores más eficientes para producir un resultado de alta calidad. Ayuda a identificar no solamente factores aislados que influyen la respuesta, también interacciones entre los factores que afectan el resultado¹⁴.

Algunas estrategias para generar Pilotos son:

- **Tiempo Limitado:** Se prueba la nueva solución por un número limitado de ciclos en el proceso. Esta estrategia tiene la ventaja de que los participantes saben que la prueba tiene una fecha establecida de finalización, así que pueden llegar con mayor disposición; el periodo posterior al piloto ofrece tiempo para hacer correcciones o refinamientos que podrían ser más complejos si el piloto continúa; las métricas comparativas serán más claras, pues al terminar y regresar al proceso anterior se visualizarán claramente los cambios.
- **Artículos o clientes seleccionados:** Esta estrategia crea un "camino alternativo" dentro del que cierto tipo o número de artículos reales se envían a través del nuevo proceso. Esta práctica permite una implementación "en lotes" ya que se puede mover un mayor volumen de forma periódica hacia el nuevo proceso.

¹⁴ Para mayor información, consultar: Kimele Mark, Schmidt Stephen, Berdine Ronald, "Basic Statistics Tools for Continuous Improvement", Air Academy Press, 2000. Pp. 8-1 – 8-64



- Alcance limitado: Se prueba la nueva idea utilizando sólo una porción de la gente, máquinas, etc. (Vg. si se tienen 12 locaciones con el mismo proceso, probar en una o dos).
- Recursos limitados: Se establece un máximo de recursos a utilizar para la prueba. Por ejemplo, no gastar más del 10 % del presupuesto establecido para la implantación.
- Solución parcial: En vez de probar completamente la nueva solución, se experimentan independientemente diferentes partes de la misma. Esta estrategia funciona mejor como un método experimental.
- Simulación en la vida real: Como una prueba de laboratorio, esta técnica es realmente una operación "falsa" que replica el mundo real. El resultado de esta prueba puede nunca ser vendido o entregado a un cliente, pero su "calidad" puede ser evaluada para verificar la efectividad del proceso.
- Modelos físicos: Cuando una parte de la solución, incluye la redistribución del lugar de trabajo, es útil construir modelos a escala de la nueva distribución; de esta forma todos los que trabajan en el área pueden imaginarse en el nuevo espacio y anticipar cómo será la experiencia. Es importante documentar sus ideas para hacer mejoras en la distribución.
- Simulación por computadora: Las simulaciones por medio de programas de computación son muy populares en diseño y situaciones donde el producto o las variables son relativamente predecibles y pueden ser programadas.

El propósito de un Piloto es aprender lo que funciona y lo que no funciona del proceso y que cambios o modificaciones pueden ayudar a mejorar la efectividad de la solución.

Prevención de Problemas: Aún después del Piloto, es una buena idea prevenir los problemas futuros a través de una visión negativa de las cosas. Una forma de lograr esto es hacer una serie de preguntas acerca de los pasos críticos en el plan:

- ¿Qué puede suceder mal con este paso? (Recordando la Ley de Murphy)
- ¿Qué puede causar que suceda algo malo en este paso?
- ¿Cómo podemos evitar que estas causas generen un problema?



- ¿Qué plan de emergencia deberíamos tener por si el problema sucede de cualquier forma?
- ¿Cómo sabemos cuándo cambiar hacia el plan emergente?

Para comprobar estadísticamente el desempeño del Piloto se recomienda recurrir a las herramientas utilizadas en la fase de Análisis de la metodología: Series de Tiempos, Histogramas, Gráficas de Cajas, Paretos, etc.

5. Implantar al total de la producción

Es un grave error confiarse después de un Piloto exitoso; comparado con una implementación a gran escala, el Piloto usualmente es una situación mucho más controlada con pocas variables que administrar y poca gente involucrada. Seguramente surgirán otros problemas en la conversión del Piloto a la Implantación del nuevo proceso. Algunos detalles críticos a tomar en cuenta para tener un lanzamiento exitoso son:

- Entrenamiento: Se deben enseñar los nuevos procesos y romper con los viejos hábitos.
- Documentación: Crear referencias acerca de cómo hacer las cosas y una guía sobre preguntas frecuentes.
- Resolución de problemas: La gente debe conocer perfectamente ¿quien es el responsable de responder en caso de haber una desviación?.
- Administración del desempeño: Identificar necesidades y oportunidades para revisar descripciones de puesto, incentivos y criterios de desempeño.
- Medición: Documentar los resultados.

Al final de la fase de Mejora, el equipo debe haber logrado la implantación total de la solución; sin embargo, antes de avanzar hacia la etapa de Controlar es importante tomar en cuenta algunas acciones:

- Finalizar la documentación del Proceso.

A través de las pruebas piloto y la implantación total, se debieron crear los nuevos mapas de proceso y/o cualquier otra documentación que ayude a la gente a implementar los nuevos procedimientos. Como detalle final asegurar que cualquier refinamiento en el procedimiento sea capturado.



- Actualizar las métricas del Proceso.

Con el fin de demostrar claramente la mejora en el proceso, producto o servicio, se deben actualizar las estadísticas del nivel Sigma del proceso, mostrar la media y desviación estándar, así como cualquier otra gráfica que compare los resultados previos y posteriores a la iniciativa de mejora.

- Crear un Plan de Control

La planeación del Control es visualizar a largo plazo el mantenimiento y mejoras del proceso. Un aspecto clave aquí es involucrar más gente de la que se encuentra dentro del equipo de mejora, ya que serán los responsables de que todo se mantenga en su lugar a través del tiempo. El plan debe incluir:

- Procedimientos en caso de falla.
- Métricas que deben controlarse.
- Personas involucradas en el proyecto y responsables del control del proceso.
- Procedimiento para monitorear el proceso.
- Un método claro para delegar la responsabilidad del proceso.

2.5 CONTROLAR

La última etapa de la metodología, tiene que ver con el mantenimiento de las ganancias obtenidas durante las fases anteriores, esto se hace midiendo continuamente el desempeño del proceso, haciendo ajustes a la operación cuando los datos así lo indiquen o cuando los requerimientos del cliente cambien.

La fase de control puede dividirse en cuatro etapas:

1. Disciplina
2. Documentar la mejora
3. Establecer un proceso continuo de medición
4. Crear un plan para administrar el proceso



Disciplina. El mantenimiento de un proceso estable y predecible, requiere disciplina en el ámbito personal y organizacional; a menos que la organización recompense claramente el mantener las mejoras en el proceso y desaliente el “perder la bola de vista”, los empleados decidirán por sí mismos cuando es necesario medir y monitorear el proceso. Por lo tanto, la disciplina inicia en el momento en que la compañía selecciona, entrena, da seguimiento y especialmente evalúa y recompensa a sus empleados. Cuando no existen procesos proactivos y con disciplina, el control de los procesos será sujeto de suerte y no de conocimientos.

La disciplina en el ámbito personal es más difícil, pues implica que cada una de las personas trabajando en el proceso comprenda perfectamente las razones y los beneficios de monitorear, controlar y las mejoras en el proceso. Sin esta comprensión, la recolección de datos y creación de gráficas se verá como mayor trabajo sin valor, lo que finalmente llevará al grado en que la gente dejará de hacerlo. Es por esta razón que la organización debe asegurar a los empleados el entrenamiento en el uso de herramientas para la administración de procesos.

Documentar la mejora. La documentación es parte final de la etapa de mejora, sin embargo, al ser la única herencia que el equipo de proyecto dejará a su partida, es imprescindible asegurar que todos los detalles estén claramente documentados. La documentación ayuda a prevenir sorpresas.

Algunas sugerencias para lograr una documentación eficiente son:

- Escribir claramente y ser muy gráfico (utilizar diagramas, gráficas, fotografías e incluso videos en caso de ser necesario). Evitar el uso de palabras técnicas a menos que la persona que reciba esta información conozca completamente el significado de estos términos.
- Ser muy breve en la documentación (nadie lee un manual de 100 hojas).
- Anticipar los problemas y signos de alarma que surgieron durante las pruebas piloto. Estos son los documentos generados para manejar casos de emergencia.
- La documentación debe estar a la mano de quien la necesita. Si para conocer el procedimiento se requiere buscar a los integrantes originales del equipo de mejora, seguramente nadie se encargará del control y la variación regresará eventualmente al proceso.
- Si el proceso es muy complicado, la gente dejará de actualizar lo que hacen, hasta el punto en que lo escrito y las actividades reales, sean completamente diferentes.



- La documentación tiene mayor probabilidad de ser utilizada cuando la gente que lo requiere es quien la desarrolla.

Establecer un proceso continuo de medición. Dentro de las fases anteriores de la metodología, el equipo generó métricas para definir el problema, contar los defectos, analizar las causas de variación y cuantificar el éxito de la mejora. En la etapa de Control, el equipo debe identificar las métricas clave que ayudarán a los sucesores a mantener y administrar el proceso a través del tiempo. Para definir las métricas necesarias, un buen inicio es consultar:

- Mapas de proceso. Usualmente los requerimientos del cliente son el inicio del diagrama; obviamente el equipo debe medir las salidas del proceso para verificar que estén conforme a los requerimientos establecidos, que no existan defectos o variación en el proceso.
- Identificar las métricas que estén ligadas a las mejoras o que pueden predecir la aparición de un defecto.
- Observar las entradas del proceso que ayuden a predecir la calidad del producto o servicio durante el proceso.

Puede tomar cierto tiempo definir las métricas que mejor caracterizan al proceso, sin embargo, una vez establecidas éstas pueden ser la base para generar un tablero que ayude a administrar el proceso.

Saber lo que se requiere medir es sólo la mitad del camino, la otra mitad tiene que ver con definir cuándo y cómo serán recolectadas estas métricas junto con las acciones a tomar respecto a los datos.

Se puede iniciar discutiendo con el equipo:

- ¿Cómo vamos a obtener retroalimentación de una muestra representativa de clientes?
- Exactamente ¿en dónde se van a tomar las métricas?
- ¿Qué tan difícil será recolectar los datos?
- ¿Cómo se van a mostrar los datos?



2.5.1 Gráficas de Control

Para responder a la pregunta sobre ¿cómo se van a mostrar los datos? existe una herramienta muy poderosa llamada Gráficas de Control.

El término gráfica de control se refiere a las representaciones que comparten las siguientes características:

- a) Datos organizados respecto al tiempo. Estos pueden ser continuos o discretos. Cada dato puede representar una medición "individual" o un cálculo basado en puntos con datos múltiples.
- b) Una línea central. Usualmente es el promedio.
- c) Límites de control (LSC Limite Superior de Control y LIC Limite Inferior de Control) que representan el monto de variación esperada en los datos. Por convención estadística, se grafican aproximadamente a tres desviaciones estándar del promedio. Los límites de control reflejan la capacidad del proceso, responden a la pregunta: ¿cómo se está desempeñando el proceso día a día?.

El propósito de usar gráficas de control es similar a las razones por las cuales se utilizan gráficas de series de tiempos: existen patrones o tendencias que pueden decir si el proceso está "fuera de control".

Existen diferentes gráficas a utilizar de acuerdo al tipo de datos que se tenga disponible:

- Gráfica Individual: (*I&MR*) a menudo se grafica con el rango móvil (MR). Se utiliza en caso de tener datos continuos en puntos individuales; el rango móvil se refiere a las diferencias entre puntos adyacentes.
- Gráfica \bar{X}, R ó \bar{X}, S : donde \bar{X} se refiere al promedio de subgrupos de datos, R se refiere a los rangos entre subgrupos y S se refiere a las desviaciones estándar de los subgrupos. Se maneja en caso de tener datos continuos con subgrupos de puntos.
- Gráfica *p* y *np*: la *p* está relacionada con la proporción de defectos y *n* con el tamaño de muestra. Se utiliza con datos discretos cuando se puede contar el número de defectos y el tamaño de las muestras.
- Gráfica *c*: aquí *c* tiene que ver con el conteo de eventos poco frecuentes para un área de oportunidad estándar. Se maneja con información discreta, cuando el número de errores



o defectos es relativamente pequeño comparado contra el total de servicios o productos generados.

- Gráfica u : donde u es el conteo cuando el área de oportunidad varía. Es útil en caso de tener información continua al igual que la gráfica c , con la diferencia que en estos casos la oportunidad de que el defecto suceda varía cada vez que se toma un conteo.

Algunas de las pruebas mediante las cuales se puede identificar causas especiales de variación dentro de las gráficas de control son:

- 8 ó más puntos de forma continua en el mismo lado de la mediana.
- 6 ó más puntos continuamente aumentando o disminuyendo, indican una tendencia.
- 14 ó más puntos alternando continuamente de arriba hacia abajo, indica un sesgo o problemas en el muestreo.
- Uno o más puntos fuera de los límites de control indica que existe algo diferente acerca de estos puntos.

Es importante recordar que las gráficas de control son útiles de acuerdo a la información que contienen, por lo que es importante probar ocasionalmente la repetibilidad y reproducibilidad (Gage R&R) de la información.

Crear un plan para administrar el proceso. Tener el monitoreo y las métricas adecuadas es una introducción para finalmente utilizar los datos del desempeño en el proceso para administrarlo eficientemente. Un elemento clave es el plan de administración del proceso, ya que aún los mejores procesos pueden tener problemas, es importante tener una alarma y un plan de trabajo en caso de emergencia. Este plan debe contener:

- Mapa de procesos actualizado: el Gerente puede revisar rápidamente las actividades y decisiones involucradas.
- Alarmas de acción: marcas de los puntos en el proceso donde las métricas pueden proveer información importante acerca de entradas, operaciones y salidas, en caso de que la calidad de un producto o servicio esté en riesgo.
- Correcciones de emergencia: en caso de que una alarma no funcione, es importante tener un plan emergente donde los empleados tengan nociones de cómo y a quién acudir para corregirlo antes de que afecte a un cliente.



- Plan de mejora continua: cuando se da seguimiento al desempeño del proceso, esta información es la base para generar nuevos proyectos de mejora donde el proceso muestre debilidades.

Cierre de proyecto

Finalmente es necesario cerrar el proyecto entregando toda la documentación del desarrollo, mejoras y control del proceso a los empleados y ejecutivos relacionados con la operación del mismo. Para esto se recomienda hacer una reunión con todos los involucrados para la revisión final de los resultados y la entrega formal del proyecto.

La última y no menos importante etapa para el equipo de trabajo: Celebrar los resultados obtenidos, pues después de un largo camino entre estadísticas y métricas, se debe reconocer públicamente su esfuerzo y logros.

Conclusiones

Finalmente se ha mostrado Six Sigma a detalle y con sugerencias para hacer una implantación tranquila. Se espera que el tabú de manufactura este totalmente olvidado o en vías de perder valor.

Ahora que se ha presentado la metodología con todas sus herramientas y estadística alrededor, remarco la recomendación establecida al inicio de la etapa de mejora; la tentación por seguir analizando será grande, sin embargo hay que recordar el objetivo del proyecto: resolver un problema.

También vale la pena recordar el objetivo de la fase Analizar: confirmar las causas raíz, por lo que recomiendo utilizar las herramientas que más se adecuen a las necesidades del equipo; de nuevo, la finalidad es dar solución a un problema corriendo la menor cantidad de riesgos respecto a las decisiones que se tomarán.

El líder de proyecto dentro de las empresas de servicios tendrá que demostrar una gran habilidad como agente de cambio, liderazgo, negociación e influencia y una total comunicación; ninguno de estos puntos son tratados en la metodología, sin embargo son básicos para administrar el proyecto y organizar al equipo de trabajo. A las personas altamente analíticas, les recomiendo desarrollar este tipo de habilidades para completar su entrenamiento.



Capítulo 3 ESTUDIO DE CASO

Introducción

Hasta el momento, la teoría mostrada se ve muy atractiva, después de haber conocido las bases y posteriormente los detalles de la metodología, así como las recomendaciones para implantarla eficientemente, aún no hemos sido capaces de comprobar la hipótesis planteada al inicio de este documento:

La metodología para mejora de procesos "Six Sigma" se puede aplicar con resultados exitosos dentro del ambiente de servicios en México.

Ha llegado el momento de demostrar que Six Sigma realmente funciona para las empresas de servicios. La forma de hacerlo, será mediante la aplicación de la metodología a un caso real.

Este caso fue realizado con base en un proceso dentro de una empresa de servicios financieros en México. Con el fin de mantener la confidencialidad de la información, los nombres así como cierta información sensible, fue alterada, sin embargo, los detalles respecto al método usado se mantienen dentro del caso.

El problema se desarrolla en un proceso que involucra proveedores y algunas áreas que se encuentran en EEUU, la administración y operación principal se realiza en México y los clientes se encuentran en Puerto Rico.

3.1 DEFINIR

3.1.1 Modelo de Kano

Dentro del Proceso de Adquisición de Clientes para el mercado de Puerto Rico, se han identificado diferentes áreas de oportunidad que impactan a clientes y prospectos. Estas oportunidades se obtuvieron de la encuesta de satisfacción del cliente y aquí se definen las 5 oportunidades con mayor incidencia:

1. Me envían una solicitud preaprobada y posteriormente me entregan una carta de declinación o ni siquiera tuve respuesta.
2. Quiero que aparezca mi nombre completo (sin iniciales).
3. Me gustaría que el programa de puntos fuera gratis.



4. Debería cambiar el modelo de la tarjeta.
5. Podrían abrir más lugares para pagar mi saldo.

De acuerdo al modelo de Kano (figura 15), se estableció la prioridad de los problemas de acuerdo a las expectativas de los clientes y los niveles de satisfacción, presentándose éstos como:

1. Me envían una solicitud preaprobada y posteriormente me entregan una carta de declinación o ni siquiera tuve respuesta. **NECESIDAD BÁSICA.**
2. Quiero que aparezca mi nombre completo (sin iniciales). **MEJOR DESEMPEÑO.**
3. Me gustaría que el programa de puntos fuera gratis. **NECESIDAD DESCONOCIDA.**
4. Debería cambiar el modelo de la tarjeta. **NECESIDAD DESCONOCIDA.**
5. Podrían abrir más lugares para pagar mi saldo. **MEJOR DESEMPEÑO.**

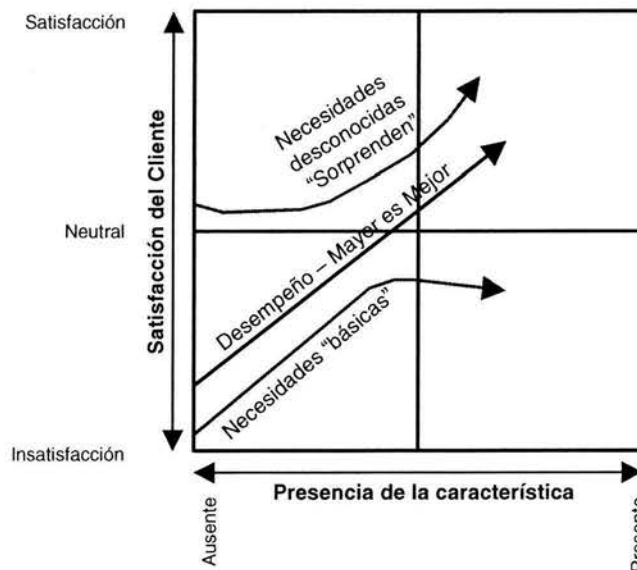


Figura 15, Modelo de Kano

Debido a que las necesidades básicas son las que generan la mayor insatisfacción en el cliente, ésta será el factor a analizar para el proyecto.

Veamos cómo se desarrolla el proceso:

La empresa le envía una invitación a una base de prospectos, invitándolos a adquirir alguno de sus productos bajo el sello de cliente preaprobado. El prospecto envía su documentación para ser procesada por la empresa y después de algunos días recibe respuesta a su solicitud, en



caso de ser positiva, recibe una tarjeta, en caso contrario recibe una carta explicando que su solicitud fue declinada.

El prospecto ha expresado su insatisfacción con este proceso, pues siente que la invitación recibida es un engaño por parte de la empresa y lo hicieron perder su tiempo.

3.1.2 Árbol de Procesos

Aquí se muestra la necesidad definida como crítica para el cliente: **"Respuesta a mi solicitud"** identificada y priorizada a través del Modelo de Kano.

En el árbol de procesos (figura 16), esta necesidad se liga de forma lógica con los procesos internos de negocio hasta llegar al punto donde se identifica internamente el área de oportunidad.

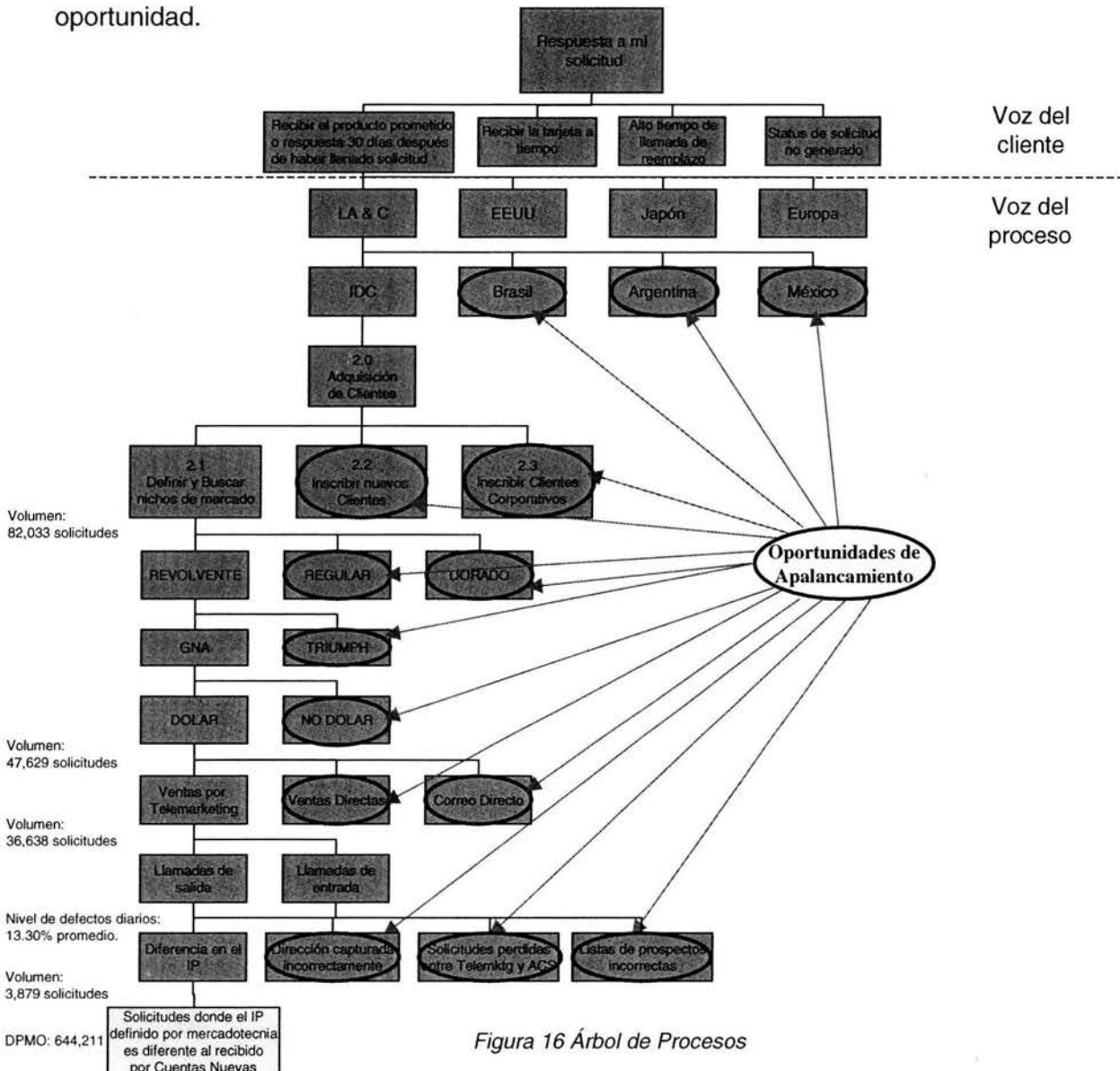


Figura 16 Árbol de Procesos



3.1.3 Contrato de Proyecto

Aquí se presenta en una sola hoja el problema, impacto, alcance, objetivo, recursos, costos y beneficios del proyecto; el Contrato (figura 17) se vuelve de esta forma la plataforma de partida para el proyecto de mejora.

ENUNCIADO DE PROBLEMA	RECURSOS		
<p>En el proceso de Adquisición de clientes para el mercado de América Latina, cuando se lanza una campaña, el IP (Identificador del Producto) determina el perfil mediante el cual se ofrece un producto (cuotas, pre-aprobación, características del producto, etc.) y el criterio con el que se procesa la solicitud en el área de Cuentas Nuevas. Se han encontrado diferencias en este identificador a través del proceso de Adquisiciones. Al observar el volumen de solicitudes con diferencia en el IP, se han encontrado 2961 defectuosas de un total de 36,638 dentro de las dos primeras campañas del año, esto significa un promedio de 13.30 % de defectos diarios. 488 solicitudes fueron recibidas sin IP. Debido al defecto, una solicitud ofrecida como pre-aprobada a un cliente podría ser declinada al procesarla con un IP incorrecto.</p>	Nombre	Rol	%
<p>Impacto al cliente: se contacta a un prospecto ofreciéndole una cuenta pre-aprobada, semanas después recibe una carta de declinación a su solicitud.</p>	Guillermo Guerrero	Project Champion	2%
<p>Impacto al negocio: Costo por adquirir un cliente: \$ 38.02 dlls., ingresos perdidos por no adquirir un cliente: \$ 40.84 (primeros 3 años). Regulaciones legales: "No responder a un solicitante 30 días después de recibir la solicitud vía oral o escrita. Las multas por esta razón van desde \$10,000 hasta \$500,000 dlls. o incluso el 1% del total de las utilidades del negocio".</p>	Rodrigo Carrillo	Black Belt	100%
<p>ALCANCE</p>	Joycellin Ogle-Ellis	Master BB (apoyo)	2%
<p>El objetivo es trabajar en el producto Revolvente del mercado de Puerto Rico para las solicitudes manejadas por la agencia de telemarketing con llamadas de salida y de entrada. Se excluye de los límites del proyecto: 1) Solicitudes del producto regular y dorado, 2) Solicitudes de otros países, 3) Solicitudes recibidas por otro canal de adquisición, 4) Errores en la captura de información del prospecto, 5) Solicitudes perdidas entre la agencia de telemarketing y el proveedor de captura, 6) Listas incorrectas de prospectos.</p>	Hortensia Medina	Master BB	2%
<p>Oportunidades de apalancamiento: 1) Solicitudes del producto regular y dorado, 2) Solicitudes de otros países, 3) Solicitudes recibidas por otro canal de adquisición, 4) Errores en la captura de información del prospecto, 5) Solicitudes perdidas entre la agencia de telemarketing y el proveedor de captura, 6) Listas incorrectas de prospectos.</p>	Louise Jadotte	Consultor Financiero	2%
<p>Diagnóstico de Riesgo: el proceso involucra proveedores externos, lo que puede retardar la iniciativa por falta de cooperación.</p>	Ramón Rodríguez	Dueño de proceso	2%
<p>OBJETIVO MESURABLE</p> <p>Disminuir a 5 % el nivel de defectos diarios en las diferencias entre el IP asignado por mercadotecnia y el IP procesado por el área de Cuentas Nuevas bajo el producto Revolvente del mercado de Puerto Rico para las solicitudes manejadas por la agencia de telemarketing con llamadas de salida y de entrada. Implantación: 02/28/04</p>	Shaun Fuller	Experto en procesos	10%
<p>SIGMA</p>	Enrique Hernandez	Experto en procesos	5%
<p>Oportunidad: Cualquier solicitud bajo el producto Revolvente del mercado de Puerto Rico para las solicitudes manejadas por la agencia de telemarketing con llamadas de salida y de entrada procesada en el área de Cuentas Nuevas</p>	Juan Gonzalez	Experto en procesos	10%
<p>Defecto: Cualquier día con un nivel de defectos en el IP mayor al 5% en solicitudes bajo el producto Revolvente del mercado de Puerto Rico manejadas por la agencia de telemarketing con llamadas de salida y de entrada procesada en el área de Cuentas Nuevas.</p>	Grisett Contreras	Experto en procesos	10%
<p>Punto de partida (Agosto 2003): LT Sigma = -0.37, ST Sigma = 0.32 Sin sentido por falta de subgrupos en la información.</p>	Nathan Wong	Experto en procesos	5%
<p>Fuente de información: Base de datos de Cuentas Nuevas, Base de datos de buró de crédito, muestra de solicitudes físicas Datos obtenidos: Discretos. Transformados a Continuos</p>	Patricia Perez	Experto en procesos	10%
	FINANZAS		
	Fecha de Inicio 08/06/03	Finalización Est.: 02/28/04	
	Impacto Financiero	2004 (12 meses)	
	Beneficios		
	Disminución de costos	\$ 92,435	
	Utilidades	\$ 17,497	
	Costo de implantación	\$ 10,000	
	Total	\$ 99,932	
	Detalles:		
	Incremento de Utilidades		
	\$ 17,497 Beneficio de los clientes que fueron declinados por el defecto		
	Disminución de costos		
	\$ 92,435 Costo anualizado para adquirir a los clientes que finalmente fueron declinados debido al defecto		
	Costos		
	Costo de administración del proyecto		

Figura 17 Contrato de Proyecto



3.1.4 Costo Por Mala Calidad

A través del Costo Por Mala Calidad (CPMC) se muestra el gasto incurrido por no lograr las expectativas del cliente, cuantificando el impacto financiero para la empresa.

En este caso se tiene una pérdida por costos directos de adquisición de \$38.02 dólares por solicitud, también se contabiliza el Valor Presente Neto de la utilidad que genera cada cliente adquirido durante sus primeros cinco años de estancia con la compañía \$57.37 dólares, esto es debido a que por el error, clientes que debieron ser adquiridos por la empresa (ya que contaban con toda la documentación y requisitos necesarios), fueron finalmente declinados.

Además de las pérdidas directas en clientes y facturación de los mismos, se tiene un riesgo de demanda legal debido a la Ley ECOA (Equal Credit Opportunity Act, EEUU) la cual obliga a las compañías de servicios financieros a notificar acerca de la acción tomada con los prospectos (favorable o adversa) 30 días después de haber recibido su solicitud. En caso de que la compañía no cumpla con esta ley, el prospecto puede demandar, aplicando sanciones que van de los \$10,000 dólares hasta la entrega del 1% de las ganancias totales de la empresa a la persona afectada.

Al investigar los detalles del proceso, se identificó que durante un año 649 solicitudes jamás fueron procesadas, por lo tanto los prospectos a cliente nunca recibieron una respuesta por parte de la compañía. Afortunadamente ningún prospecto ha levantado alguna demanda por este caso (hasta el momento). En la figura 18 se muestra una tabla con las operaciones financieras relacionadas al Costo Por Mala Calidad.

Costo unitario para adquirir un cliente	\$ 38.02
Utilidad promedio obtenida por cliente (5 años VPN)	\$ 57.37
Número de defectos anualizado	1,782
Número de solicitudes declinadas debido al defecto	12
Número de solicitudes sin IP	649
Número de solicitudes sin IP que debieron ser aprobadas	292
Costo por adquirir a los clientes	\$ 92,435.74
Utilidades perdidas por no aprobar a los clientes	\$ 17,419.63
Costo Por Mala Calidad (anualizado)	\$ 109,855.37

Regulaciones legales	
Las compañías crediticias deben notificar al solicitante la acción tomada (en ambos casos: favorable o adversa) en una solicitud a los 30 días después de haber recibido la solicitud oral o escrita	
Multas:	
El ECOA (Equal Credit Opportunity Act) multa con \$10,000 dls para demandas individuales y hasta \$500,000 dls o el 1% de las utilidades netas de la empresa crediticia en demandas conjuntas, además de los daños provocados.	
Los demandantes serán también compensados por los gastos de abogados y juicio en la corte.	

Figura 18 Resumen del CMPC



3.1.5 Mapas de Procesos

A continuación se establece y documenta la Voz del Proceso por medio de los Mapas de Procesos.

Los Mapas de Proceso son una representación gráfica de las actividades realizadas para generar un bien o producto. En este caso se muestra el primer nivel del proceso de Adquisición de clientes para la subsidiaria de Puerto Rico (figura 19).

El proceso pasa a través de cinco áreas diferentes las cuales están a una gran distancia geográfica entre ellas:

- Diseño de la campaña de mercadotecnia – Florida (EEUU)
- Contactar a los prospectos para ofrecer el producto – DF (México)
- Capturar y digitalizar las solicitudes - Utah (EEUU) y Monterrey (México).
- Control de Calidad del archivo de captura – Utah (EEUU)
- Establecer una decisión respecto a las solicitudes (México)

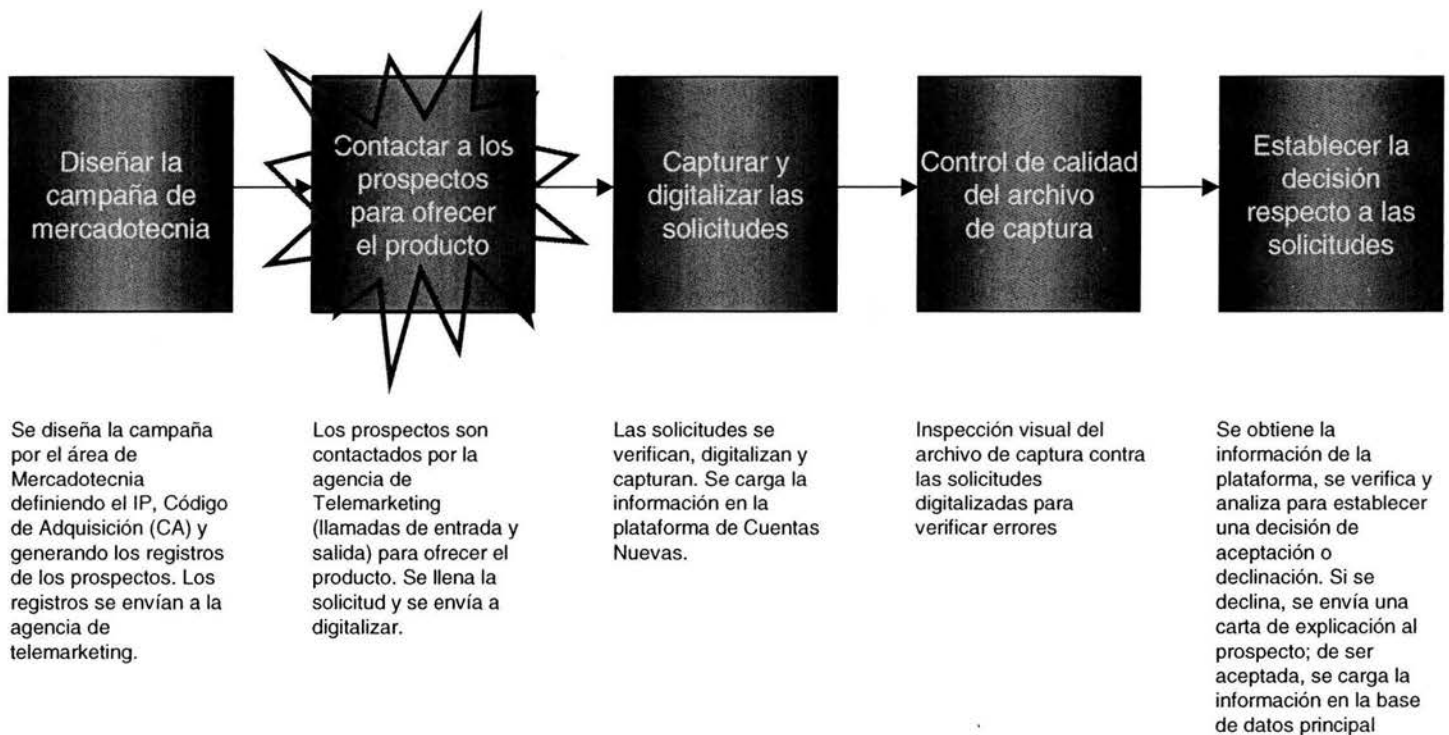


Figura 19 Mapa de Procesos Nivel 1

Para observar el siguiente nivel del proceso (nivel 2) y los detalles de cada actividad, se puede referir al Anexo 1.



3.2 MEDIR

Para iniciar la etapa de Medir, se recomienda establecer un marco de referencia sobre las métricas del proceso.

En la figura 20 se puede observar:

- La necesidad del cliente y la promesa que se le hace al primer contacto por parte de la empresa.
- El significado del código afectado por el defecto.
- La definición de la métrica.
- El objetivo de desempeño del proceso.
- Los límites de especificación.
- La definición del defecto.

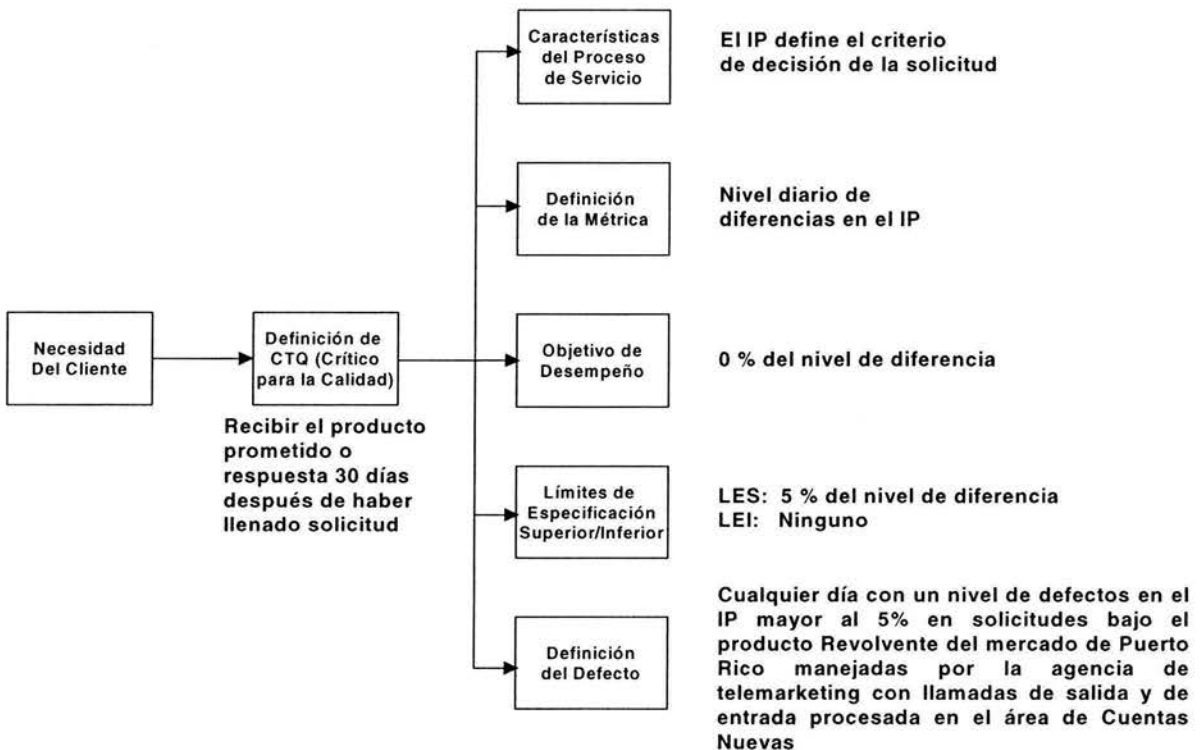


Figura 20 Estándares de desempeño



3.2.1 Gage R&R

Al iniciar el proyecto se identificó que no existía información específica sobre el defecto. Con el fin de diagnosticar adecuadamente el proceso además de establecer el punto de partida para el proyecto de mejora, como primer paso se creó el sistema de métrica.

Se obtuvo la información generada por el área de Cuentas Nuevas sobre las solicitudes procesadas desde Enero 1° a Agosto 30 del 2003; con esto se creó una base de datos con 36,638 registros abarcando las dos primeras campañas de mercadotecnia para el 2003.

Antes de atacar la variación debido al proceso, es imprescindible asegurar que el sistema de Métrica mantiene una variación mínima, de otra forma se estarían destinando recursos y tiempo a disminuir una variación en el proceso que puede ser aparente; con el fin de validar el sistema de Métrica, se hizo una auditoria a la base de datos conformada por la información de Cuentas Nuevas. La figura 21 ejemplifica la Base de Datos creada.

PCN	Applicant name	SSN	Source code	Dec	Dec code	Decision date	SPID	defect	Count
			VD40703415 Total					5	925
20011390138297	WILLIAM RIVERA V		VD40703423	A	Z3	20010521	76F	0	1
20011420158751	ANA C RUPERTO ROSADO		VD40703423	A	Z5	20010523	76F	0	1
20011420158752	ELSA VELEZ RUIZ		VD40703423	A	Z3	20010523	76F	0	1
20011420158754	ANA G RIVERA MORALES		VD40703423	A	Z5	20010523	76F	0	1
20011420158889	WILSON MARTINEZ		VD40703423	A	Z5	20010523	76F	0	1
20011420158890	ANIBAL IRIZARRY		VD40703423	A	Z3	20010523	76F	0	1
20011420158891	WILLIAM PLAZA ALICEA		VD40703423	A	Z5	20010523	76F	0	1
20011420158892	MOISES CARABALLO		VD40703423	A	Z5	20010523	76F	0	1

Figura 21 Muestra de Base de Datos

Una muestra representativa de la Base de Datos con 1374 registros fue extraída y comparada contra las solicitudes físicas antes del proceso de captura.

Del total de 1374 registros, sólo se encontraron diferencias en 35 (2.5 % de la muestra), con esto se puede asegurar que la información contenida en la Base de Datos tiene un nivel del 97.5 % de confianza.

Dado que la base de datos solamente genera registros con los resultados del procesamiento de solicitudes y el defecto se encuentra definido a partir del porcentaje diario de diferencias en el código IP (Indicador de Producto), un proceso manual de cálculo entre las solicitudes correctas y las solicitudes defectuosas fue requerido.

Al tener de nuevo una intervención más en la generación de la métrica para el proceso, se llevó a cabo la prueba de Gage R&R para asegurar que esta métrica final no afectara la variación del proceso.



El procedimiento que se siguió para el estudio se presenta en el Anexo 2 junto con el análisis de datos.

3.2.2 Capacidad del Proceso (Nivel Sigma y DPMO)

Para definir la capacidad del proceso en términos de su variación, se estableció el nivel Sigma. En este caso se corre un reporte mediante un programa de estadística (figura 22).

Definiendo el Límite de Especificación Superior (LES) como 5% y el objetivo como 0%; el nivel Sigma del proceso es -0.37 con un nivel de Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO) de 644211.

La información utilizada fue extraída de la base de datos de Cuentas Nuevas obteniendo el nivel de defectos diarios de Marzo 07 a Agosto 30 del 2003.

El reporte de Capacidad del Proceso fue creado sin establecer subgrupos de información debido a que se mezclan diferentes campañas en el resultado de un mismo día; por esto ST (Short Term) no es una estimación adecuada de la Capacidad Potencial del Proceso.

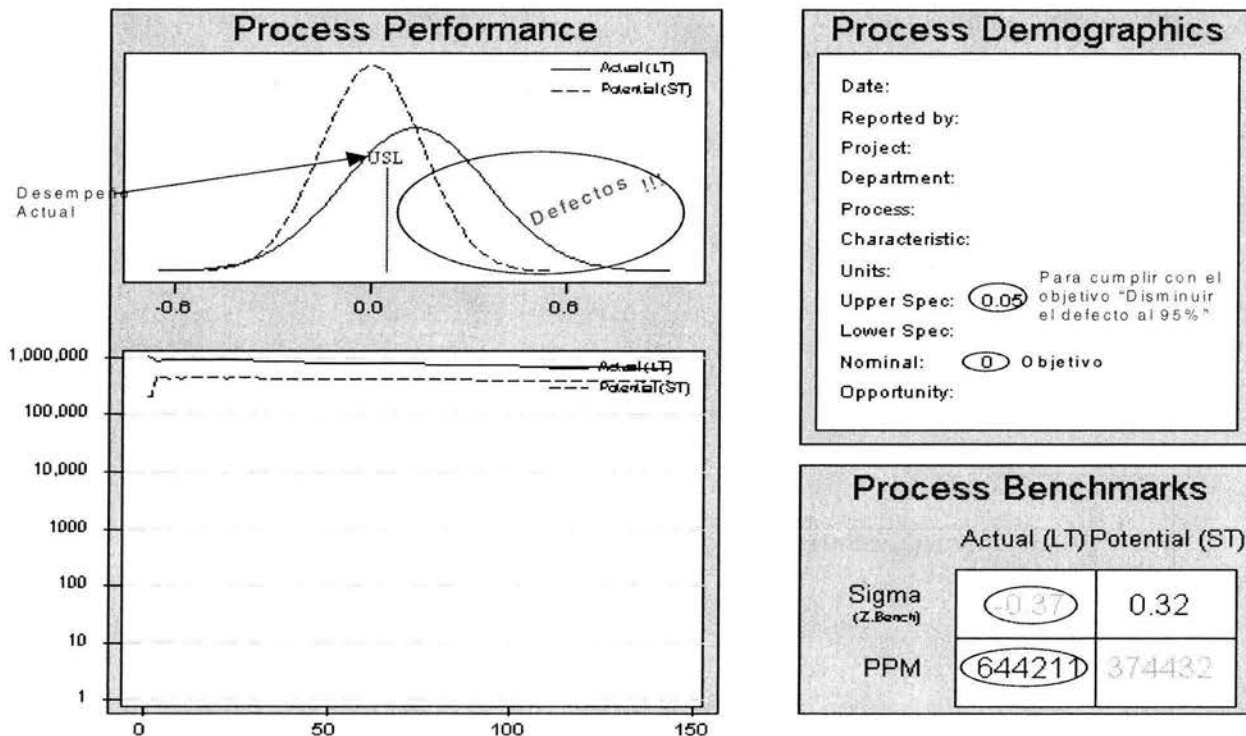


Figura 22 Capacidad del Proceso y DPMO



3.3 ANALIZAR

3.3.1 Histograma

Con el fin de identificar la distribución de los datos, se genera un histograma. El software estadístico utilizado genera una gráfica de probabilidad normal (figura 23) y desarrolla una prueba de hipótesis para examinar si las observaciones siguen una distribución normal o no. Los resultados se arrojan a través de la prueba Anderson Darling basada en una función empírica de distribución acumulativa¹⁵.

La prueba arroja un valor de probabilidad que será utilizado en muchas herramientas estadísticas más adelante, por lo que a continuación se presenta una explicación de este valor:

- El valor P (P-value) se usa a menudo en las pruebas de hipótesis, cuando se acepta o se rechaza una hipótesis nula. El valor P representa la probabilidad de caer en un error Tipo 1, que significa rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Cuando el valor P es menor, disminuye la probabilidad de equivocación al rechazar la hipótesis nula. El valor principal de P es 0.05 (95 % de confianza), ya que en caso de ser menor a este valor, se rechaza la hipótesis nula¹⁰.

Para los datos del proceso el valor de Probabilidad (P-Value) < 0.05, indica que la distribución no es Normal.

La Media del Porcentaje de defectos diario es 13.30 % (la barra más alta en el Histograma es cercana al 0% sin embargo, existe un alto número de días fuera del objetivo de 5%) y la Desviación Estándar es 22 %.

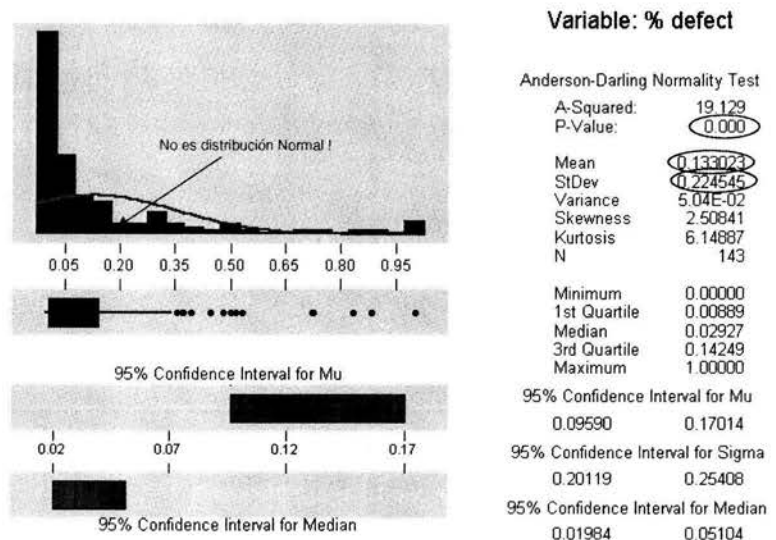


Figura 23 Histograma

Se observa una variación alta en puntos aislados, estos puntos deberán analizarse por separado debido a que se presentaron más de una vez dentro del periodo de medición.

¹⁵ Extraído de la ayuda del Software estadístico Minitab



3.3.2 Gráficas de Series de Tiempo

Las gráficas de series de tiempo fueron utilizadas para medir y darle seguimiento a las solicitudes recibidas y procesadas por el área de Cuentas Nuevas a través del tiempo.

Se manejaron con el fin de identificar problemas u oportunidades (tendencias, patrones o variaciones), causas - raíz potenciales y monitorear el desempeño del área.

En la figura 24 se identifica a través del valor de probabilidad (P-value) que existen diferentes grupos de información en la misma gráfica (Clustering)

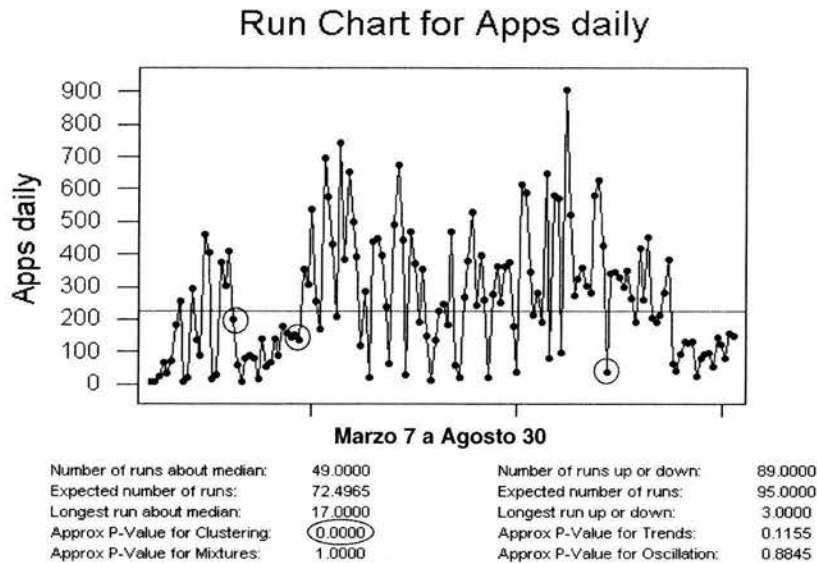


Figura 24 Gráfica de series de tiempo para el volumen de solicitudes recibidas

Al preguntar los acontecimientos en los días que muestran un cambio en la distribución de los datos, se descubrió que:

- Los grupos son debido a las 2 diferentes campañas de mercadotecnia que se encuentran graficadas.
- El primer grupo de información muestra el volumen de solicitudes de Marzo 7 a Marzo 29 (Inicio de la Campaña lanzada en Febrero)
- El segundo grupo va de Marzo 30 a Abril 24 (Final de la campaña de Febrero)
- Tercer grupo va de Abril 25 a Julio 22 (Inicio de la campaña lanzada en Mayo)
- Cuarto grupo va de Julio 23 a Agosto 30 (Final de la campaña de Mayo)



Al manejar la misma gráfica para el resultado del Porcentaje de Defectos Diarios (figura 25) se identificó que de nuevo existen agrupaciones de información (marcadas cada una en los cuadros de la gráfica)

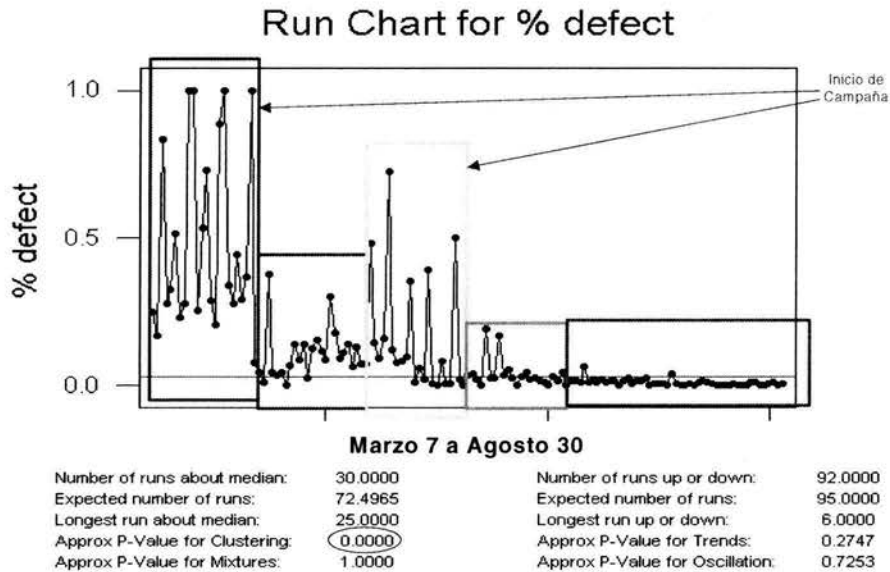


Figura 25 Gráfica de series de tiempo para el nivel de defecto diario

Investigando la causa de esos grupos se tiene que:

- El primer grupo de información muestra de Marzo 7 a Abril 5 (Inicio de la campaña de Febrero)
- El segundo grupo va de Abril 6 a Mayo 9 (Final de la campaña de Febrero)
- Tercer grupo va de Mayo 10 a Junio 5 (Inicio de la campaña de Mayo)
- Cuarto grupo de Junio 6 a Junio 28 (Mitad de la campaña de Mayo)
- Quinto grupo de Junio 28 a Agosto 30 (Final de la campaña de Mayo)

La información reunida hasta el momento permite avanzar hacia una sesión de Causas - Raíz. Esta sesión fue realizada reuniendo a los dueños de cada uno de los procesos así como analistas para el área de Cuentas Nuevas.



3.3.3 Diagrama Causa - Raíz

Utilizando la regla de preguntar ¿Por qué? al menos tres veces en cada una de las causas, se genera el diagrama organizando las ideas en las seis ramas principales (figura 26).

A partir de las ideas obtenidas en la sesión se identificaron 6 causas potenciales del defecto, éstas serán verificadas posteriormente a través de pruebas de hipótesis para establecer su relación con el defecto del proceso.

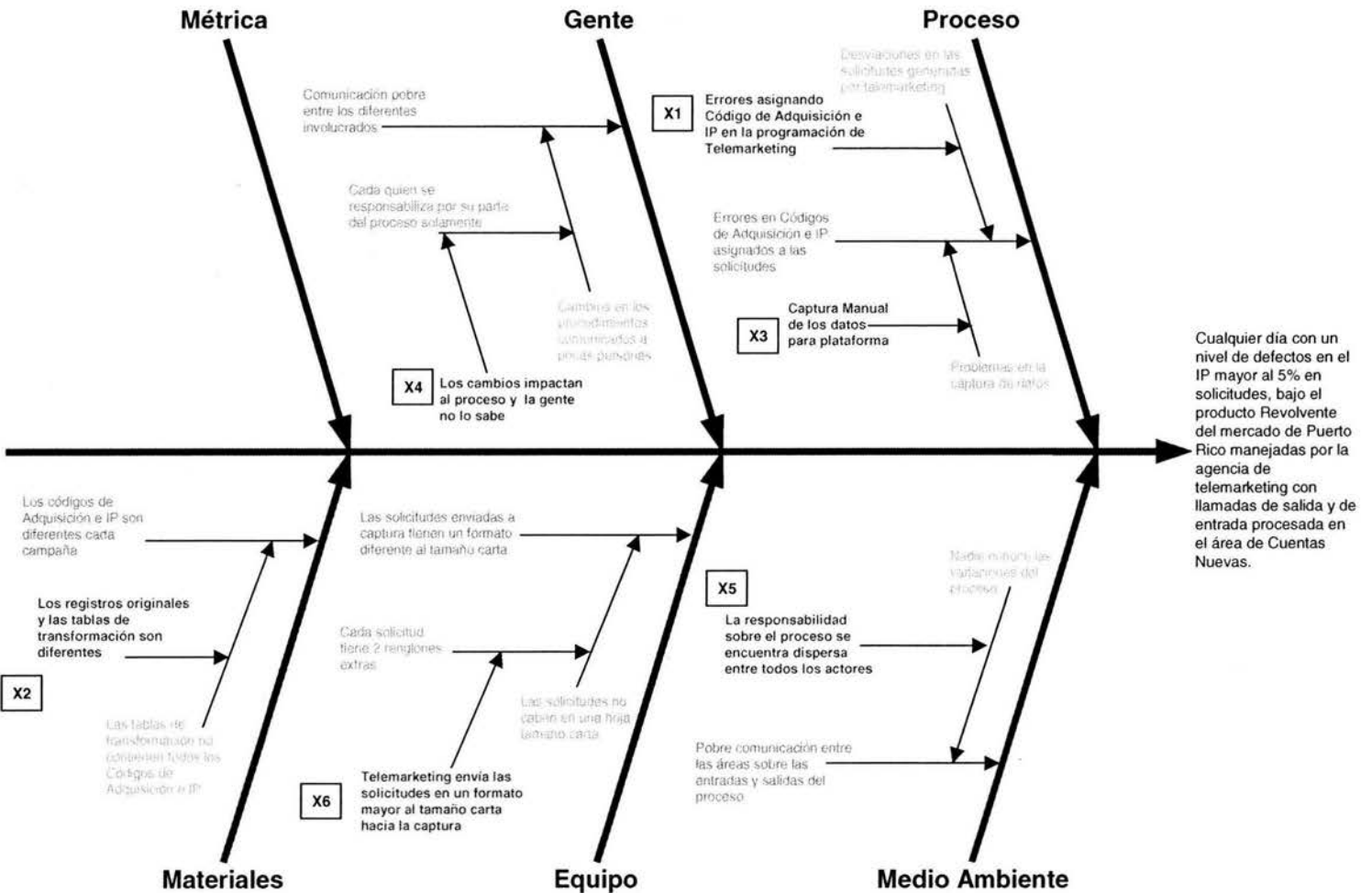


Figura 26 Diagrama Causa – Raíz

La rama de Medición (o métrica) no contiene ninguna causa potencial debido a que la herramienta Gage R&R demostró estadísticamente que el sistema de métrica es confiable.



3.3.4 AMEF

A continuación se organizan las causas potenciales identificadas en el diagrama Causa - Raíz dentro de la matriz AMEF (figura 27), se agregan las etapas del proceso donde se generan estas causas potenciales, se incluyen los modos potenciales de falla que se traducen en los síntomas de errores en el proceso y se determina la prioridad de acuerdo a las tablas de Severidad, Ocurrencia y Detección.

Se generan pruebas de hipótesis (siguientes páginas) y el resultado se vacía también en el AMEF, de tal forma que al final se visualiza cuales son las causas que tienen una relación directa con la variación en el defecto.

X's	Etapas del Proceso	Modos Potenciales de Falla	Efectos Potenciales de Falla	SEV	Causas Potenciales	Hipótesis Nula (Ho)	P-Value	OCC	Controles Actuales	DET	RPN	COPQ
X1	Dar de alta registros en sistema	Errores en Códigos de Adquisición e IP asignados a las solicitudes	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Errores asignando Código de Adquisición e IP en la programación de Telemarketing	No hay diferencias entre el principio y el final de cada campaña de adquisición	0.000	7	No existe control sobre las solicitudes procesadas	10	630	\$41 K
X2	Generación de base de datos con lista de prospectos, IP & CA por registro	Las tablas de transformación no contienen todos los Códigos de Adquisición e IP	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Los registros originales y las tablas de transformación no coinciden	No hay correlación entre los errores en el archivo de entrada y el nivel de defectos	0.121 0.668 R-Sq=0.4%	3	Verificación visual sobre una muestra antes de lanzar la campaña	6	162	
X3	Capturar información del archivo de imagen	Problemas en la captura de datos	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Captura manual de datos para plataforma	No hay correlación entre los errores de captura y las diferencias en el IP	0.101 0.731 R-Sq=0.2%	2	Muestra obtenida de plataforma	2	36	
X4	Proceso de Principio a Fin	Cada quien se responsabiliza por su parte del proceso solamente	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	Los cambios impactan al proceso y la gente no lo sabe	No hay diferencias entre el principio y el final de la campaña de Febrero y Mayo	0.003	3	No existe nadie responsable de todo el proceso	7	21	\$68 K
X5	Proceso de Principio a Fin	Nadie conoce las variaciones del proceso	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	La responsabilidad sobre el proceso se encuentra dispersa entre todos los actores	No hay diferencia entre las campañas de adquisición	0.000	3	No existe nadie responsable de todo el proceso	7	21	
X6	Modificar archivo de solicitudes ajustando márgenes a una sola hoja carta	Cada solicitud tiene dos renglones extra	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	Telemarketing envía las solicitudes en un formato mayor al tamaño carta hacia la captura	No hay correlación entre el volumen de solicitudes con renglones extra y el nivel de defecto	0.161 0.917 R-Sq=0.1%	8	Modificación manual de cada solicitud antes de la digitalización	1	8	

SEV: Severidad OCC: Ocurrencia DET: Detección RPN: Número de prioridad en riesgo

Figura 27 AMEF



3.3.5 Pruebas de Hipótesis

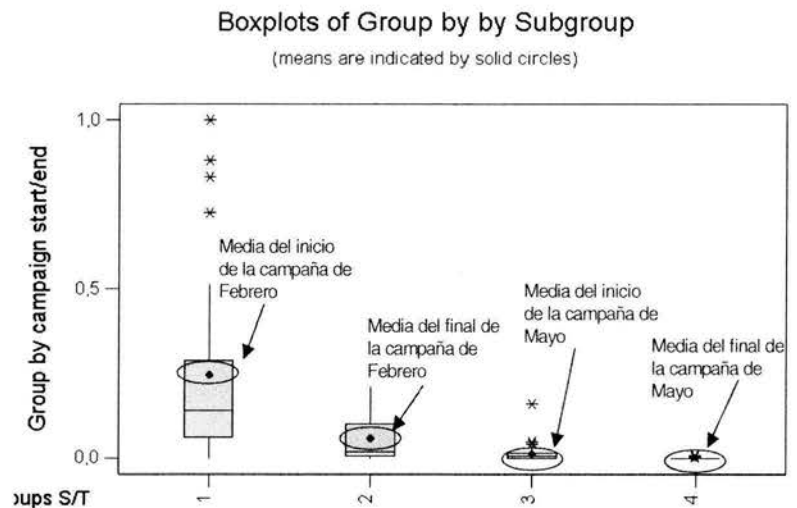
ANOVA

Se utiliza el ANOVA para probar la primer causa potencial "Errores asignando el código IP en la programación de Telemarketing".

Dado que la programación de códigos se hace sólo al inicio de cada campaña, en el caso ideal no debería existir diferencia alguna a través de cada campaña. Para esto se establecen las siguientes hipótesis:

Ho: No hay diferencia entre las medias del inicio y el fin de cada campaña de adquisición

Ha: Existe al menos una diferencia entre las medias del inicio y el fin de cada campaña de adquisición



One-way ANOVA: Group by campaign start/end versus Subgroups S/T

Source	DF	SS	MS
Subgroup	3	1,8112	0,6037
Error	151	3,9858	0,0264
Total	154	5,7969	

F 22,87 P 0,000
 El valor de P < 0.05 muestra que si existen diferencias

Level	N	Mean	StDev
1	50	0,2475	0,2810
2	21	0,0575	0,0650
3	60	0,0125	0,0228
4	24	0,0012	0,0031

Pooled StDev = 0,1625

Individual 95% CIs For Mean
 Based on Pooled StDev

Figura 28 ANOVA

Al comparar la información del inicio y final de cada campaña (figura 28) se descubre que en realidad sí existen diferencias en ellos, por lo que "SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA". Esto determina que los errores en la asignación del código IP, tiene relación con el porcentaje de defectos diarios.

El resto de las pruebas de Hipótesis pueden encontrarse al final del documento bajo el Anexo 3



Prueba de Varianzas Iguales

Otro ejemplo de las pruebas de Hipótesis se encuentra en esta prueba, donde se verifica si la variación entre el principio y el final de la campaña de Febrero es significativamente diferente (figura 28-B) y se establecen las siguientes hipótesis:

Ho: No hay diferencia entre la variación del principio y del final de la campaña de Febrero

Ha: Existe al menos una diferencia entre la variación del principio y del final de la campaña de Febrero

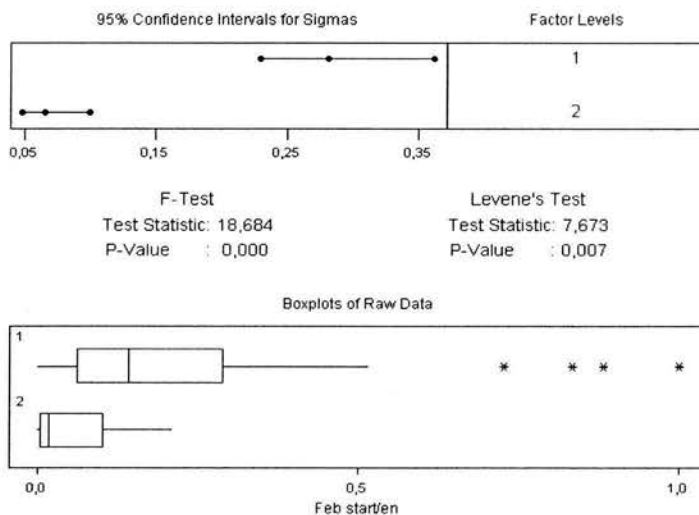


Figura 28-B Prueba de Varianzas Iguales

Test for Equal Variances

Response Feb start/en

Factors Subgroup F s

ConfLvl 95,0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels
0,228987	0,281047	0,362014	50	1
0,047959	0,065019	0,099406	21	2

F-Test (normal distribution)

Test Statistic: 18,684

P-Value : 0,000

Levene's Test (any continuous distribution)

Test Statistic: 7,673

P-Value : 0,007

P-Value es <0.05 lo que muestra que hay diferencias

El valor P nos ayuda a comprobar que existen diferencias, por lo que "SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA". Por lo tanto esta causa raíz sí tiene relación con el defecto



3.4 MEJORAR

3.4.1 Matriz de Diseño de Soluciones

Una vez identificadas las causas que generan la variación en el proceso, se definen los criterios bajo los cuales se compararán las posibles soluciones.

Éstos criterios se listan en los renglones de la primer columna de la matriz, posteriormente se define un nivel de importancia para cada criterio calificándolo en la última columna de la matriz del 1 al 5, siendo 5 el más importante y 1 el menos.

Finalmente se listan todas las posibles soluciones dentro de la Matriz de Diseño de Soluciones (figura 29) y se definen las comparaciones de procesos que se hayan hecho.

Se hacen los cálculos correspondientes y se elige la mejor opción.

Nivel de Importancia	
1	No es importante
5	Muy importante

Calificación del criterio	
1	Mejor
0	Igual
-1	Peor

Criterios Clave

	Concepto 1 Nuevo Diseño	Concepto 2 Diseño Existente (Status Quo)	Concepto 3 Benchmark	Concepto 4	Concepto 5	Concepto 6	Nivel de Importancia
1	Número de Códigos de Adquisición e Identificadores de Producto	1	0	0			5
2	Control sobre el CA e IP antes de impactar al cliente	1	0	0			4
3	Comunicación con el proveedor de Telemarketing	1	0	1			3
4	Punto de contacto único con el proveedor de Telemarketing	1	0	1			4
5	Administrador del proceso de principio a fin	1	0	-1			5
6	Penalizaciones por un proceso incorrecto de captura	1	0	1			4
7	Penalizaciones por un proceso incorrecto en el área de Cuentas Nuevas	1	0	-1			2
8	Satisfacción de clientes y prospectos	0	0	0			1
9	Ningún impacto al cliente	1	0	0			5
10	Nivel de aprobación mayor al 60 %	0	0	0			4
11	Documentación sobre el control del IP	1	0	0			3
	Suma de Positivos	9	0	3			
	Suma de Negativos	0	0	2			
	Suma de Similares	2	0	6			
	Suma Ponderada de Positivos	35	0	11			
	Suma Ponderada de Negativos	0	0	-7			

El proceso propuesto es la mejor solución para este proyecto

Figura 29 Matriz de Diseño de Soluciones



3.4.2 Diseño de Experimentos

Después de las pruebas de Hipótesis, tres causas vitales fueron identificadas, dos de ellas relacionadas con la administración del proceso de Principio a Fin; debido a esto, ambos factores fueron reunidos en una sola variable.

Enfoque:

Causas Vitales:

X1: Errores asignando Códigos de Adquisición (CA) e IP (Identificador del Producto) con el proveedor de Telemarketing, ahora se llamará Programación Tmk y se medirá a través de los días en que se recibieron solicitudes sin CA e IP.

X2: La conjunción de los factores X4 (Los cambios impactan al proceso y la gente no lo sabe) y X5 (La responsabilidad sobre el proceso se encuentra dispersa entre todos los actores), será llamada Administración de Principio a Fin (PF) y se medirá por medio del nivel de defectos diarios que contengan solicitudes No pre-aprobadas debido a que se perciben cambios en este segmento de mercado durante las campañas de adquisición sin responsabilidad de los involucrados, mientras que el resto de los segmentos tenían a un responsable asignado para asegurar la comunicación.

Mejora deseada:

Reducción del Nivel de Defectos diarios

Tipo de Experimento:

2² Factorial Completo

4 Corridas

8 Réplicas

Recolección de los datos:

Datos Históricos, 32 puntos aleatorios

Debido a los altos costos del proceso, el diseño de experimentos se hizo con los datos de las campañas anteriores para evitar dañar los resultados de la campaña actual.

Para verificar los detalles del Diseño de Experimentos, referirse al Anexo 4.



Gráficas de Efectos Principales e Interacciones

En los Efectos Principales (figura 30) se puede observar el comportamiento del defecto (Y), cuando las variables vitales (X) se mueven en los niveles alto y bajo.

El ángulo de las líneas (Efectos Principales) y las líneas que se intersectan (Interacciones) muestran la relación entre las variables vitales y el defecto del proceso.

Main Effects Plot (data means) for Defect rate

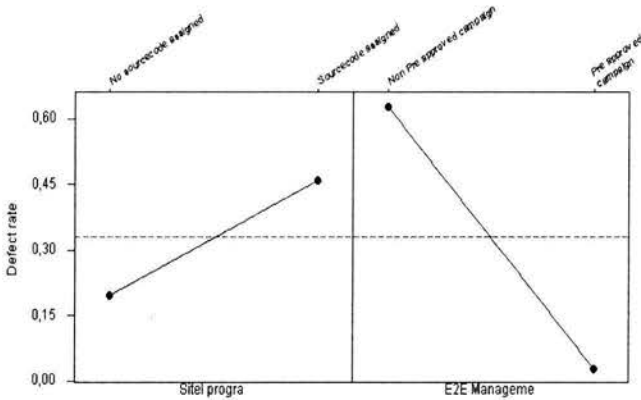


Figura 30 Gráfica de efectos principales

Interaction Plot (data means) for Defect rate

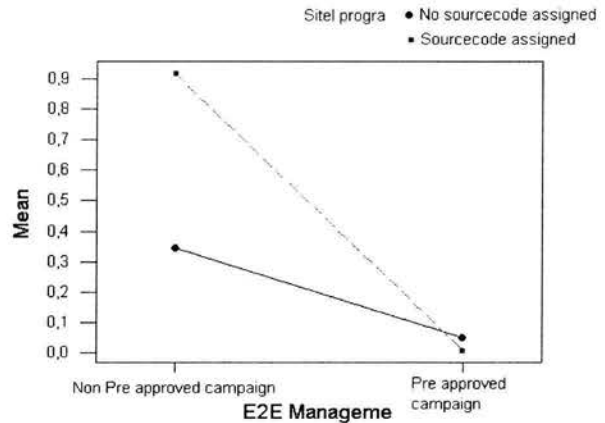


Figura 31 Gráfica de interacciones

Aún cuando en las gráficas de Efectos Principales se observa que asignar el Código de Adquisición (CA) lleva el defecto a un incremento, al analizar las interacciones (figura 31), se puede verificar que la relación entre asignar el CA y la Campaña Pre-aprobada hacen que el defecto del proceso (Y) tenga un nivel menor. Esto es un buen ejemplo de la forma en que las Interacciones de las variables pueden llevar a un resultado que en los efectos principales podría aparentar ser contradictorio.



Ecuación Predictiva para la Media del Proceso

Existen dos efectos principales y una Interacción de dos variables, sus coeficientes serán considerados para generar la Ecuación Predictiva (figura 32).

Estimated Effects and Coefficients for Defect (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		0,3296	0,004880	67,54	0,000
X1Tlmk pr	0,2659	0,1329b1	0,004880	27,24	0,000
X2E2E Mana	-0,6033	-0,3017b2	0,004880	-61,82	0,000
X3Tlmk pr *E2E Mana	-0,3089	-0,1544b3	0,004880	-31,65	0,000

Analysis of Variance for Defect (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	3,47763	3,47763	1,73882	2E+03	0,000
2-Way Interactions	1	0,76329	0,76329	0,76329	1E+03	0,000
Residual Error	28	0,02134	0,02134	0,00076		
Pure Error	28	0,02134	0,02134	0,00076		
Total	31	4,26226				

Figura 32 Coeficientes para la Ecuación Predictiva

Efectos principales: Programación en Telemarketing y Administración Principio – Fin

Interacción de 2 Variables: Programación Tlmk/Aministración P-F

Debido a que el objetivo es minimizar el nivel de Defectos diarios, se debe escoger la combinación de factores (figura 33) que genere el nivel de defectos mínimo.

Programación Tmk	Administración P-F	Progr. Tmk / Admon P-F	Nivel de Defecto
0.1329	-0.3017	-0.1544	
No CA asignado (-1)	Campaña No pre-aprobada (-1)	(-1) (-1)	0.6528
CA asignado (+1)	Campaña Pre-aprobada (+1)	(+1) (+1)	0.0064
No CA asignado (-1)	Campaña Pre-aprobada (+1)	(-1) (+1)	0.0494
CA asignado (+1)	Campaña No pre-aprobada (-1)	(+1) (-1)	0.9186

Figura 33 Tabla con combinación de factores

En la figura 33 se observa que los niveles asignados a los factores solamente son dos:

- La característica se encuentra presente, lo que implica un valor de + 1
- La característica se encuentra ausente, lo que implica un valor de – 1

Es muy importante comprender que en las empresas de servicios, la información discreta es la más común ya que como en este caso, no es posible definir un porcentaje de contenido en la característica, finalmente existe o no existe.



Dado que solamente se encuentran dos puntos (el positivo y negativo) por cada factor, la ecuación predictiva que se puede crear es lineal, en caso de que existiera al menos un punto más por cada factor, se podría generar una curvatura y por lo tanto la ecuación predictiva podría ser de segundo orden.

Se observa que el mejor escenario es CA Asignado y Campaña Pre-aprobada. La ecuación predictiva generada para la media se presenta en la figura 34.

$$\begin{aligned} Y &= \text{Constante} + b1X1 + b2X2 + b3X3 \\ Y &= 0.3296 + 0.1329(+1) - 0.3017 (+1) - 0.1544 (+1)(+1) \\ Y &= 0.3296 + 0.1329 - 0.3017 - 0.1544 \\ Y &= 0.0064 \text{ Nivel de defecto} = 0.64 \% \end{aligned}$$

Figura 34 Ecuación predictiva para la media

La Ecuación Predictiva para la Desviación Estándar del Proceso se puede encontrar en el Anexo 5.

La Ecuación Predictiva total del Defecto se presenta en la figura 35

Ecuación Predictiva para el Nivel de Defecto:
Media = 0.0064
Desv. Est. = 0.02323
Bajo el escenario:

Programación TImk	Alto
Administración P-F	Alto

Figura 35 Ecuación predictiva total

Mejoras propuestas.

- ✓ Asegurar la codificación adecuada y la programación del IP con el proveedor de Telemarketing creando un procedimiento que muestre la asignación previa por registro.
- ✓ Impedir que los representantes del proveedor de Telemarketing inserten manualmente el Código de Adquisición y el Identificador de Producto, mediante la asignación automática por sistema.
- ✓ Crear un sistema de métrica proactivo con base diaria para cada transmisión del proveedor de Telemarketing hacia el proveedor de Captura mostrando el nombre del prospecto, el número de seguro social, número de teléfono, CA original, CA e IP nuevos; divididos por tipo de solicitud.



- ✓ Establecer un Acuerdo de Nivel de Servicios con el proveedor de Telemarketing incluyendo penalizaciones contra su factura al incurrir en errores para la asignación del CA e IP.
- ✓ Incluir gráficas de control, capacidad y estabilidad del proceso en el área de Cuentas Nuevas con una revisión mensual por parte de los dueños del proceso.
- ✓ Crear una posición de Dueño de proceso de Principio a Fin con facultades sobre todos los involucrados en el proceso.
- ✓ Asegurar el involucramiento del Dueño del proceso en los resultados del proyecto y la continuidad al obtener la métrica.
- ✓ Delegar el control de la métrica al área de Aseguramiento de Calidad.
- ✓ Proveer los registros de captura al proveedor de Telemarketing con dos semanas de anticipación al lanzamiento de la campaña, permitiendo suficiente tiempo para la programación.
- ✓ Verificar los patrones de Códigos de Adquisición e IP's en el área de Mercadotecnia antes de liberarlos para el resto del proceso.
- ✓ Verificar los CA e IP con el proveedor de Telemarketing antes del lanzamiento de la campaña.
- ✓ Presentar a los involucrados en el proceso con el Dueño de Proceso (Administrador Principio a Fin).
- ✓ Asegurar un canal de comunicación efectivo para dudas o modificaciones al proceso.
- ✓ Establecer juntas semanales entre el Proveedor de Telemarketing, Cuentas Nuevas y el Dueño del Proceso para asegurar el desempeño del proceso.

Implantación de las soluciones

- ✓ Para definir las soluciones propuestas, el equipo revisó el Mapa de Procesos con el fin de establecer las actividades necesarias.
- ✓ Después de que las propuestas fueron evaluadas por el equipo (ver Matriz de Diseño de Solución, figura 29), todas las partes involucradas estimaron fechas de implantación de las mejoras.



- ✓ Se crearon sesiones con el proveedor de Telemarketing para comunicar los cambios a implantar, así como obtener su retroalimentación y asegurar el compromiso de su personal.
- ✓ Las mejoras que no requieren interacción con proveedores (internas), se iniciaron inmediatamente.
- ✓ La reunión con el Dueño del Proceso se generó con el fin de crear la posición de Administrador Principio – Fin de Adquisiciones (X Vital)
- ✓ Durante la contratación del Dueño de Proceso, el líder de proyecto realizó las actividades de administración.
- ✓ La programación del proveedor de Telemarketing (X Vital) se mejoró mediante la creación de un reporte de salidas que incluye el CA e IP diariamente, ligando los resultados a penalizaciones en la factura en caso de generar defectos.

Se desarrolló el proceso con los cambios durante dos campañas diferentes y posteriormente se verificó el resultado del nivel de defectos.

Se actualizan los datos en el Diagrama Causa – Raíz, AMEF y el Mapa de Procesos mostrando los cambios implantados. Para verificar estos documentos revisar el Anexo 6.

Se verifica la estabilidad del proceso y se hacen las pruebas estadísticas necesarias para comparar el proceso antes y después de los cambios. Ver Anexo 7.

Capacidad del Proceso Mejorado

Se genera de nuevo el reporte de capacidad del proceso para verificar el nivel Sigma del proceso después del proyecto de mejora (figura 36).

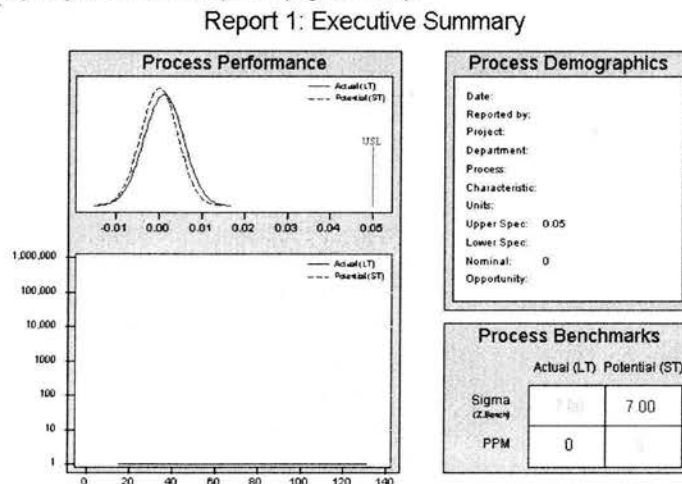


Figura 36 Capacidad del Proceso Mejorado



Utilizando los parámetros originales del proceso:

LSE: 0.05 ó 5 %

Objetivo: 0.0 ó 0 %

Se observa que el nivel sigma del proceso cambió de -0.37 a 7 y el nivel de Defectos por Millón de Oportunidades disminuyó de $644,211$ a 0 .

3.4 CONTROLAR

La estrategia que se definió para controlar el proceso se resume en la siguiente tabla:

<u>X VITAL</u>	<u>CONTROL</u>	<u>RESPONSABLE</u>	<u>FRECUENCIA</u>
Programación Tmk	Asignación de IP y CA	Proveedor de Tmk	Diario
Administración Principio a Fin (P-F)	Desempeño del proceso P-F	Gerente de Mercadotecnia	Mensual
<u>Y</u>	<u>CONTROL</u>	<u>RESPONSABLE</u>	<u>FRECUENCIA</u>
Porcentaje de Defecto	Asignación correcta del IP	Control Interno	Diario

El plan de control es el siguiente:

El proveedor de Telemarketing entregará a la empresa un reporte diario, en conjunto con las solicitudes capturadas, conteniendo:

- El tipo de campaña identificada y segregada.
- Nombre, número de seguro social y teléfono de cada prospecto.
- Código de Campaña de Adquisición original (entregado por la empresa al inicio de la campaña)
- Nuevo Código de Adquisición e Identificador de Producto asignado a cada solicitud.

El reporte será recibido y analizado por el área de Control Interno.

Las variaciones encontradas serán inmediatamente informadas y delegadas al Gerente del área de Cuentas Nuevas y al Administrador del Proceso.

En caso de ser necesario, el área de Cuentas Nuevas y el Administrador del Proceso decidirán en conjunto las modificaciones que se requieran hacer a los Códigos de Adquisición e Identificadores de Producto, comunicando los cambios inmediatamente a todos los involucrados en el proceso.



Control Interno será responsable de:

- Preparar un reporte mensual mostrando el Nivel de Defectos y el desempeño del proceso por medio de una gráfica de control I & MR (Individual and Moving Range) utilizada para los reportes del proveedor de Tmk (X) y Cuentas Nuevas (Y).
- Avisar al gerente de Cuentas Nuevas y el Administrador P-F sobre las desviaciones (puntos fuera de control) en el proceso, identificadas al revisar el reporte del proveedor de Telemarketing.

Administrador Principio a Fin será responsable de:

- Revisar el reporte mensual preparado por el área de Control Interno, incluyendo el nivel de defecto del IP y las gráficas I & MR.
- Coordinar y comunicar cualquier cambio sobre el proceso a todas las partes involucradas (internas y externas).
- Asegurar la calidad de la información en las Bases de Datos entregadas al proveedor de Telemarketing.

3.5.1 Gráficas de Control

Se esquematizan los errores generados por el proveedor de Telemarketing en la asignación del Código de Adquisición e Identificador de Producto por medio de una gráfica I & MR (figura 37).

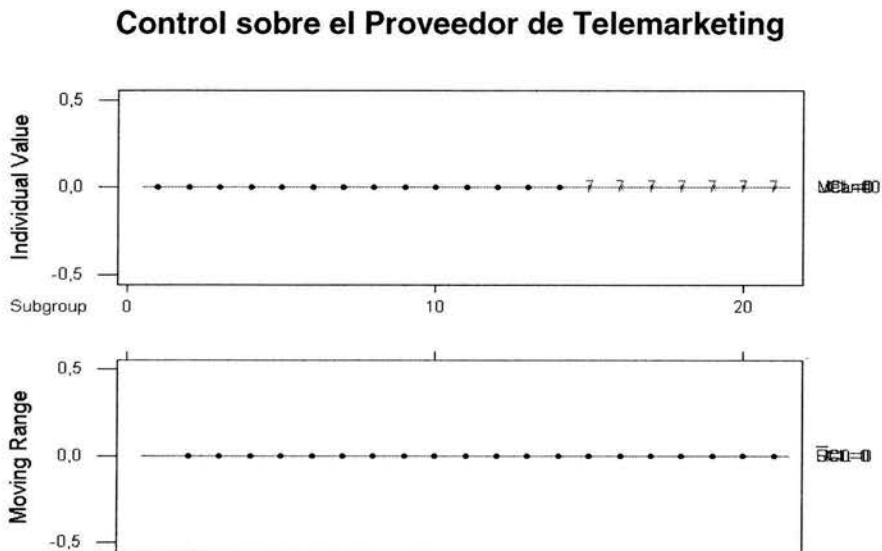


Figura 37 Gráfica de Control I&MR



Al utilizar esta herramienta para el desempeño del proveedor en 21 días de muestra (Febrero 12 a Marzo 9), se observa que la gráfica se mantiene en cero debido a que no se han generado defectos durante este periodo.

Para ver la documentación y el plan de control detallado, referirse el Anexo 8.

Se Actualiza el Árbol de Procesos con las modificaciones después de la Mejora; ver Anexo 9.

Comunicación del Proyecto

El cierre de proyecto fue presentado al:

- Proveedor de Telemarketing y área de Cuentas Nuevas en Marzo 26
- Dueño de Proceso y Administrador Principio – Fin en Marzo 29
- Grupo de Finanzas en Abril 19
- Grupo de Operaciones en Abril 30

Lecciones aprendidas:

- El sistema de métrica debería estar listo antes del arranque de un proyecto
- El compromiso de terceras personas involucradas (como proveedores) es difícil de obtener. Esta barrera puede librarse mediante el manejo de reuniones, presentaciones y conferencias mostrando el alcance y los beneficios del proyecto en los diferentes niveles organizacionales.



CONCLUSIONES

Recordando el objetivo de esta tesis:

Establecer una metodología mediante la cual, las empresas mexicanas de servicios tengan la posibilidad de mejorar sus productos y/o servicios a través del análisis y control en el desempeño de sus procesos

El lector al finalizar este documento, encontrará que Six Sigma es una metodología al alcance de cualquier empresa, su orientación a las necesidades del cliente y a los procesos internos permite tener control, a la vez que se genera una mayor satisfacción al consumidor.

Con la lectura de este documento, se puede comprobar la hipótesis planteada al inicio:

La metodología para mejora de procesos "Six Sigma" se puede aplicar con resultados exitosos dentro del ambiente de servicios en México.

Para llevar a cabo un proyecto con la metodología dentro de una empresa de servicios, cuando se tiene una cultura de mejora, se puede dar como suficiente el conocer las bases y manejo de las herramientas estadísticas que apoyan las decisiones, además de la experiencia en la administración de proyectos; sin embargo, si la intención es que la metodología se implante exitosamente dentro de una empresa y su filosofía sea la base del desarrollo corporativo, es necesario generar una cultura de cambio y más aún una cultura Six Sigma en todos los niveles de la empresa. El mejor ejemplo de esta cultura lo mostró Jack Welch CEO de General Electric al proclamar que Six Sigma sería el ADN que llevaría a GE al éxito y posteriormente establecer como política de promoción dentro de la empresa el poseer conocimientos de la metodología.

Algunas recomendaciones importantes son:

- Si la empresa no maneja una cultura de procesos y mejora, usted podría hallarse en una posición donde ni siquiera exista la métrica necesaria para el análisis estadístico. En estos casos se puede tomar un proceso importante para la empresa y utilizar las fases de la metodología con las herramientas adecuadas (para tomar las decisiones correctas) dentro de un proyecto piloto; implante una solución que demuestre el valor de la metodología. Esto generará confianza con los altos ejecutivos permitiéndole acceso a nuevos procesos y proyectos.



- Evite caer en “Parálisis por el Análisis” tome sus decisiones cuando tenga la información y continúe con el proyecto de mejora. Recuerde los resultados abren o cierran las puertas.
- En caso de que las causas sean evidentes y tenga prueba de ello, no espere a finalizar un análisis estadístico complejo, atáquelas inmediatamente asegurando que los cambios implantados sean soluciones lo suficientemente robustas como para que el error o defecto no se presente tiempo después.
- Generar un Diseño de Experimentos con clientes reales, dentro del ambiente de servicios, puede ser muy complejo y tomar demasiado tiempo, esto puede poner en riesgo el nombre de la empresa, pues se sabe que una parte de la muestra tendrá un resultado adverso al esperado por el consumidor (para comprobar que las variables muestren claramente su comportamiento respecto al defecto); es claro que no es posible permitir este escenario en la mayoría de las ocasiones. Para suavizar el impacto de los cambios y tener la certeza de que es la solución más adecuada antes de implantarla en toda la población, para el ramo de servicios, se recomienda la utilización de pruebas piloto.
- Hoy en día pocas empresas están dispuestas a invertir un plazo de 4 a 6 meses para corregir sus procesos, bajo el argumento: “cada día que pasa estoy perdiendo dinero y no estoy dispuesto a perderlo por 6 meses para ver si funciona su metodología”. Para iniciar con la cultura de mejora continua, implante primero controles al proceso, esto aliviará algunos problemas y generará confianza; posteriormente lleve a cabo el análisis estadístico que permita crear soluciones robustas (que permanezcan a través del tiempo y de la gente).

La metodología Six Sigma apoyada por los altos directivos, soportada por una estructura organizacional adecuada y con los recursos técnicos y humanos necesarios, puede llevar a las empresas mexicanas de servicios a lograr altos niveles de eficiencia; además de generar una ventaja competitiva: la satisfacción del cliente como constante en todos sus procesos.

El panorama económico de nuestro país se mantiene incierto, hoy más que nunca, es nuestra responsabilidad salir adelante y distinguirnos con el orgullo de la marca “Hecho en México”. Aquí propongo una herramienta para lograr esa meta, espero que así se comprenda y sea útil en el desempeño de sus labores. El futuro es hoy y está en nuestras manos modificarlo.



ANEXOS



ANEXO 2 Procedimiento y análisis del Gage R&R

- Se generó una muestra de 10 días en orden aleatorio a partir de la base de datos de Cuentas Nuevas.
- Se entregó esta muestra a 3 analistas diferentes del área de Cuentas Nuevas.
- Cada analista fue encargado de consolidar la información diaria, eliminar las solicitudes repetidas, contar los defectos y compararlos contra el volumen total del día para finalmente establecer el nivel de defecto diario.
- Una semana después, la misma muestra fue entregada a los 3 analistas, con la información acomodada en un orden diferente.
- Se requirió realizar el mismo procedimiento de limpieza y comparación de datos.
- Se obtuvieron las muestras y se procesaron en un software estadístico arrojando los siguientes resultados:

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000002	0.00
Repeatability	0.000002	0.00
Reproducibility operator	0.000000	0.00
Part-To-Part	0.097017	100.00
Total Variation	0.097020	100.00

El valor obtenido en el porcentaje de contribución para el Gage R&R total, muestra el error del sistema de métrica.

El resultado es que el 0 % de la variación proviene del sistema de métrica

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.001569	0.00808	0.50
Repeatability	0.001567	0.00807	0.50
Reproducibility operator	0.000086	0.00044	0.03
Part-To-Part	0.311476	1.60410	100.00
Total Variation	0.311480	1.60412	100.00

El 100 % de la variación proviene directamente del proceso sin ser afectado por la métrica generada.

Number of Distinct Categories = 280



Al analizar gráficamente los resultados del Gage R&R (figura 39) se obtuvo lo siguiente:

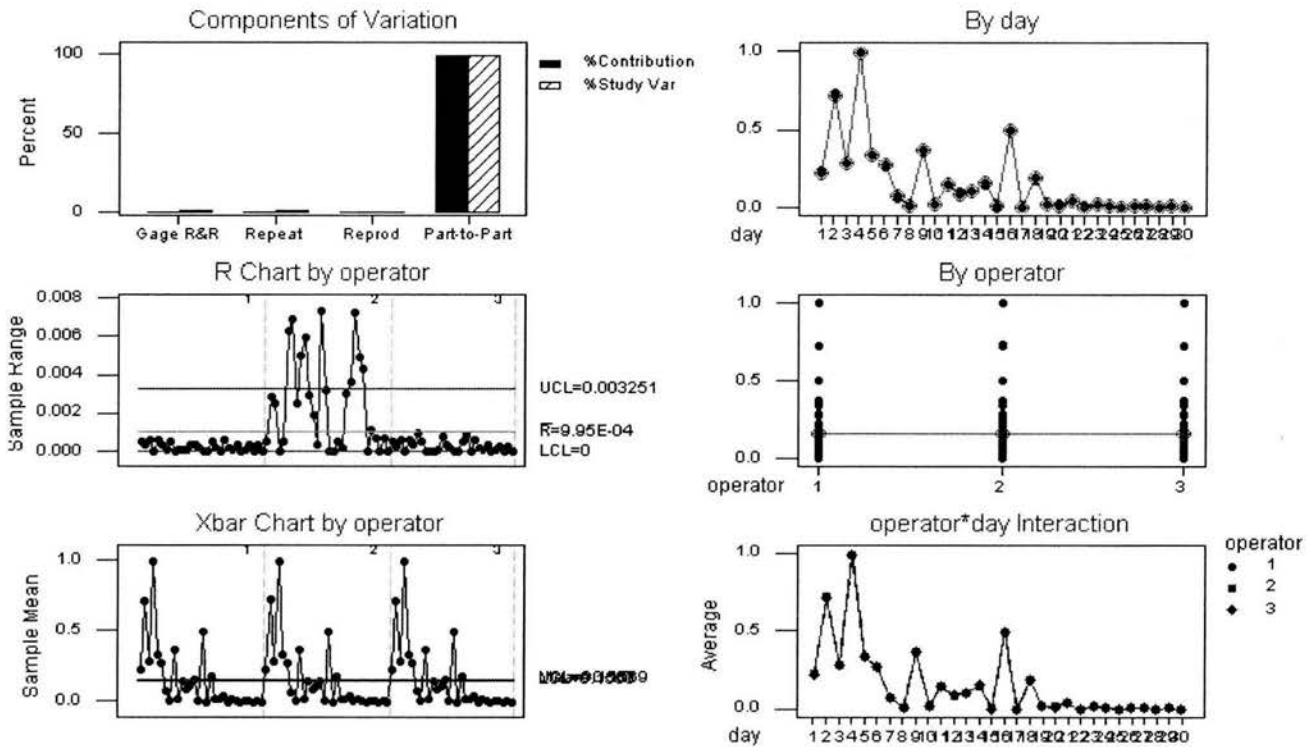


Figura 39 Resultados del Gage R&R

En la gráfica de los datos obtenidos por Operador (By operator) se observa que los 3 analistas miden significativamente igual entre ellos, en la gráfica de interacción entre el resultado obtenido de la prueba para los analistas (operator * day interaction) no se observa que algún operador haya medido deficientemente.

Una vez que se verificaron los datos de la prueba, se determinó que no existen diferencias significativas debido al sistema de métrica (100 % de la variación proviene del proceso)

El sistema de métrica generado demostró ser confiable, por lo cual se establece como la base de medición para el resto del proyecto.



ANEXO 3 Pruebas de Hipótesis

Prueba de Varianzas Iguales

En esta prueba se verifica si la variación entre ambos grupos de información (inicio y final de campaña) es significativamente diferente. Se establecen las siguientes hipótesis:

Ho = No existen diferencias entre la variación del principio y el final en cada campaña de adquisición.

Ha = Existe al menos una diferencia entre la variación del principio y el final en cada campaña de adquisición.

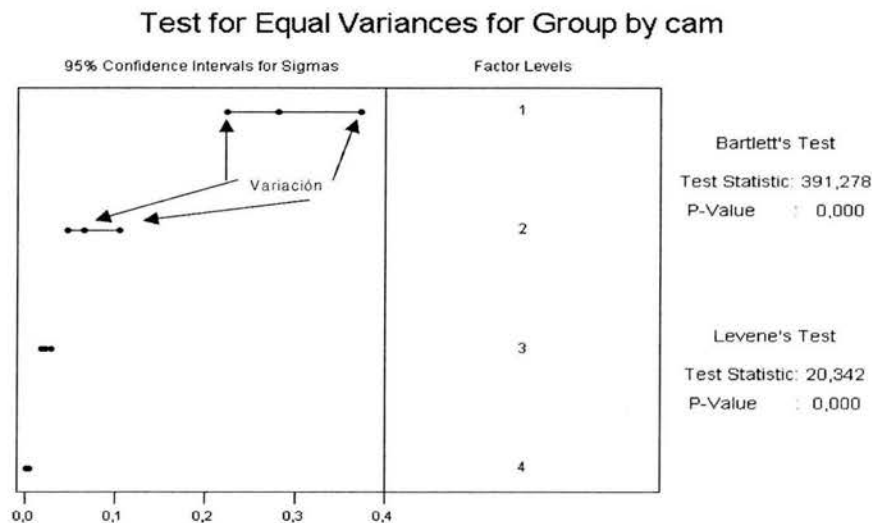


Figura 39 Gráfica por prueba de varianzas Iguales

Test for Equal Variances

```

Response      Group by cam
Factors       Subgroups S/
ConfLvl      95,0000
Bonferroni confidence intervals for standard deviations
  Lower      Sigma      Upper      N  Factor Levels
0,223931    0,281047    0,373318    50  1
0,046427    0,065019    0,104884    21  2
0,018478    0,022770    0,029411    60  3
0,002269    0,003116    0,004836    24  4
Bartlett's Test (normal distribution)
Test Statistic: 391,278
P-Value      : 0,000
Levene's Test (any continuous distribution)
Test Statistic: 20,342
P-Value      : 0,000
    
```

El valor P nos ayuda a identificar que sí existen diferencias en la varianza por lo que “SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA”.



Regresión

Para probar la relación entre la siguiente causa potencial "Los registros originales y las tablas de transformación no coinciden" se hace una regresión entre el porcentaje de defectos diarios y los errores encontrados en las tablas de transformación de códigos (figura 40).

Se utiliza una regresión para establecer las siguientes hipótesis:

Ho: No hay correlación entre los errores de los registros originales y el nivel de defecto diario

Ha: Existe correlación entre los errores de los registros originales y el nivel de defecto diario

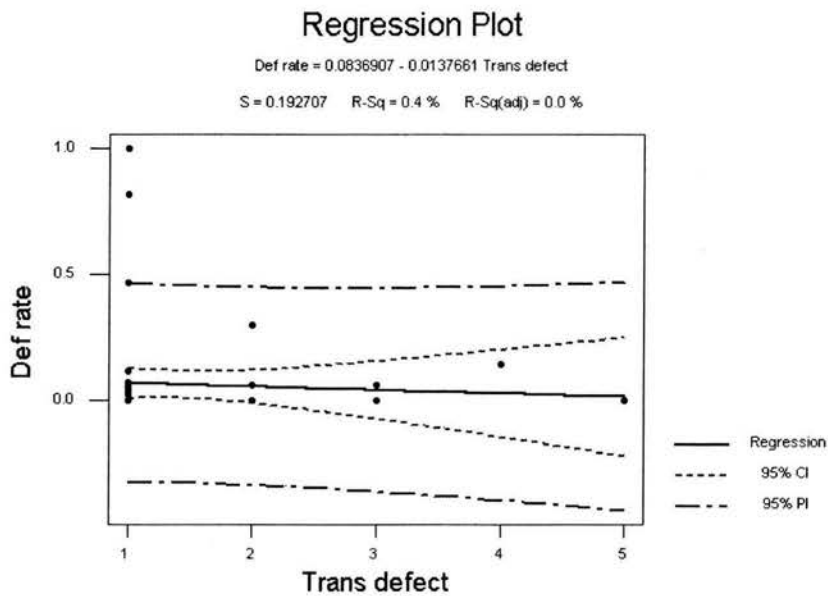


Figura 40 Gráfica de Regresión Lineal

Al correr la prueba se verifica que $P > 0.05$ y R-Sq es 0.4% (menor al 80%), por lo que se concluye que los errores transformando los registros originales no son un buen factor para predecir el comportamiento del nivel de defecto diario.

The regression equation is
 Def rate = 0.0837 - 0.0138 Trans defects

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.08369	0.05303	1.58	0.121
Trans de	-0.01377	0.03189	-0.43	0.668

S = 0.1927 R-Sq = 0.4% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00692	0.00692	0.19	0.668
Residual Error	49	1.81967	0.03714		
Total	50	1.82659			

No existe correlación y por lo tanto "SE ACEPTA LA HIPÓTESIS NULA" y se elimina esta causa potencial.



Regresión

Para probar la relación entre la tercer causa potencial "Captura manual de datos para plataforma", se hace de nuevo una regresión entre el porcentaje de defectos diarios y los errores encontrados por captura manual de las solicitudes (figura 41).

Se establecen las siguientes hipótesis:

Ho = No hay correlación entre los errores de captura y las diferencias en IP

Ha = Existe correlación entre los errores de captura y las diferencias de IP

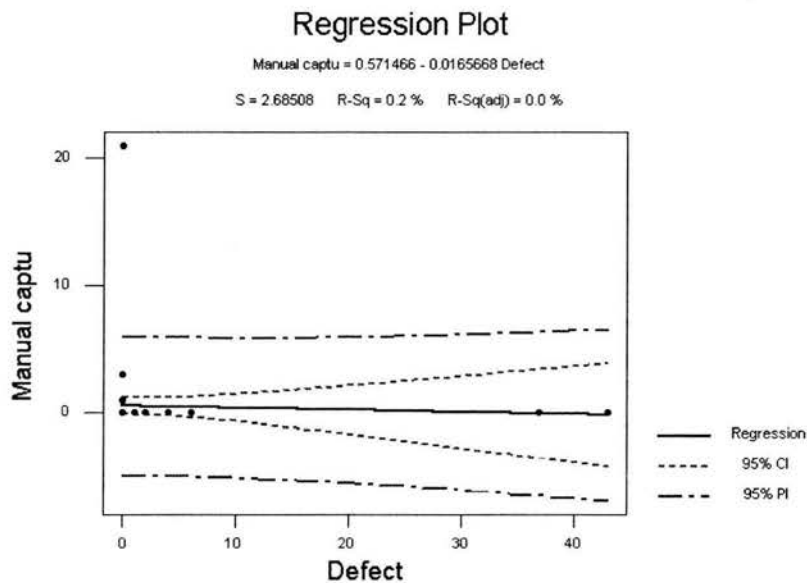


Figura 41 Regresión Lineal

The regression equation is
 Manual capture = 0.571 - 0.0166 Defect

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.5715	0.3431	1.67	0.101
Defect	-0.01657	0.04795	-0.35	0.731

S = 2.685 R-Sq = 0.2% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.861	0.861	0.12	0.731
Residual Error	62	446.999	7.210		
Total	63	447.859			

Se identifica que $P > 0.05$ y R-Sq es 0.2% (menor al 80%), con lo que se demuestra que no existe correlación entre los errores de captura y las diferencias de IP



Prueba T para dos muestras

Ahora se utiliza esta prueba para diagnosticar la posible inferencia de la cuarta causa potencial: "Los cambios impactan al proceso y la gente no lo sabe" con el defecto (figura 42). Dado que durante la campaña de Febrero se hicieron algunos cambios de codificación y se informó a los involucrados, vamos a probar si estos cambios tuvieron impacto en el resultado del proceso por medio de las siguientes hipótesis:

Ho: No hay diferencias entre las medias del inicio y del fin de la campaña de Febrero

Ha: Existe al menos una diferencia entre las medias del inicio y del final de la campaña de Febrero.

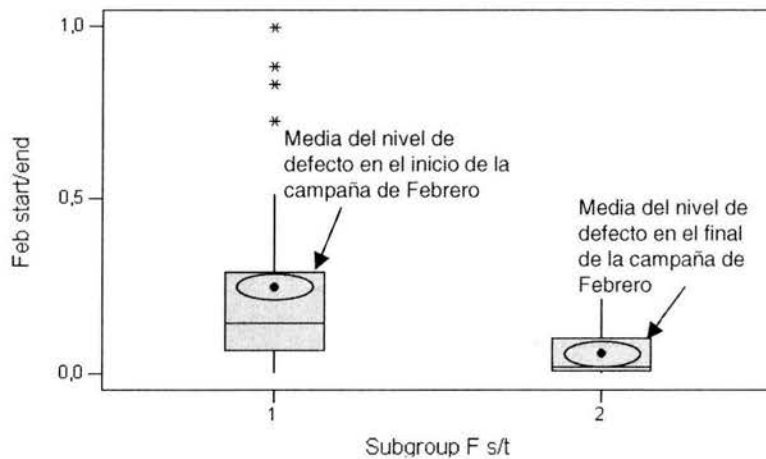


Figura 42 Prueba T para dos muestras

Two-Sample T-Test and CI: Feb start/end; Subgroup F s/t

Two-sample T for Feb start/end

Subgroup	N	Mean	StDev	SE Mean
1	50	0,247	0,281	0,040
2	21	0,0575	0,0650	0,014

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0,1900

95% CI for difference: (0,1055; 0,2744)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 4,50 P-Value = 0,000 DF = 59

P-Value es <0.05 lo que muestra que hay diferencias



Se corre la prueba y se verifican los datos antes mencionados. En esta ocasión se obtiene un valor P de 0.00; por lo tanto "SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA".



Prueba de Varianzas Iguales

En esta prueba se verifica si la variación entre el principio y el final de la campaña de Febrero es significativamente diferente (figura 43) y se establecen las siguientes hipótesis:

Ho: No hay diferencia entre la variación del principio y del final de la campaña de Febrero

Ha: Existe al menos una diferencia entre la variación del principio y del final de la campaña de Febrero

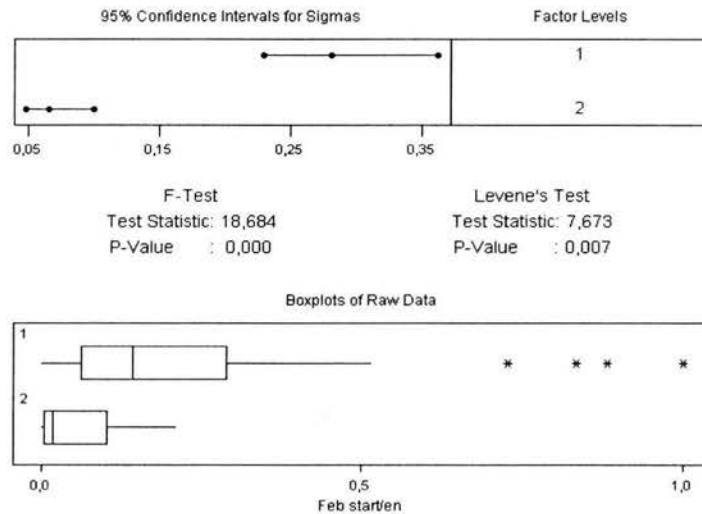


Figura 43 Prueba de Varianzas Iguales

Test for Equal Variances

Response Feb start/en
 Factors Subgroup F s
 ConfLvl 95,0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations

Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels
0,228987	0,281047	0,362014	50	1
0,047959	0,065019	0,099406	21	2

F-Test (normal distribution)

Test Statistic: 18,684

P-Value : 0,000

Levene's Test (any continuous distribution)

Test Statistic: 7,673

P-Value : 0,007

P-Value es <0.05 lo que muestra que hay diferencias

El valor P nos ayuda a comprobar que existen diferencias, por lo que "SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA". Por lo tanto esta causa raíz sí tiene relación con el defecto



Prueba T de dos muestras (Two sample T test)

Ahora se prueba la siguiente causa potencial: "La responsabilidad sobre el proceso se encuentra dispersa entre todos los actores" (figura 44). Con el fin de comprobar su relación con el defecto, se compara la campaña de Febrero contra la de Mayo en su desempeño total, debido a que en la primer campaña del año no existía un responsable para verificar el desempeño del proceso y para la campaña de Mayo se designó a una persona (misma que al final de la campaña se separó de la empresa). Se generaron las siguientes hipótesis:

Ho = No hay diferencia entre las campañas de adquisición.

Ha = Existe al menos una diferencia entre las campañas de adquisición.

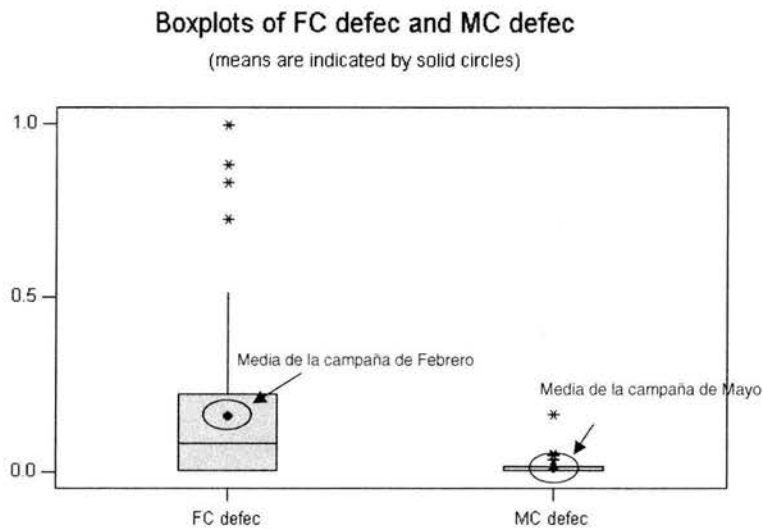


Figura 44 Prueba T de dos muestras

Two-sample T for FC defect vs MC defect

	N	Mean	StDev	SE Mean
FC defec	86	0.158	0.241	0.026
MC defec	87	0.0089	0.0197	0.0021

Difference = μ FC defect - μ MC defect
 Estimate for difference: 0.1493
 95% CI for difference: (0.0975, 0.2011)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 5.73

P-Value es <0.05 lo que muestra que hay diferencias

P-Value = 0.000 DF = 86

Al verificar los resultados de la prueba se observa que el valor de P = 0.000 lo que nos lleva a "RECHAZAR LA HIPÓTESIS NULA".



Prueba de Varianzas Iguales

Ahora se quiere comprobar las siguiente hipótesis sobre la misma variable (figura 45):

Ho = No hay diferencia entre la variación en las campañas de Adquisición para Febrero y Mayo.

Ha = Existe al menos una diferencia entre la variación en las campañas de Adquisición para Febrero y Mayo

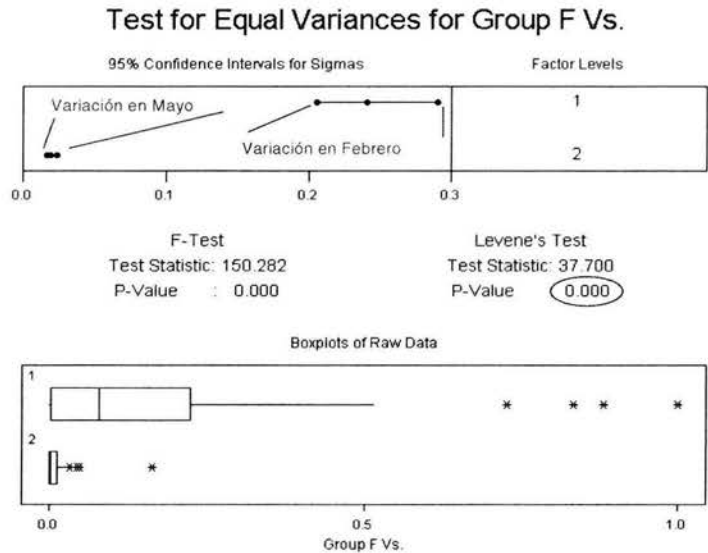


Figura 45 Prueba de Varianzas Iguales

Response Group F Vs.
 Factors Subgroup F V
 ConfLvl 95.0000

Bonferroni confidence intervals for standard deviations					
Lower	Sigma	Upper	N	Factor Levels	
0.205473	0.240927	0.290438	86	1	
0.016775	0.019653	0.023664	87	2	

P-Value es <0.05 lo que muestra que hay diferencias

F-Test (normal distribution)	Levene's Test (any continuous distribution)
Test Statistic: 150.282	Test Statistic: 37.700
P-Value : 0.000	P-Value : 0.000

Al referirnos al valor P de la prueba, identificamos que el resultado es menor a 0.05 con lo que podemos "RECHAZAR LA HIPÓTESIS NULA" y asegurar que esta variable tiene relación con el defecto del proceso.

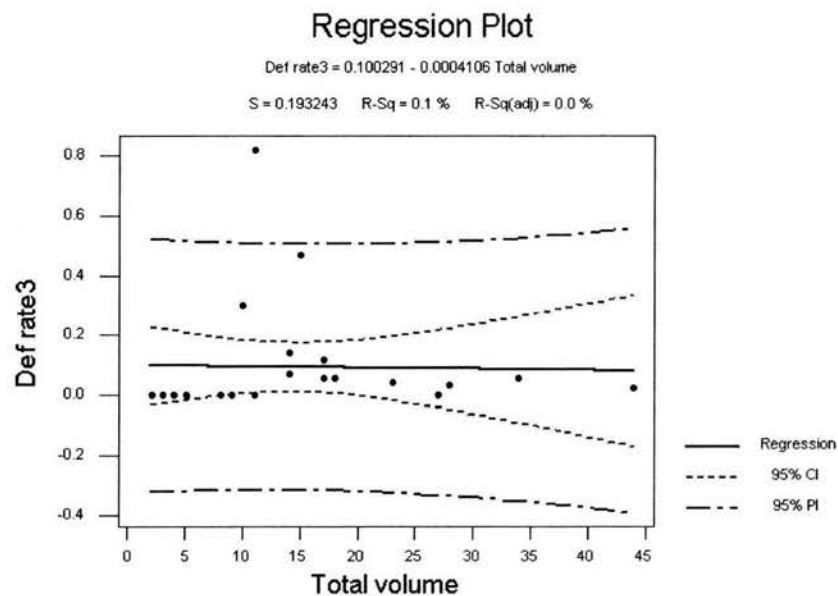


Regresión

Finalmente se desea verificar la relación de la última causa potencial: "Telemarketing envía las solicitudes en un formato mayor al tamaño carta hacia la captura" ya que contienen un renglón extra que afecta la captura de la información (figura 46). Para comprobar su relación se generan las siguientes hipótesis:

Ho = No existe correlación entre el volumen de solicitudes con renglones extra y el nivel de defecto diario

Ha = Existe correlación entre el volumen de solicitudes con renglones extra y el nivel de defecto diario



The regression equation is

$$\text{Def rate3} = 0.100 - 0.00041 \text{ Total volume}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	0.10029	0.06921	1.45	0.161
Total vo	-0.000411	0.003899	-0.11	0.917

S = 0.1932 R-Sq = 0.1% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00041	0.00041	0.01	0.917
Residual Error	22	0.82154	0.03734		
Total	23	0.82196			

Se hace la regresión y se observa en los resultados que P es mayor a 0.05 y R-Sq es menor a 0.8 por lo que se infiere que no existe correlación alguna entre los errores generados y por lo tanto "SE ACEPTA LA HIPÓTESIS NULA"



ANEXO 4 Diseño de Experimentos

Se definen los niveles de los factores a probar:

Factores:	Niveles	
	Bajo (-1)	Alto (+1)
X1 Programación Tmk	No CA e IP asignado	CA e IP Asignado
X2 Administración P-F	No Campaña Pre-aprobado	Campaña Pre-aprobado

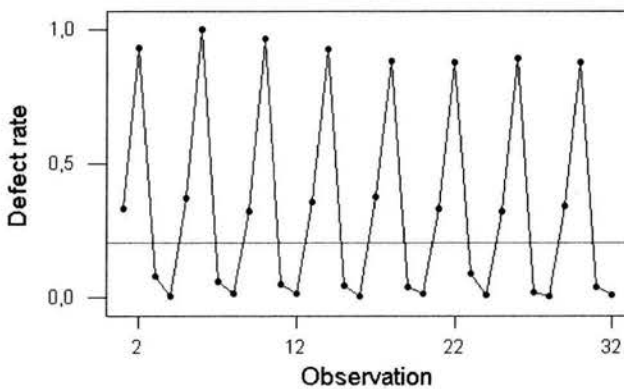
Orden Std	Orden Continuo	Programación Tmk	Administración P-F
1	1	No CA asignado	Campaña No pre-aprobada
2	2	CA asignado	Campaña No pre-aprobada
3	3	No CA asignado	Campaña Pre-aprobada
4	4	CA asignado	Campaña Pre-aprobada

Figura 47 tabla de factores a utilizar

Se obtienen datos de forma aleatoria que contengan los atributos necesarios para el diseño de experimentos.

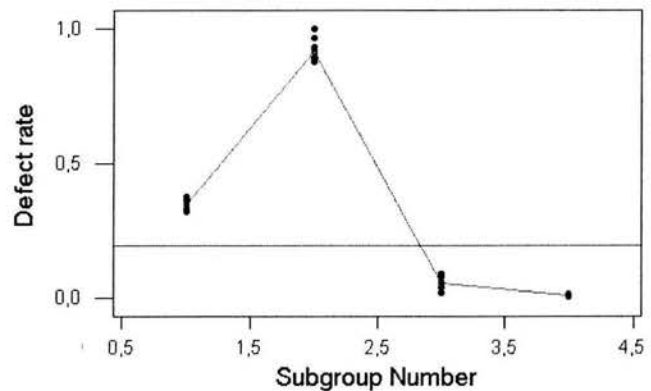
A través de Gráficas de Series de Tiempos (figura 48) se comprueba que los datos elegidos cumplan con estos criterios. Se acomodan los datos de acuerdo a los criterios y como resultado debe observarse agrupaciones en las gráficas.

Run Chart for Defect rate



Number of runs about median:	16,0000	Number of runs up or down:	16,0000
Expected number of runs:	17,0000	Expected number of runs:	21,0000
Longest run about median:	2,0000	Longest run up or down:	2,0000
Approx P-Value for Clustering:	0,3596	Approx P-Value for Trends:	0,0155
Approx P-Value for Mixtures:	0,6404	Approx P-Value for Oscillation:	0,9845

Run Chart for Defect rate

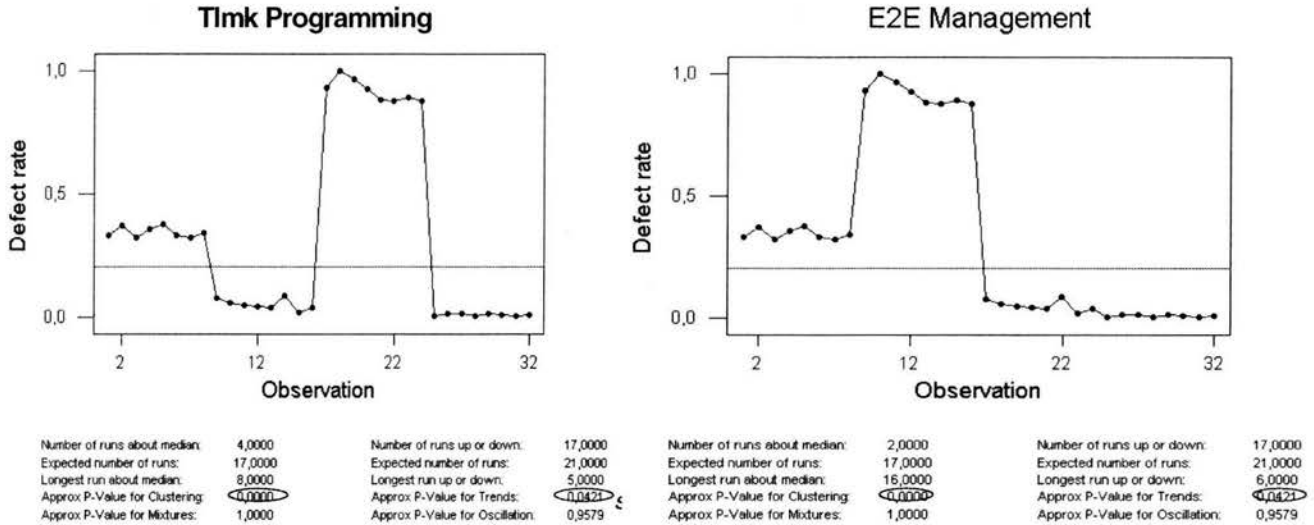


Number of runs about median:	2,00000	Number of runs up or down:	2,00000
Expected number of runs:	3,00000	Expected number of runs:	2,33333
Longest run about median:	2,00000	Longest run up or down:	2,00000
Approx P-Value for Clustering:	0,11034	Approx P-Value for Trends:	0,29649
Approx P-Value for Mixtures:	0,88966	Approx P-Value for Oscillation:	0,70351

Figura 48 Gráficas de series de tiempos



Al graficar los datos utilizando la Programación de Telemarketing (figura 49), se pueden verificar diferentes agrupaciones de información, lo cual tiene sentido debido a que la información fue separada por grupos de comportamiento en las variables.



Con el fin de visualizar el mejor escenario de desempeño del proceso, se generan gráficas de cajas.

Al graficar los datos utilizando los datos de la Programación Tmk como subgrupo (figura 50), es posible verificar la diferencia entre las variaciones y las medias. A primera vista parece que el factor bajo (no CA e IP asignado) hace que el proceso se desempeñe de mejor forma.

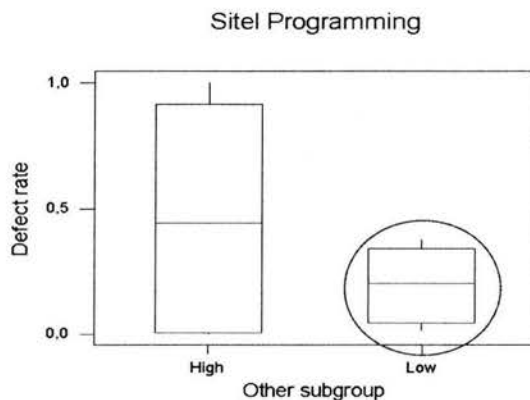


Figura 50 Gráfica de cajas

Al graficar los datos manejando la variable de Administración P-F como subgrupo (figura 51), se puede identificar una diferencia en las medias y en las variaciones de cada grupo. Lo primero que se identifica es que el factor alto (Campaña Pre-aprobado) muestra el mejor desempeño. Se requiere un análisis más detallado para disminuir el riesgo de tomar una decisión incorrecta.

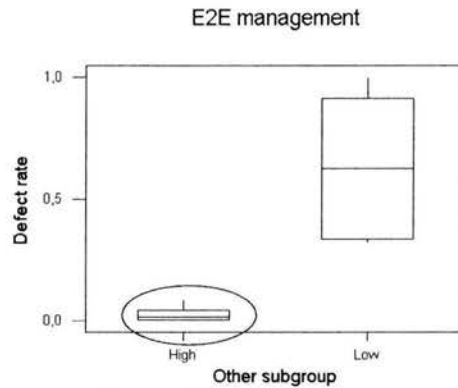


Figura 51 Gráfica de cajas

Al graficar el comportamiento de ambas variables (figura 52) se observa que el mejor comportamiento lo tiene el subgrupo de datos que contiene los factores Código de Adquisición asignado y Campaña Pre-aprobada, sin embargo hay que verificar los datos generados por el Diseño de Experimentos.

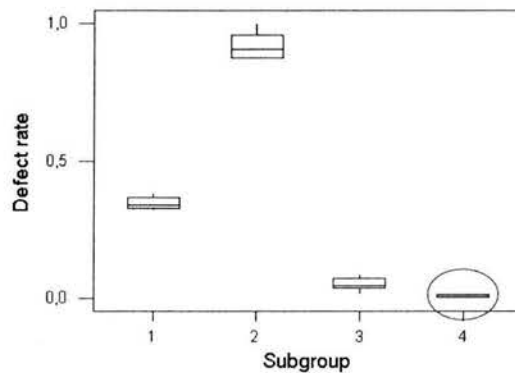


Figura 52 Gráfica de cajas

Para comprobar el porcentaje de variación en el proceso explicado por este modelo se compara la Suma de los Cuadrados (SS) del subgrupo contra el total del Error Residual. En este caso se tiene que el 99.5 % de la variación está explicada por el modelo, mientras que el 0.5 % restante pertenece a variables no incluidas en el modelo.

One-way ANOVA: Defect rate versus Subgroup

Analysis of Variance for Defect r					
Source	DF	SS	MS	F	P
Subgroup	3	4,240923	1,413641	1855,08	0,000
Error	28	0,021337	0,000762		
Total	31	4,262260			

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev
1	8	0,34384	0,02071
2	8	0,91863	0,04591
3	8	0,04940	0,02225
4	8	0,00641	0,00405

Pooled StDev = 0,02761



Análisis residual del Diseño de Experimentos

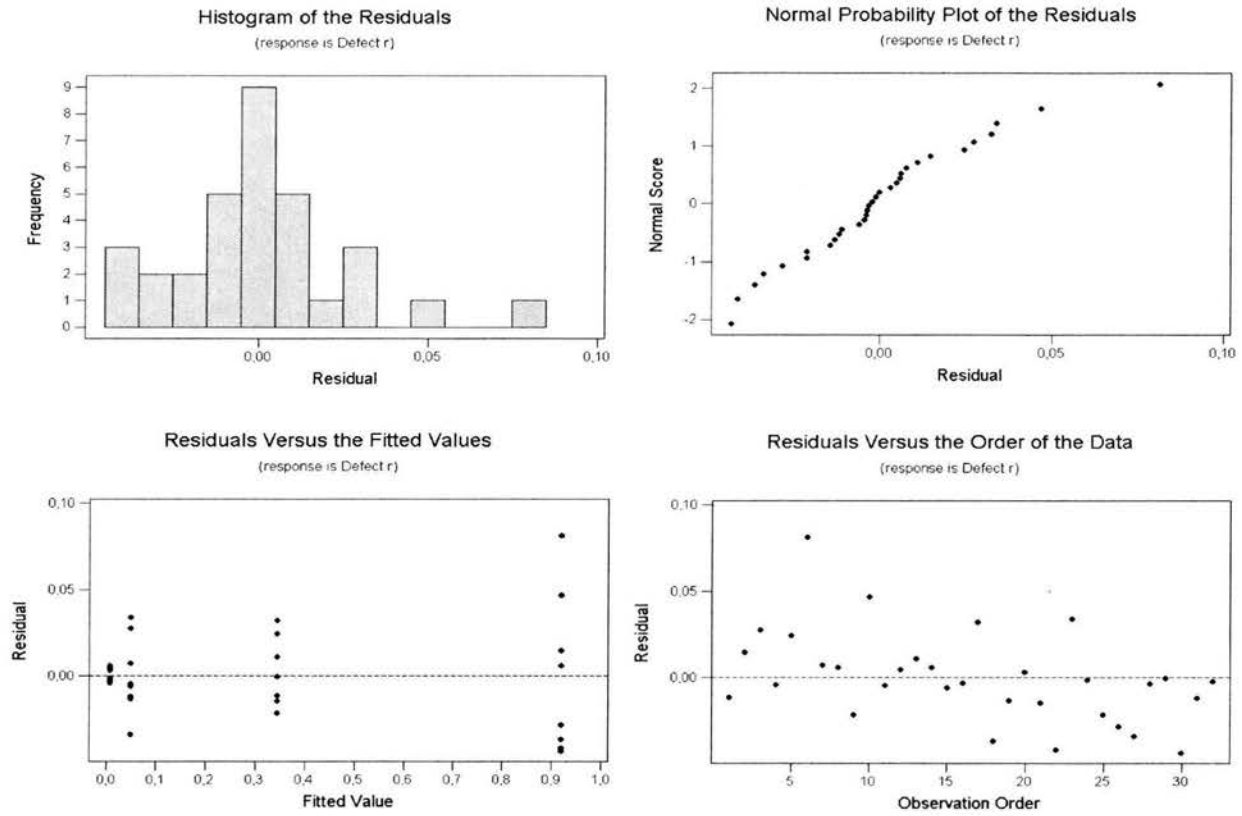


Figura 53 Análisis gráfico sobre residuos del Diseño de Experimentos

Después del análisis gráfico (figura 53), se puede inferir que los residuos son estables y con una distribución normal. Esto es un resultado esperado debido a que son los sobrantes de la variación.

En caso de que el comportamiento de estos residuos no sea mediante una distribución normal (figura 54) y de forma estable, significa que existe un factor que no ha sido investigado aún y es necesario investigar más a fondo.

Descriptive Statistics

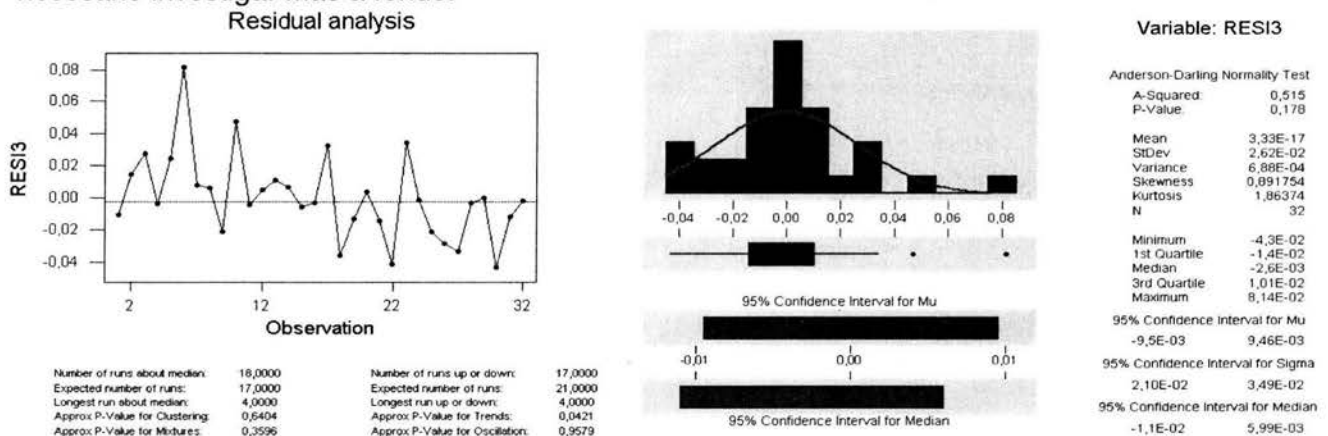


Figura 54 Análisis gráfico de normalidad en residuos



Pareto para el análisis de los efectos en el Diseño de Experimentos

Analysis of Variance for Defect (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	3,47763	3,47763	1,73882	2E+03	0,000
2-Way Interactions	1	0,76329	0,76329	0,76329	1E+03	0,000
Residual Error	28	0,02134	0,02134	0,00076		
Pure Error	28	0,02134	0,02134	0,00076		
Total	31	4,26226				

En los resultados del ANOVA se muestra que la influencia de los efectos principales y de las interacciones es directa sobre el desempeño del proceso.

Tanto la gráfica de Pareto (figura 55) como el análisis de varianza, muestran una relación directa en los dos efectos principales:

Progr. Tmk A

Admon P-F B

Y la interacción de las variables:

Progr. Tmk / Admon P-F AB

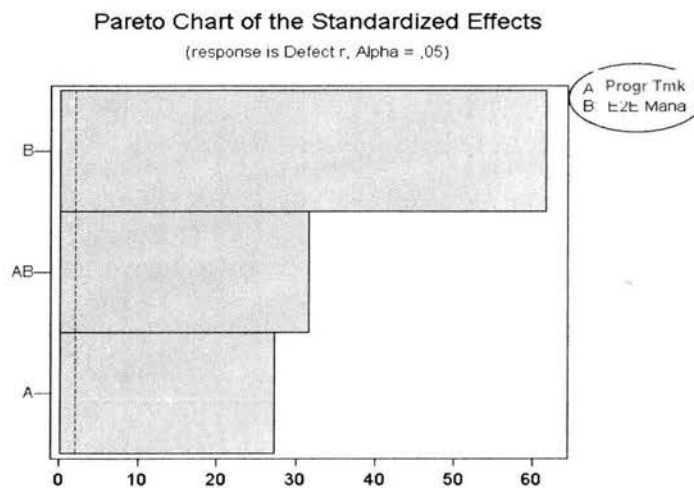


Figura 55 Gráfica de Pareto sobre influencia de los factores

Se observa que la Suma de Cuadrados para los efectos principales y la interacción es más grande que el error residual, lo que indica que estas variables tienen una relación directa con el defecto del proceso.



ANEXO 5 Ecuación Predictiva para la Desviación Estándar

Fractional Factorial Fit: Std Dev versus A; B

Estimated Effects and Coefficients for Std (coded units)

Term	Effect	Coef
Constant		0,02323
A	0,00350	0,00175
B	-0,02016	-0,01008
A*B	-0,02170	-0,01085

Analysis of Variance for Std (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	0,0004187	0,0004187	0,0002093	*	*
2-Way Interactions	1	0,0004709	0,0004709	0,0004709	*	*
Residual Error	0	0,0000000	0,0000000	0,0000000		
Total	3	0,0008896				

Debido a que ninguno de los coeficientes en el Diseño es mayor que el 50 % del coeficiente constante, sólo se agrega la constante para la Desviación Estándar.

Con estas ecuaciones, se puede predecir el porcentaje de defectos dentro del proceso comportándose de la siguiente forma:

Ecuación predictiva para la Desviación Estándar $Y = 0.02323$
--



ANEXO 6 Actualización del Diagrama Causa – Raíz, AMEF y Mapa de Procesos

Actualización del Diagrama Causa - Raíz

En la figura 56 se muestran las causas - raíz identificadas y utilizadas en el Diseño de Experimentos, mismas que serán sujetas a control.

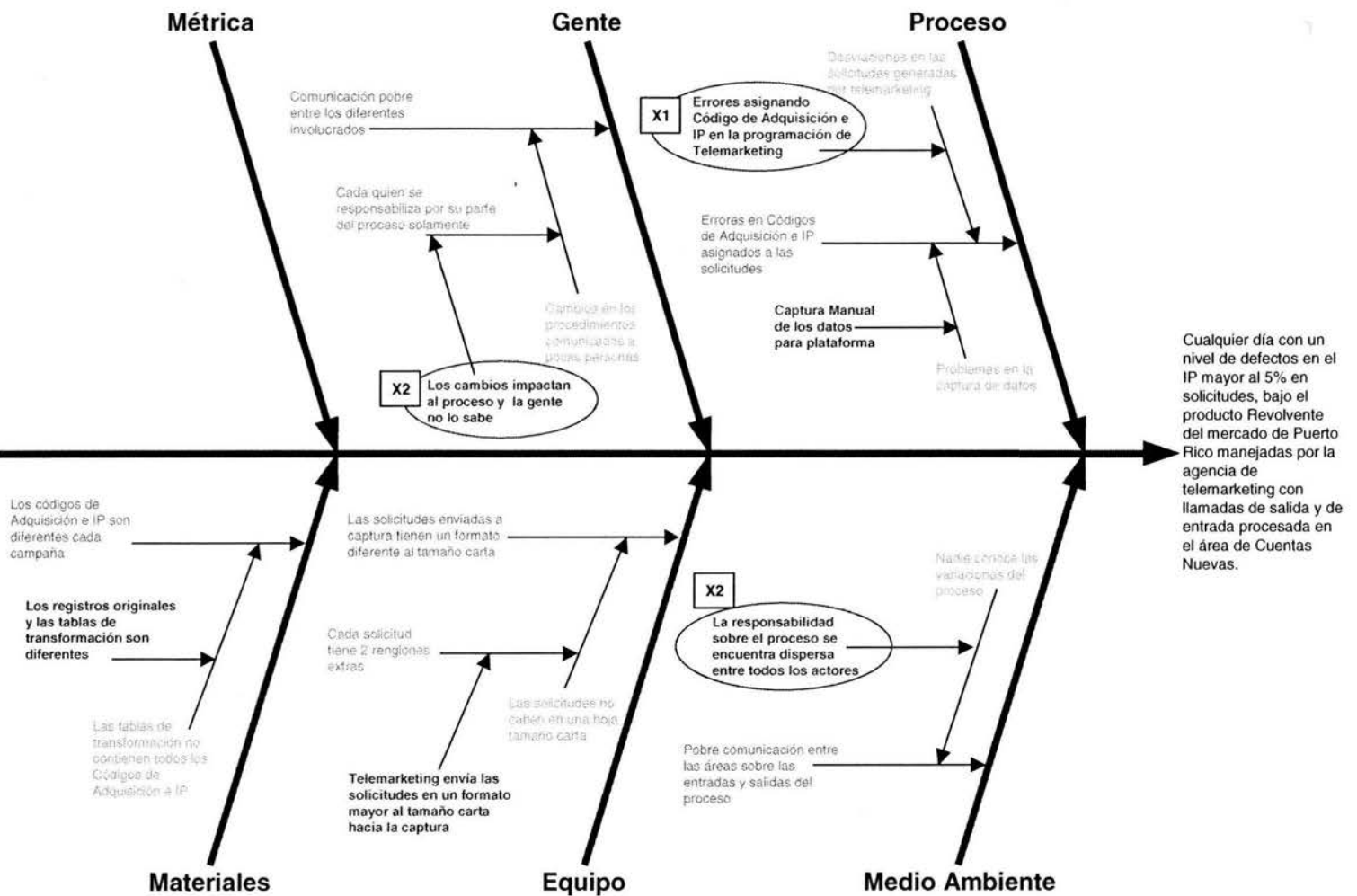


Figura 56 Diagrama Causa – Raíz actualizado



Actualización del AMEF después de implantadas las mejoras

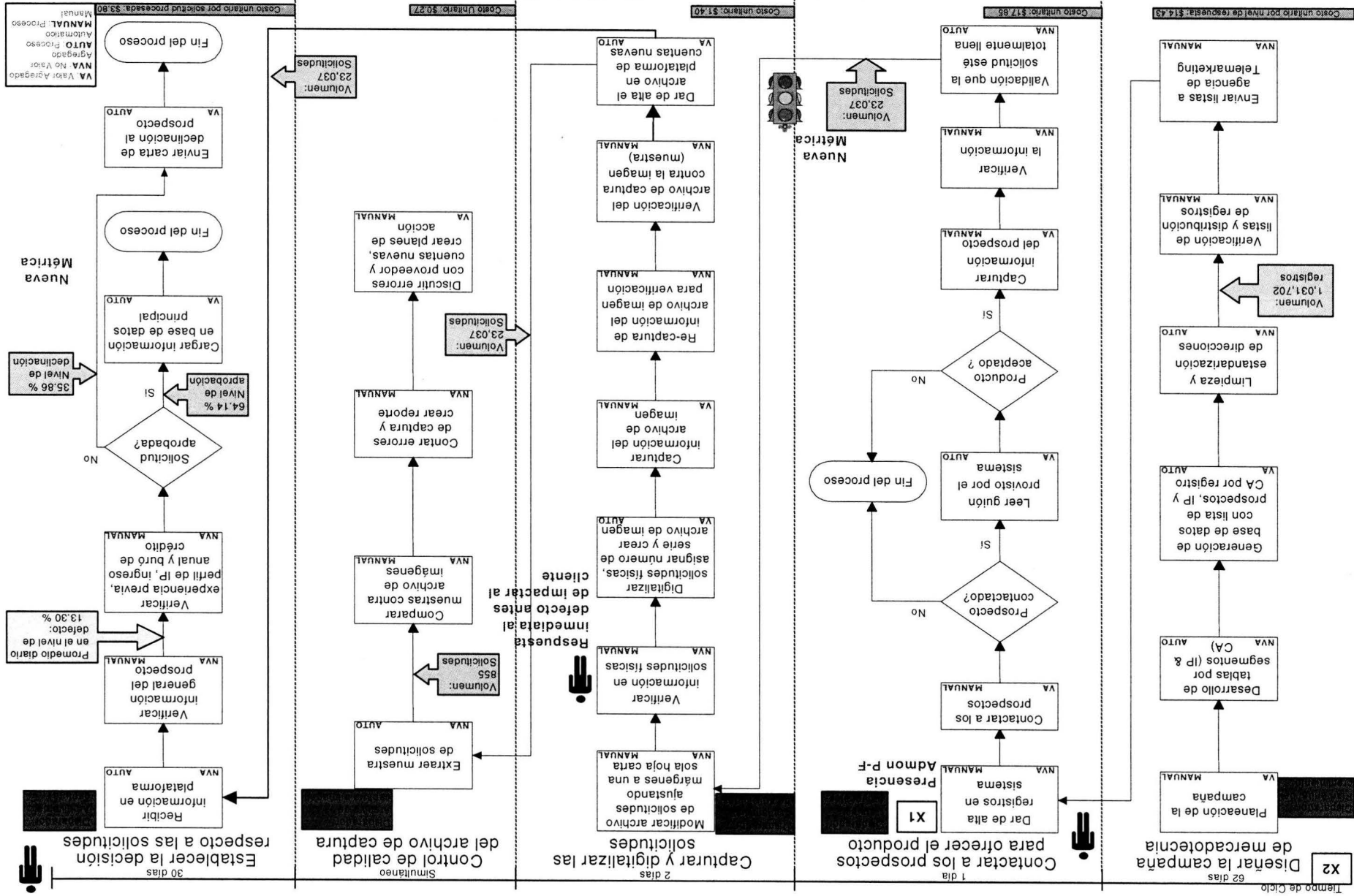
RPN disminuyó debido a las mejoras implantadas

X's	Etapas del Proceso	Modos Potenciales de Falla	Efectos Potenciales de Falla	SEV	Causas Potenciales	Hipótesis Nula (Ho)	P-Value	OCC	Controles Actuales	DET	RPN	CO PQ
X1	Dar de alta registros en sistema	Errores en Códigos de Adquisición e IP asignados a las solicitudes	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Errores asignando Código de Adquisición e IP en la programación de Telemarketing	No hay diferencias entre el principio y el final de cada campaña de adquisición	0.000	7	No existe control sobre las solicitudes procesadas	10	2	\$41 K
X2	Generación de base de datos con lista de prospectos, IP & CA por registro	Las tablas de transformación no contienen todos los Códigos de Adquisición e IP	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Los registros originales y las tablas de transformación no coinciden	No hay correlación entre los errores en el archivo de entrada y el nivel de defectos	0.121 0.668 R-Sq=0.4%	3	Verificación visual sobre una muestra antes de lanzar la campaña	6	162	
X3	Capturar información del archivo de imagen	Problemas en la captura de datos	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	9	Captura manual de datos para plataforma	No hay correlación entre los errores de captura y las diferencias en el IP	0.101 0.731 R-Sq=0.2%	2	Muestra obtenida de plataforma	2	36	
X4	Proceso de Principio a Fin	Cada quien se responsabiliza por su parte del proceso solamente	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	Los cambios impactan al proceso y la gente no lo sabe	No hay diferencias entre el principio y el final de la campaña de Febrero y Mayo	0.003	3	No existe nadie responsable de todo el proceso	7	8	\$68 K
X5	Proceso de Principio a Fin	Nadie conoce las variaciones del proceso	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	La responsabilidad sobre el proceso se encuentra dispersa entre todos los actores	No hay diferencia entre las campañas de adquisición	0.000	3	No existe nadie responsable de todo el proceso	7	8	
X6	Modificar archivo de solicitudes ajustando márgenes a una sola hoja carta	Cada solicitud tiene dos renglones extra	Nivel de Defectos diario mayor al 5 %	1	Telemarketing envía las solicitudes en un formato mayor al tamaño carta hacia la captura	No hay correlación entre el volumen de solicitudes con renglones extra y el nivel de defecto	0.161 0.917 R-Sq=0.1%	8	Modificación manual de cada solicitud antes de la digitalización	1	8	

SEV: Severidad OCC: Ocurrencia DET: Detección RPN: Número de prioridad en riesgo

Figura 57 AMEF Actualizado

Como se puede observar en la figura 57, después de las mejoras propuestas el RPN de las causas raíz disminuyó considerablemente.





ANEXO 7 Verificación de Estabilidad y Comparación del Proceso Antes y Después de las mejoras.

Verificación de estabilidad

Una vez implantadas las mejoras, se mide el desempeño del proceso. Al verificar la estabilidad por medio de una gráfica de series de tiempos (figura 59), se pueden observar agrupaciones y tendencias.

Esto se explica con el hecho de que un gran número de días tienen el mismo resultado (0.0%).

Se encontró que algunos días tuvieron un porcentaje de defecto mayor al 0.0%, donde el día más alto tuvo 3.42% de nivel de defecto (menor al 5% definido como objetivo). Al analizar lo sucedido, se descubrió que este día hubo una asignación incorrecta del Código de Adquisición y el Identificador de Producto al mezclar dos productos diferentes, esto se arregló al siguiente día sin afectar al cliente final.

Al generar el histograma se observa que la distribución de los datos NO es Normal. Existen algunos puntos fluctuando entre el 0.05% y el 3.42% (de acuerdo al objetivo definido por el proyecto, se encuentran dentro de los límites permisibles de variación)

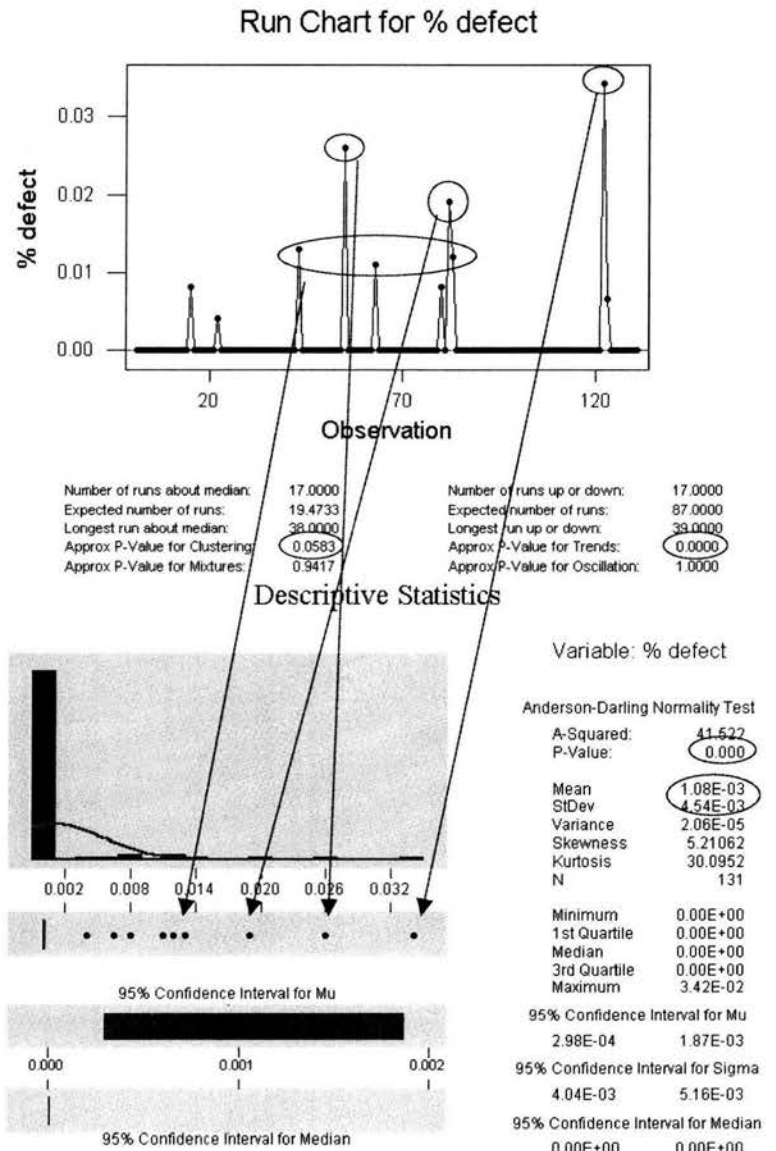


Figura 59 Estabilidad del proceso

La Media se encuentra en un nivel significativamente más bajo (0.108%) comparado con los resultados del proceso antes de las mejoras (13.30%)

La desviación estándar disminuyó de 22.45% a 0.45%.



Análisis Comparativo para Media y Variación

Al comparar el desempeño del proceso antes y después de la iniciativa de mejora, se observa que la Media fue modificada disminuyendo de un nivel de 13.3 % hacia un 0.1%.

Two-Sample T-Test and CI: Defect rate before Vs after, Factors

Two-sample T for Defect rate before Vs after

Factors	N	Mean	StDev	SE Mean
1	143	0.133	0.225	0.019
2	131	0.00108	0.00454	0.00040

Difference = mu (1) - mu (2)

Estimate for difference: 0.1319

95% CI for difference: (0.0948, 0.1691)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 7.03 P-Value = 0.000 DF = 142

Al hacer una prueba de dos muestras para comparar el desempeño de un grupo de valores del proceso original contra un grupo de valores del proceso mejorado, se observa que el valor P es menor a 0.05, lo cual indica que existen diferencias entre el desempeño de la media en ambos grupos.

Posteriormente se verifica si sucedieron cambios en la variación del proceso antes y después de la iniciativa de mejora.

Por medio de una prueba de Varianzas iguales (figura 60), se ingresan datos de días anteriores al proyecto de mejora en un grupo y otro grupo conteniendo datos de fechas posteriores a los cambios en el proceso. Al verificar la variación, el valor P muestra que hay diferencias en ambos grupos.

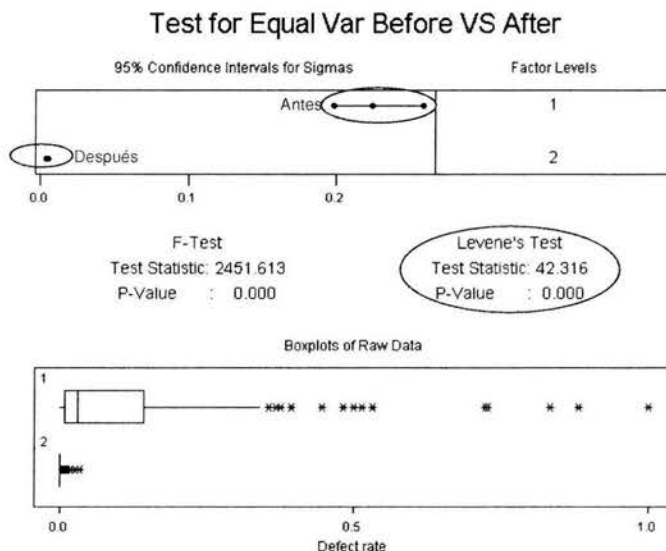


Figura 60 Prueba de Varianzas Iguales



ANEXO 8 Plan detallado para el control del Proceso

Información general para delegar el proyecto a la operación diaria.

En la figura 61 se muestra el resumen del control de proceso mediante el cual se entrega el proceso mejorado a la línea de operación:

- El nivel de defecto en el Indicador de Producto será incluido en el tablero de métricas del área de Cuentas Nuevas y en la revisión mensual del proveedor de Telemarketing
- El dueño del proceso será responsable del desempeño del IP se delega a Alejandra Ruiz, Administrador Principio – Fin.

El monitoreo del proceso será hecho por el área de Control Interno, quien será responsable de reportar cualquier variación en el proceso al Administrador P-F, así como establecer las acciones correctivas en caso de generarse un defecto, para evitar impactar al cliente.

ID #	Nombre del Proyecto: Eliminar las diferencias entre el IP asignado por mercadotecnia y el IP recibido por Cuentas Nuevas		Fecha de Implantación: Febrero 2004
Black Belt: Rodrigo Carrillo	Champion: Guillermo Guerrero		
Proceso de Negocio: Adquisiciones Internacional	Dueño del Proceso: Ramón Rodríguez		
Consultor Financiero: Louis Jadotte	Fecha de Aprobación: Diciembre 2003		
Métrica de Control: Nivel de Defecto Diario Capacidad del Proceso Estabilidad del Proceso	Nuevo / Existente: Los controles actuales de Adquisición de clientes, Control Interno y desempeño de Cuentas Nuevas se mantendrán como parte de la revisión mensual.	Objetivo: Nivel de Defecto diario en menos del 5 % para diferencias en el Identificador del Producto	Límites de control: LSE: 0.006123 nivel de defecto
Descripción de los cambios generados: Revisar página de mejoras propuestas			
Plan de medición continua: Fuente de Información: Sistema de Cuentas Nuevas Provisto por: Carlos Alvarez Nombre del Reporte: Monitoreo de IP Frecuencia: Diario		Para la Capacidad y Estabilidad del proceso: Tomar el nivel de defecto de cada día del mes. Para la gráfica de I & MR: Tomar el nivel de defecto de cada día junto con el de los días previos.	
Persona Responsable: A determinar del área de Control Interno	Fecha de Aprobación: Diciembre 2003		

Figura 61 Resumen de control del proceso



ANEXO 9 Árbol de Procesos actualizado

Después de la iniciativa de Mejora, se regresa al Árbol de Procesos (figura 62) para identificar proyectos subsecuentes donde se puede hacer uso de la información o experiencia obtenida durante este proyecto.

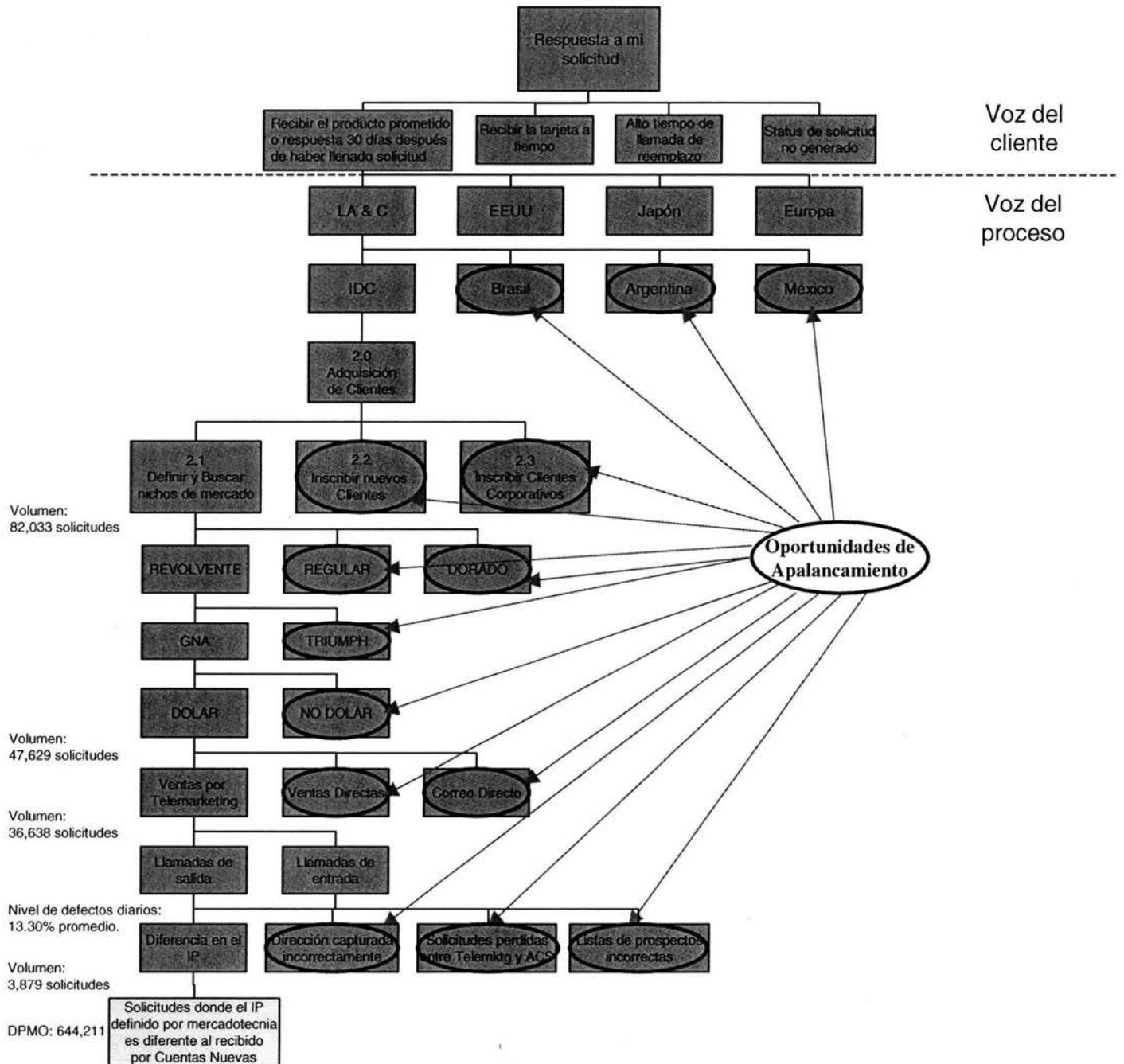


Figura 62 Árbol de Procesos



BIBLIOGRAFÍA

- Kimele Mark, Schmidt Stephen, et al, "Basic Statistics Tools for Continuous Improvement", Air Academy Press, 2000.
- Pande Peter, Neuman Robert, et al, "The Six Sigma Way. How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance", McGraw-Hill, 2000
- Pande Peter, Neuman Robert, et al, "The Six Sigma Way. Team Fieldbook", McGraw-Hill, 2000
- Eckes George, "General Electric's Six Sigma Revolution: How General Electric and others turned process into profits", John Wiley & Sons, Inc., 2001
- Eckes George, "Making Six Sigma Last", John Wiley & Sons, Inc., 2001
- Breyfogle III Forrest, "Implementing Six Sigma. Smarter Solutions Using Statistical Methods", John Wiley & Sons, Inc., 2003
- Capability Group, "Black Belt Training Handbooks", The Capability Group Inc., 2000
- Minitab, "Training Manual", Minitab Inc., 2000
- Smith Dick and Blakeslee Jerry, "Strategic Six Sigma Best Practices From the Executive Suite", John Wiley & Sons, Inc., 2002
- Brassard Michael, Ritter Diane, "The Memory Jogger II", Goal QPC, 1994
- Tennant Geoff, "Six Sigma and TQM in Manufacturing and Services", Gower, 2001
- Keller Paul, "Six Sigma Deployment. A guide for implementing Six Sigma in your organization", QA Publishing, 2001
- Arthur Jay, "Six Sigma Simplified", Lifestar, 2001
- Rath & Strong, "Six Sigma Pocket guide", Rath & Strong Management Consultants, 2001
- Six Sigma Academy "The Black Belt Memory Jogger", Goal QPC, 2002